

# لذت فهمیدن

ریچارد فاینمن

ویراستار

دکتر علی اکبر میرزایی

کاری از گروه ترجمه دانشجویان فیزیک پلی تکنیک

## مقدمه ویراستار

دانشجویان علاقه‌مند دانشکده فیزیک مبادرت به ترجمه بخشی از سخنرانی‌های آقای ریچارد فاینمن در زمینه فیزیک نموده‌اند. ریچارد فاینمن سخنران و به معنی عام معلم برجسته فیزیک در دنیای فیزیک به شمار رفته و سخنرانی‌های وی تحت عنوان *The Feynman Lectures on Physics* تقریباً منحصر به فرد بوده و نامبرده توانسته است در این سخنرانی‌ها دگرگونی در شیوه تدریس درس فیزیک در زمینه‌های مختلف آن بعمل آورده و مطالب گوناگون فیزیکی بخصوص مفاهیم فیزیک جدید را به زبان ساده و شیرین و قابل فهم برای دانشجویان سالهای اول و دوم ارائه کند. ترجمه سخنرانی‌های فاینمن و مطالعه آن توسط دانشجویان بخصوص دانشجویان جدیدالورود به دانشگاه می‌تواند برای آنان مفید واقع گردد.

ریچارد فاینمن، بی‌شک، برجسته‌ترین معلم فیزیک بوده است. این متن که شامل مصاحبه یک شبکه تلویزیونی با او است، در واقع یک نوع نگریستن به جهان و پدیده‌های آن، انسان‌ها و روابط اجتماعی بین آنها می‌باشد که فاینمن آن را به تصویر کشیده است. او در این گفتگو از دوران کودکی، نوجوانی و بزرگسالی خود مطالبی را بیان نموده است. قسمت بسیار زیبای این متن روابط فاینمن با پدرش می‌باشد. پدر فاینمن اگرچه تاجر بود ولی نسبت به جهان و پدیده‌های آن نگرشی بسیار عالمانه و متفکرانه داشت که وی این طرز نگاه کردن به عالم را به فاینمن نیز آموزش می‌دهد. یکی دیگر از بخش‌های خواندنی این کتاب ارتباط فاینمن با پسرش است. هنگامی که او پدیده‌های گوناگون علمی را در غالب بازی و با زبان بسیار ساده به پسرش آموزش می‌دهد.

این کتاب حاصل کار گروه ترجمه‌ی دانشگده‌ی فیزیک دانشگاه پلی‌تکنیک می‌باشد. این گروه کار خود را از سال ۱۳۸۳ با ترجمه‌ی مقالات کوتاه علمی (فیزیکی) آغاز کرد، که ترجمه‌ی برخی از آنها چاپ و یا در سایت‌های فارسی از آنها استفاده شد. هدف گروه از ترجمه‌ی این مقالات یادگیری مباحث جدید فیزیکی و آشنایی با متون زبان اصلی بود.

ما کار برگردانی این متن زیبا را از اوایل سال ۱۳۸۴ آغاز کردیم و هرچه بیشتر پیش می‌رفتیم جذابیت این متن بر ما آشکارتر می‌شد. هرچند برگردانی این متن در عین حفظ شکل خاصش کاری بس مشکل بود ولی با همکاری تمام اعضای گروه و همدلی آنها با هم و همچنین بخاطر زیبایی و جذابیت خود متن این کار برایمان سهل شد و علاقه مند بودیم که هرچه زودتر آن را به پایان بریم.

اعضای دائمی این گروه:

- ساجده افقه
- بهنوش تیموریان
- یاسمن سیامکی
- حسین علیصفایی
- حُسنی قرایی

البته در طول ترجمه‌ی این متن دوستان بسیاری در جلسات ما حضور داشتند و در برگردانی این متن ما را یاری کردند که از تمامی آنها مخصوصاً آقای دکتر رضا ترابی متشکریم. همچنین از راهنمایی‌های علمی آقای دکتر حمیدرضا دهقانپور نیز سپاسگزاریم.

در انتها از زحمات و پشتیبانی‌های استاد ارجمند جناب آقای دکتر علی اکبر میرزایی که عهده دار ویرایش این متن نیز بوده‌اند بسیار قدردانی می‌نماییم.

امیدواریم با خواندن این کتاب از تمامی قسمت‌های آن لذت برده و همان‌گونه که از این متن برای ما مفید واقع شد و دیدگاه ما را نسبت به اطرافمان تغییر داد، برای شما نیز سودمند باشد.

حُسنی قرایی

تابستان ۱۳۸۴

## زیبایی یک گل

من دوست هنرمندی دارم، او بعضی اوقات دیدگاه هایی دارد که من زیاد با آن ها موافق نیستم. مثلاً گلی را به دستش می گیرد و می گوید: « ببین چقدر زیباست » و من هم با او موافقم، در ادامه می گوید « می بینی، من به عنوان یک هنرمند زیبایی گل را می بینم. اما تو به عنوان یک دانشمند، آن را تکه تکه می کنی و از بین میبری ». به نظر من او یک جور دیوانه است.

اولاً من معتقدم آن زیبایی را که او می گوید همه می توانند ببینند، از جمله من، شاید زیبایی شناسی من به اندازه او قوی نباشد ولی برای من هم زیبایی گل تحسین برانگیز است. و این در حالی است که من در مورد گل چیزهای بیشتری می بینم. من سلول ها و واکنش های پیچیده ای که درون آنها اتفاق می افتد را می توانم تصور کنم و آنها هم به نوبه خود دارای زیبایی هستند. منظورم اینست که زیبایی فقط در ابعاد سانتی متری نیست و در ابعاد کوچکتر و در ساختارهای داخلی نیز زیبایی وجود دارد. همچنین در فرآیندهای داخلی این گل رنگ ها طوری آمیخته شده اند که حشرات را برای گرده افشانی جذب کنند. و این فرآیند جالبست چون این را نشان می دهد که حشره ها هم رنگ را می بینند. یک سوال پیش می آید: آیا این حس زیبایی شناسی در ساختارهای ریزتر هم وجود دارد؟ چرا زیباست؟ تمامی این سوالات گوناگون و جالب نشان می دهد که دانسته های علمی به هیجان، رموز و هیبت یک گل اضافه می کند؛ نمی توانم بفهمم که چگونه کاهش می دهد.

## اجتناب از دروس علوم انسانی

من همواره آدمی تک بعدی بوده ام و فقط در جهت علمی تلاش می نمودم و در زمان جوانی تمام تمرکز بر روی این یک بعد بود. وقت و حوصله زیادی برای یاد گرفتن چیزی که علوم انسانی نامیده می شود نداشتم، اگرچه در دانشگاه، دانشجو ناچار است تعدادی دروس علوم انسانی اخذ کند. من تمام تلاشم را می کردم که از یاد گرفتن هر چیز در این مورد و کار کردن روی آن دوری نمایم.

بعد از آن، وقتی سنم بیشتر شد قدری سخت گیری من در این زمینه کاهش یافت و یاد گرفتم که در این مورد مطالعه کنم. اما راستش هنوز آدمی بیشتر یک بعدی هستم و در موارد دیگری غیر از این یک بعد (بعد علمی) چیز زیادی نمی دانم. هوش من محدود است و از آن در یک جهت خاص استفاده می کنم.

## تیراناسوروس<sup>۱</sup> در پنجره

وقتی پسر بچه بودم در خانه مان یک دایره المعارف بریتانیکا داشتیم و پدرم عادت داشت مرا روی پایش بنشانند و برایم از دایره المعارف بخواند. ما با هم درباره ی دایناسورها حرف می زدیم . شاید هم در مورد برونوتوزوروس یا تیراناسوروس رِکس صحبت می کردیم، به عنوان مثال چنین می خواند: « این موجود ۲۵ فوت قد دارد و عرض سر آن ۶ فوت است » و همین جا صحبتش را قطع می کرد و می گفت « ببینم مفهوم آن چیست. یعنی اگر آن در همین حیاط روبروی ما می ایستاد، قدش آن قدر بلند بود که می توانست سرش را از پنجره داخل کند. اما نه کاملاً، چون سر او کمی عریض تر از پنجره بود و پنجره را می شکست ».

هر چیزی را که با هم می خواندیم، به بهترین نحوی که بتواند به ذهنیت ما نزدیک تر باشد تصور می کردیم. این کار باعث شد یاد بگیرم که عمل کنم و هر چیزی را که می خوانم سعی کنم مفهوم و معنای آن را بفهمم. (با خنده) من عادت داشتم دایره المعارف را وقتی یک پسر بچه بودم بخوانم و آن را تعبیر کنم، خیلی هیجان انگیز و جالب بود که تصور گردد حیواناتی با این ابعاد وجود دارند. من از این که یکی از آنها از پنجره داخل شود نمی ترسیدم اما فکر کردم خیلی خیلی جالب بود که همه آنها منقرض شدند و در آن زمان هیچ کس نمی دانست چرا.

ما در نیویورک زندگی می کردیم، و معمولاً تابستان ها به کوه های کَنسکیل می رفتیم. کوه های کتسکیل جایی بود که مردم در تابستان به آن جا می رفتند. آنجا مردم زیادی بودند لیکن پدرها در طول هفته برای کار کردن به نیویورک باز می گشتند و فقط آخر هفته ها دوباره به کوه می رفتند. وقتی پدرم از نیویورک می آمد مرا به میان جنگل می برد و برای من از چیزهای مختلف و جالبی که لا به لای جنگل اتفاق می افتاد صحبت می کرد - که بعد برایتان تعریف می کنم - اما مادرهای دیگر که این رفتار پدرم را می دیدند قطعاً فکر می کردند که این کار خیلی خوبست و پدرهای دیگر هم باید پسرهایشان را برای قدم زدن به جنگل ببرند. آنها روی این موضوع کار کردند ولی در ابتدا به نتیجه ای نرسیدند. برای همین از پدر من خواستند که همه ی بچه ها را با خودش به جنگل ببرد، اما او قبول نکرد زیرا او با من یک ارتباط خصوصی داشت و ما با هم یک امر شخصی در بین داشتیم. بالاخره بقیه پدرها مجبور شدند بچه هایشان را از هفته آینده برای قدم زدن به جنگل ببرند. دوشنبه ی بعد وقتی همه ی [پدرها] به سر کار برگشتند، بچه ها داشتند در مزرعه بازی می کردند که یکی از بچه ها به من گفت این پرنده را ببین، آیا می دانی از چه نوعی است و من گفتم: « کوچکترین نظری راجع به نوع این پرنده ندارم ». او ادامه داد « یک پرنده آوازه خوان گلو قهوه ای است. پدرت چیزی راجع به اون بهت نگفته؟ ». ولی اینطور نبود: پدرم به من مطالبی یاد داده بود. او در حالی که به پرنده نگاه می کرد گفت: « می دونی که این چه پرنده ای است؟ یک پرنده ی آواز خوان گلو قهوه ای است؛ اما به پرتقالی به آن ... می گویند، به ایتالیایی ...، به چینی ...، به ژاپنی ...، و غیره. و حالا تو در هر زبانی که بخواهی اسم آن پرنده را می دانی اما مطلقاً هیچ چیز در مورد این پرنده نمی دانی. تو فقط فهمیدی که آدم ها در مکان های مختلف آن را چه نامیده اند ». و سپس از من خواست که با هم به تماشای پرنده ها بنشینیم.

او به من یاد داده بود که به هر چیزی توجه کنم. یک روز وقتی که داشتم با قطار اسباب بازی می کردم، (از همان قطارهایی که بچه ها آن را روی ریل می کشند.) یادم می آید که داخل واگن یک توپ بود، وقتی که واگن را می کشیدم چیزی در مورد حرکت توپ فهمیدم، به پیش پدرم رفتم و به او گفتم: « نگاه کن بابا من یه چیزی رو فهمیدم. وقتی که واگن

<sup>۱</sup> نوعی دایناسور

را می کشم توپ به عقب واگن حرکت می کند و وقتی ناگهان آن را متوقف می کنم توپ به سمت جلو حرکت می کند.» از او پرسیدم که چرا این اتفاق می افتد او پاسخ داد که دلیلش را هیچکس نمی داند. و ادامه داد: « قانون کلی اینه که چیزهایی که در حال حرکت اند سعی می کنند به حرکت خودشان ادامه بدهند و چیزهایی که ساکن اند تمایل دارند که ساکن باقی بمانند مگر اینکه شما آنها را هل بدهید که این تمایل اینرسی نام دارد و هیچکس نمی داند که چرا وجود دارد ». حالا من به درک عمیقی رسیده بودم چون پدرم فقط یک اسم به من یاد نداد، او تفاوت بین دانستن اسم یک چیز و خود آن را می دانست. چیزی که من هم خیلی زود یاد گرفتم. پدرم ادامه داد: « اگر دقیق نگاه کنی می فهمی که این توپ نیست که به عقب واگن می رود بلکه این عقب واگن است که تو داری بر خلاف حرکت توپ می کشی. یعنی توپ می ایستد یا حتی به خاطر اصطکاک به جلو حرکت می کند و به عقب نمی رود ». من به طرف واگن کوچکم دویدم و دوباره توپ را روی واگن گذاشتم و آن را از زیرش کشیدم در حالی که از کنار به آن نگاه می کردم دیدم که پدرم درست گفته است. وقتی که واگن را به جلو می کشیدم توپ اصلا به عقب نمی رفت. توپ نسبت به واگن به عقب می رفت ولی نسبت به بیننده کمی به جلو می رفت و در واقع عقب واگن بود که به آن می رسید. با این روش بود که من توسط پدرم تعلیم دیدم، با این نوع مثالها و فقط با بحث های جالب و دوست داشتنی، بدون هرگونه فشار و اجباری من مورد آموزش پدرم قرار گرفتم.

## جبر برای افراد مبتدی

پسر خاله ای داشتم که سه سال از من بزرگتر بود. دوران دبیرستان در درس جبر مشکل اساسی داشت برای همین یک معلم خصوصی این درس را برای او می گفت. هنگامی که او معلم خصوصی داشت من اجازه داشتم در هنگامی که معلم به او جبر یاد می داد در گوشه ای از اتاق بنشینم ( می خندد )، مثلا مسئله ای مانند  $2x$  به اضافه یه چیز دیگر. من از پسر خاله ام پرسیدم: « داری چه کار می کنی؟ ». می دونی، می دانستم که دارد درباره ی  $x$  حرف می زند. او گفت: « تو از این چه می فهمی  $2x+7=15$ ؟ » سپس ادامه داد: « تو باید  $x$  را پیدا کنی ». من گفتم: « منظورت چهاره! » او گفت: « بله، اما تو این مسئله را با حساب حل کردی در حالی که باید آن را با جبر حل می کردی. » بخاطر همین پسر خاله ام هرگز نتوانست جبر را بفهمد زیرا نمی دانست چگونه باید آن را حل کند. هیچ راه دیگری نبود. من خوشبختانه جبر را بدون رفتن به مدرسه یاد گرفتم. هدف اصلی پیدا کردن  $x$  بود و فرقی نمی کرد که از چه راهی آن را محاسبه کنی - می دونی فرقی نمی کنه که با حساب حلش کنی یا با جبر - این یک اشتباهی بود که مدرسه آن را بوجود آورده بود و بچه هایی که مجبور بودند جبر بخوانند بایستی آن را یاد می گرفتند تا درس را بگذرانند. آنها یک سری قوانین ایجاد کرده بودند که اگر از آنها پیروی می کردی می توانستی بدون فکر کردن به جواب بررسی: از دو طرف معادله  $7$  را کم کن، اگر ضریب داری هر دو طرف را به ضریب تقسیم کن و به همین ترتیب ... و یک سری مراحل که با آنها می توانی به جواب بررسی حتی اگر نفهمیده باشی که داری چه کار می کنی.

یک سری کتابهای ریاضی بود که با حساب برای افراد مبتدی شروع می شد، بعد جبر برای افراد مبتدی و بعد از آن مثلثات برای افراد مبتدی. من مثلثات پایه را از روی آن خواندم ولی زود فراموشش کردم چون همان زمان هم درست نفهمیده بودم. سری های جدید این کتاب ها هم در حال انتشار بودند و کتابخانه می خواست حساب دیفرانسیل و انتگرال برای افراد مبتدی را تهیه کند. در آن زمان با خواندن دایره المعارف می دانستم که حساب دیفرانسیل و انتگرال یک موضوع مهم و جالب است که باید آن را یاد می گرفتم. حالا که بزرگتر شده بودم. حدود ۱۳ سالم بود که کتاب حساب دیفرانسیل و انتگرال منتشر شد و واقعا هیجان زده شدم. به کتابخانه رفتم تا آن را امانت بگیرم. خانم کتابدار به من نگاه کرد و گفت: « تو هنوز بچه ای، چرا داری این کتاب را می گیری، این کتاب برای بزرگترهاست. » این اولین بار از معدود دفعاتی بود که من در زندگی ام ناراحت شدم و دروغ گفتم، گفتم: « این کتاب را برای پدرم می خواهم. او این کتاب را انتخاب کرده. » این شد که کتاب را به خانه بردم و حساب دیفرانسیل و انتگرال را از روی آن یاد گرفتم و سعی کردم آن را برای پدرم هم توضیح دهم. پدرم شروع کرد به خواندن اوایل کتاب و به نظرش گیج کننده آمد. این موضوع من را کمی ناراحت کرد. من نمی دانستم که علم ریاضی پدرم محدود است. می دونی، چون بابام هیچ چیز از مطالب آن کتاب را نفهمید در حالی که من فکر می کردم آن مطالب نسبتا ساده و قابل فهم هستند ولی بابای من آنها را نفهمید. پس این اولین باری بود که دانستم در بعضی از زمینه ها از پدرم بیشتر می دانم.



## سردوشی ها<sup>۲</sup> و پاپ

یکی از چیزهایی که پدرم در کنار فیزیک به من یاد داد، درست یا غلط نوعی بی‌اعتنایی نسبت به برخی از چیزهایی بود که برای دیگران قابل اعتناست. مثلاً وقتی که پسر بچه بودم و برای اولین بار عکس‌های چاپ شده در روزنامه نیویورک تایمز ظاهر گردید، مرا مثل همیشه دوباره روی زانویش نشانند و عکسی از پاپ را نشانم داد که همه جلوی او تعظیم می‌کردند. او گفت: «حالا به این افراد نگاه کن. اینجا یک نفر ایستاده و بقیه به او تعظیم می‌کنند. این افراد چه تفاوتی با هم دارند؟ او یک پاپ است.» پدرم به هر حال از پاپ خوشش نمی‌آمد. او ادامه داد: «فرق آن‌ها در سردوشی هایشان است.» (البته سردوشی برای یک ژنرال بکار می‌رود نه در مورد پاپ) تفاوت آنها بخاطر یونیفرم و جایگاه است، «ولی پاپ مثل همه زندگی می‌کند، غذا می‌خورد، مثل همه به دستشویی می‌رود، همه کارهایی را که دیگران انجام می‌دهند، او نیز انجام می‌دهد، او هم یک آدم است. چرا همه دارند به او تعظیم می‌کنند؟ فقط بخاطر اسم و موقعیت او و یا بخاطر یونیفرم اوست که به او تعظیم می‌کنند نه بخاطر کار خاصی که او انجام داده است، یا افتخاراتش یا چیزی شبیه این.» پدر من در حرفه یونیفرم بود، و او فرق بین شخص با یونیفرم و بدون آن را می‌دانست. هر دو برای او یکسان بودند. فکر می‌کردم پدرم از من راضی بود. یک بار، وقتی از MIT برگشته بودم (چند سالی بود که آنجا بودم) به من گفت: «حالا که یک تحصیل کرده هستی دوست دارم یک سوالی از تو بپرسم که همیشه در ذهنم بود ولی هیچ‌گاه جوابی برایش نیافتم و چون تو در مورد آن مطالعه داری برای من توضیح بده.»

پرسیدم: آن سوال چیست؟

گفت: می‌دانم که وقتی اتم‌گذاری از حالتی به حالت دیگر انجام می‌دهد ذراتی از نور را به نام فوتون گسیل می‌کند.

گفتم: درست است.

گفت: خوب حالا آیا این فوتون قبل از بیرون آمدن در اتم بوده یا از اول فوتونی در اتم وجود نداشته؟

گفتم: فوتونی وجود ندارد، فوتون فقط وقتی ایجاد می‌شود که الکترون یک گذار انجام می‌دهد.

او ادامه داد: خوب پس فوتون از کجا می‌آید و چطور از اتم بیرون می‌آید؟

دقیقاً نمی‌توانستم بگویم «نظریه این است که اعداد فوتونی پایسته نیستند، آنها فقط با حرکت الکترون بوجود می‌آیند.»

نمی‌توانستم به او چیزی شبیه این را توضیح بدهم که صداهایی که من بوجود می‌آورم درون من نیستند. البته این موضوع شبیه به این بود که وقتی پسر کوچکم تازه داشت حرف می‌زد، ناگهان گفت که نمی‌تواند یک کلمه خاص را بگوید (آن کلمه گریه بود) چون که کلمه ی گریه ی کیف لغتش تمام شده است. چرا که هیچ کیف لغتی درون تو وجود ندارد که از لغت‌هایی که از آن بیرون می‌آیند استفاده کنی، کلمات همین‌طور که حرف می‌زنی بوجود می‌آیند، و به همین صورت هیچ کیف فوتونی در اتم وجود ندارد که فوتون‌ها از آن بیرون آمده باشند، بهتر از این نمی‌توانستم بگویم. پدرم از من راضی نبود چونکه من هیچ وقت نمی‌توانستم چیزهایی را که نمی‌دانست برایش توضیح دهم. بنابراین او ناراضی بود و من را این‌همه به دانشگاه‌ها فرستاد تا برایش چنین چیزهایی را توضیح دهم ولی هرگز نتوانست این‌گونه مسائل را بفهمد.

<sup>۲</sup> درجاتی که روی شانه نظامیان قرار می‌دهند



## دعوت به بمب

[ در حالیکه فاینمن روی رساله دکترای خود کار میکرد، از او خواسته شد که به طرح توسعه بمب اتمی بپیوندد. ]

طرح توسعه بمب اتمی یک کار کاملا متفاوت بود. به این معنی که من باید تحقیقات در حال انجام خودم را که آرزوی زندگی من بود، متوقف کنم و در عوض وقتم را صرف کاری کنم که حس می کردم باید برای حفظ تمدن بشری انجام دهم. قبول داری؟ بنابراین باید این امر را پیش خودم سبک سنگین می کردم. خوب، اولین عکس العمل من این بود که نمی خواستم به خاطر این کار عجیب فعالیت های عادی خودم را متوقف کنم. البته مسائل اخلاقی هم که شامل جنگ می شد نیز وجود داشت.

من کار زیادی نباید انجام میدادم، اما وقتی فهمیدم چه سلاحی بوجود خواهد آمد، یک جورایی می ترسیدم، چونکه احتمال ساخته شدن آن باعث ساخت حتمی آن می گردید. اگر ما این کار را انجام می دادیم، هیچ تضمینی وجود نداشت که طرف مقابل نتواند کار ما را انجام دهد. بنابراین بسیار مهم بود که همکاری کنم.

[ در اوایل ۱۹۴۳ فاینمن به تیم اپنهایمر در لوس آلاموس ملحق شد. ]



بخاطر مسائل اخلاقی، مطالبی است که دوست دارم در مورد آنها صحبت کنم. دلیل اولیه شروع پروژه که خطر آلمان ها بود باعث شد تا من کارهایی برای توسعه سیستم اولیه در پرینستون و بعد از آن در لوس آلاموس انجام دهم، برای طراحی مجدد بمب.

همه نوع تلاش شد تا این بمب بصورت یک بمب وحشتناکتری درآید. این پروژه ای بود که همگی خیلی خیلی سخت روی آن کار کرده و با هم همکاری نمودیم. در مورد هر پروژه ای مثل این، کار ادامه پیدا می کند تا به نتیجه برسد. اما کاری که من کردم - به طور غیراخلاقی باید بگویم که - دلیل انجام پروژه را فراموش کردم. بطوریکه وقتی دلیل تغییر یافت و آلمان شکست خورد، هیچ فکری به ذهنم نرسید که در مورد ادامه کار بازنگری کنم. بهمین سادگی. توجه کردی؟

[ در ۶ اگوست ۱۹۴۵ بمب اتمی در هیروشیما منفجر شد ]



تنها عکس العملی که یادم می آید و شاید بوسیله ی عکس العمل خودم از خود بیخود شده بودم، شادی و هیجان بسیار زیاد مردم بود. آنها در مهمانی هایی دور هم جمع می شدند و شادی می کردند. اختلاف عظیمی بود بین چیزی که در لوس آلاموس جریان داشت و آنچه همزمان در هیروشیما اتفاق می افتاد. من هم در آن شادی سهیم بودم در حال خوردن نوشیدنی تمبک زنان روی یک ماشین جیب تمام لوس آلاموس را می پیمودیم و در همان حال مردم در هیروشیما با مرگ دست و پنجه نرم می کردند.

بعد از جنگ من واکنش سخت و غریبی داشتم. شاید به خاطر خود بمب و یا هر دلیل روانشناسی دیگر بود. همسر را به تازگی از دست داده بودم. اما یادم می آید بلافاصله بعد از قضیه هیروشیما در نیویورک با مادرم در رستورانی نشسته بودیم و من به نیویورک فکر می کردم چون می دانستم بمب به چه بزرگی در هیروشیما انداخته شده و چه منطقه وسیعی را پوشش می دهد و از همین جور افکار، می دانستم اگر یکی از آن بمب ها در خیابان ۳۴ نیویورک انداخته شود می تواند بطور کامل تا جایی که ما هستیم (فکر کنم خیابان ۵۹) پخش شود و در نتیجه همه مردم می میرند و همه چیز نابود می شود. تازه تنها به یک بمب محدود نمی گردید. بسادگی می شد به ساختن آنها ادامه داد. بنابراین این چیزها نوعی محکوم به فنا بود. چون قبلا - برای خیلی قبلتر از کسانی که خوشبین تر بودند - آشکار شده بود که روابط بین الملل و رفتار مردم با قبل تفاوتی نکرده بود و آن ها هم همان راهی را می رفتند که مردم پیشین طی کرده بودند و من مطمئن بودم که به زودی از آن استفاده خواهد گردید. بنابراین ناراحت بودم و اعتقاد داشتم که بسیار احمقانه است که مثلا مردم پل می سازند، می گفتم: « آنها نمی فهمند ». من واقعا معتقد بودم که بی معنی است چیزی بسازیم زیرا همه چیز به هر حال بزودی نابود خواهد شد، اما آنها حرف مرا نمی فهمیدند. من این دیدگاه عجیب را در مورد هر بنایی که می دیدم داشتم. همیشه فکر می کردم چقدر احمقانه است که سعی می کنند چیز جدیدی بسازند. من واقعا در نوعی شرایط افسردگی قرار داشتم.

من مجبور نیستم خوب باشم،

بخاطر آنکه فکر می کنند من خوب خواهم بود

[ بعد از جنگ فاینمن به هانس بیته<sup>۳</sup> در دانشگاه کرنل پیوست. او پیشنهاد کار در انستیتوی مطالعات پیشرفته پرینستون را رد کرد. ]

آنها انتظار داشتند که از ارائه چنین پیشنهادی شگفت زده شوند اما من شگفت زده نشدم، بنابراین من به یک اصل جدید پی بردم، و این بود که من مسئول آنچه دیگران فکر می کنند قادر به انجام آن هستم نمی باشم؛ گمان دیگران که می پندارند خوب خواهم شد مرا مجبور به خوب بودن نمی کند. به هر حال این قضیه برای من حل شد. کمی به خودم فکر کردم. دیدم کار مهمی انجام نداده ام و هرگز قصد ندارم در راه انجام کار مهمی اقدام کنم. اما من همیشه از فیزیک و مسائل ریاضی لذت می بردم و چون عادت داشتم با مسائل فیزیکی و ریاضی بازی کنم پس انجام کارهایی که باعث شد تا بعدا بخاطرشان جایزه ی نوبل را ببرم خیلی برایم مشکل نبود.

---

<sup>۳</sup> برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۶۷ به خاطر سهمی که در نظریه برهمکنش های هسته ای داشت، مخصوصا برای اکتشافاتش مربوط به تولید انرژی در ستاره ها.

در ۱۹۶۵ جایزه نوبل فیزیک بین ریچارد فاینمن، ژولین شوینگر و سینیتیروتوموناگا به خاطر کار بنیادی آنها در الکترودینامیک کوانتومی و پیامدهای عمیق آن در فیزیک ذرات بنیادی تقسیم شد.

## جایزه نوبل – آیا می‌ارزید؟

[ به فاینمن به خاطر فعالیت هایش روی الکترودینامیک کوانتومی جایزه نوبل اعطا شد. ]

آنچه من در اصل انجام دادم ( که مستقلاً بوسیله دو تن دیگر، توماناگا در ژاپن و شوینگر انجام شد ) این بود که فهمیدم چگونه تئوری کوانتومی اولیه ی الکتریسیته و مغناطیس را که در ۱۹۲۸ تدوین شده بود کنترل، تحلیل و در مورد آن بحث کنم. و چگونه آن را تفسیر کنم که از بینهایت ها اجتناب نمایم و محاسباتی را بنا نهم که نتایج ملموس داشته و با هر آزمایشی که تا آن زمان انجام شده بود در توافق دقیق باشد بطوری که الکترودینامیک کوانتومی با آزمایش بدون شامل شدن نیروهای هسته ای در هر جزئیاتی توافق داشته باشد. این کاری بود که من در ۱۹۴۷ انجام دادم و جایزه نوبل را بردم.



[ بی بی سی: آیا ارزش جایزه نوبل را داشت؟ ] من چیزی از جایزه نوبل نمی‌دانم، و جایگاه آن را درک نمی‌کنم، همچنین نمی‌فهمم که چه چیزی ارزش چه چیزی را دارد، اما اگر آنهایی که در آکادمی سوئدی هستند تصمیم بگیرند که  $x$ ،  $y$  یا  $z$  جایزه نوبل را ببرند، همین طور خواهد شد. من کاری با جایزه نوبل ندارم ... این یک درد است در ... (خنده) من افتخار را دوست ندارم. من بواسطه ی کاری که کردم به آن ارج می‌گذارم، و برای مردمی که کارم را قدردانی می‌کنند. و می‌دانم که بسیاری از فیزیکدان ها هستند که از کار من استفاده خواهند کرد، چیز دیگری نمی‌خواهم، گمان نمی‌کنم چیز دیگری نیاز باشد. به تصور من این که کسی از آکادمی سوئدی کاری را آن قدر ارزشمند بداند تا قابل دریافت جایزه ی نوبل باشد امتیازی محسوب نمی‌شود. من قبلاً جایزه ام را گرفته ام.



**این جایزه لذت فهمیدن چیزهاست.** حرکتی به سوی کشفیات و مشاهداتی که افراد از آنها [کار من] استفاده می‌کنند. این ها واقعی هستند. افتخارات برای من غیر واقعی هستند و اعتقادی به آنها ندارم چون آزارم می‌دهند. افتخارات مرا اذیت می‌کنند، افتخارات سردوشی هستند، افتخارات یونیفرم هستند. پدرم مرا اینگونه بار آورده است. غیر از این نمی‌توانم طور دیگری باشم و تحمل آن را ندارم چرا که آن آزارم می‌دهد. هنگامیکه در دبیرستان بودم یکی از اولین افتخاراتم این بود که عضوی از آریستا شوم، آریستا گروهی متشکل از بچه‌هایی بود که رتبه‌های خوبی کسب کرده بودند، و هر کسی دوست داشت که عضو آریستا باشد. وقتی که به آریستا پیوستم دریافتم تنها کاری که آنها در جلساتهمان انجام می‌دادند این بود که

بنشینند و در مورد اینکه چه کس دیگری شایستگی عضویت در گروه شگفت‌انگیزشان را دارد بحث کنند. فهمیدی؟ پس ما می‌نشستیم و سعی می‌کردیم تصمیم بگیریم که چه کسی اجازه خواهد داشت تا به آریستا بپیوندد. این جور مسائل (افتخارات) به دلایلی که خودم هم نمی‌فهمم من را از نظر روانی آزار می‌داد و از آن روز تا کنون همواره آزار می‌دهد. زمانی یکی از اعضای آکادمی ملی علوم شدم، عاقبت مجبور به استعفا شدم چرا که آن هم سازمان دیگری بود که بیشتر وقتش را روی این قضیه می‌گذراند تا شخصی را که به اندازه کافی برجسته است انتخاب کند تا عضو آکادمی ملی شود. مسائلی از این قبیل نیز وجود داشت که آیا جای ما فیزیکدان‌ها تنگ میشد آن هم به این دلیل که آنها یک شیمیدان خیلی خوب دارند و تلاش می‌کنند که به ما بپیوندند در حالی که به اندازه کافی فضا برای او وجود ندارد؟ چه عیبی به شیمی دانها وارد است. همه چیز خراب شده بود زیرا بیشتر هدف این شده بود که ببینیم چه کسی این افتخار را دارد تا به گروهمان ملحق شود – درسته؟ من افتخار را دوست ندارم.

## قوانین بازی

[ از ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۸ فاینمن استاد فیزیک تئوری در موسسه تکنولوژی کالیفرنیا بود. ] یک روش جالب برای فهمیدن اینکه ما چگونه سعی در فهم قوانین طبیعت داریم نوعی شبیه سازی بامزه است که فرض کنیم خدایان بازی های بزرگی مانند شطرنج بازی می کنند، و شما قوانین بازی را نمی دانید، اما اجازه دارید که به صفحه ی شطرنج نگاه کنید، حداقل بطور گاه گاه از یک گوشه ای کوچک، از طریق این مشاهدات سعی می کنید تا قوانین بازی را بفهمید، و شاید بتوانید قوانین مهره هایی که تکان می خورند را بیابید. شما ممکن است بعد از مدت زمان کمی به عنوان مثال کشف کنید که وقتی فقط یک فیل در صفحه شطرنج است فیل رنگ خانه ای که در آن حرکت می کند را حفظ می کند. بعد از آن شما می یابید که فیل قطری حرکت می کند و این موضوع قانونی را که شما قبلا کشف کرده اید (این که رنگ خانه اش را حفظ کرده) توضیح می دهد. و این مانند کشف کردن یک قانون است و در نتیجه ی آن درک عمیق تری از بازی پیدا می کنید.

همه چیز خوب پیش می رود، شما همه ی قانون ها را کشف می کنید، همه چیز درست به نظر می رسد ولی اتفاقاتی رخ می دهند، ناگهان در گوشه ای پدیده ای عجیب و غریب اتفاق می افتد: قلعه رفتن، چیزی که انتظار آن را نداشتید. ما همواره در فیزیک بنیادی، در تلاش برای بررسی چیزهایی هستیم که نتایجشان را نمی فهمیم. بعد از آنکه آنها را به اندازه ی کافی آزمایش کردیم، راحت می شویم.

آن قسمتی که مطابق انتظار ما پیش نمی رود، و تناسبی ندارد از همه جالب تر است. هم چنین ما می توانیم دگرگونی هایی در فیزیک داشته باشیم: بعد از آنکه متوجه شدیم که فیل ها رنگ خانه هایشان را حفظ می کنند و قطری حرکت می کنند و غیره ... تا زمان طولانی همه می دانند که این قانون درست است، ناگهان روزی در یک بازی شطرنج کشف می کنید که فیل رنگ خانه اش را حفظ نکرده. رنگش را تغییر داده است. مدتی بعد یک احتمال جدید را خواهید یافت، اینکه یک فیل زده شده است و هنگامیکه پیاده ای به آخر خط (صفحه ی شطرنج) می رسد، فیل جدیدی را که قبلا از بازی خارج شده است وارد صفحه می کند. (می بینید که فیل هم این گونه می تواند رنگ خانه ی خود را تغییر دهد.) این اتفاق می تواند رخ دهد اما شما این را نمی دانستید. قوانین ما هم خیلی شبیه به این هستند: این قانون ها گاهی اوقات کاملا درست به نظر می رسند، به کارشان ادامه می دهند ولی ناگهان تغییرهای کوچکی آنها را اشتباه جلوه می دهد. در نتیجه ما باید شرایطی را که تغییر رنگ فیل تحت آن رخ داده است را بررسی کنیم و پیش برویم تا به تدریج قانون جدیدی را یاد بگیریم که این شرایط را عمیق تر توضیح می دهد. بر خلاف شطرنج که در آن وقتی که بیشتر پیش می روید قانون ها پیچیده تر می شوند، در فیزیک، وقتی که شما چیزهای جدیدی کشف می کنید، ساده تر به نظر می آید.

آن پیچیده تر به نظر می رسد به این دلیل که ما تجربه های بزرگتری یاد می گیریم - یعنی درباره ذرات بیشتر یاد گرفته و چیزهای جدیدتری می آموزیم - بنابراین قانون ها مجددا پیچیده به نظر می آیند. اما اگر شما همیشه تشخیص دهید که چه چیز شگفت انگیز است یعنی اگر ما تجربیاتمان را گسترده تر کنیم که نواحی مشکل تر تجربه را در بر گیرد گاهی اوقات هنگامی که همه چیز در قالب یک وحدت قرار می گیرد این یکپارچگی ها را در پیش رو خواهیم داشت که در آن کارها به ساده تر از آن چه که قبلا به نظر می آید تبدیل خواهد شد.

اگر شما به هویت غایی جهان فیزیکی، یا جهان کامل، علاقه مند هستید و در حال حاضر تنها راه ما برای فهمیدن این جهای فیزیکی از طریق استدلال های ریاضی است، پس من تصور نمی کنم کسی بتواند بخش زیادی از جنبه های ویژه ی جهان، یا



ژرفای زیاد ویژگی جهانی بودن قانون ها و روابط چیزها را بدون فهمی از ریاضیات درک کند. من راه دیگری را برای فهمیدن این مسائل نمی دانم، ما روش دیگری را برای شرح دقیق آن یا دیدن روابط مشترک آنها نمی شناسیم. بنابراین من فکر نمی کنم کسی که ادراک ریاضی خود را گسترش نداده باشد کاملاً قادر باشد تا ارزش واقعی این جنبه از جهان را درک کند – منظور منو اشتباه نفهمید جنبه های بسیار زیادی از جهان هم وجود دارند که دانستن ریاضیات برای آنها لازم نیست، مثل عشق، که ارزش های خیلی لذت بخش عالی دارد و به انسان یک حس بیم و هیبت می دهند. منظورم این نیست که فیزیک تنها چیز در این جهان است اما شما درباره ی فیزیک صحبت می کردید و اگر این آن چیزی است که شما درباره ی آن صحبت می کردید باید بگویم در نتیجه ی نداشتن ریاضیات یک محدودیت جدی برای فهمیدن جهان ایجاد می شود.

## در هم شکستن اتم

خوب، آنچه که من در فیزیک بر روی آن کار می‌کنم در حال حاضر، مساله خاصی است که با آن روبرو شده ایم و من می‌خواهم آن را شرح دهم. شما می‌دانید که هرچیزی از اتم ساخته شده است، ما قبلا به این موضوع رسیده بودیم و بیشتر مردم از قبل این را می‌دانند: اینکه اتم یک هسته دارد با الکترون هایی که به دور آن می‌چرخند. رفتار الکترون ها در خارج از هسته کاملا شناخته شده است، تا جایی که اگر به زبان الکتروپنایمیک کوانتومی حرف بزنیم، که قبلا درباره ی آن به شما گفته بودم، قوانین آن بخوبی فهمیده شده است. مسئله ی بعدی این بود که هسته چگونه کار می‌کند؟ ذرات چگونه برهم کنش می‌نمایند؟ چگونه آنها کنار هم نگه داشته می‌شوند؟ یکی از نتایج فرعی، کشف شکافت هسته ای و ساخت بمب بود. اما کشف کردن نیروهای بنیادی که ذرات هسته ای را کنار یکدیگر نگه می‌دارد یک کار طولانی بود. در ابتدا تصور می‌شد که تبادل یک نوع ذره در داخل وجود دارد – که به وسیله ی یوکاوا پیشنهاد شده بود، که پیون نامیده می‌شد، و این گونه پیش بینی می‌شد که اگر شما پروتون ها را (پروتون ها یکی از ذرات داخل هسته هستند) به طرف یک هسته شلیک دهید، آن ها پیون هایی را از هسته خارج خواهند کرد و با اطمینان کافی این ذرات به بیرون آمدند.

نه فقط پیون ها بلکه ذرات دیگر هم بیرون آمدند که ما برای نامگذاری آنها اسم کم می‌آوردیم (کائون ها، سیگماها و لانداه و غیره؛ آنها در حال حاضر هادرون نامیده می‌شوند) و همین طور که ما انرژی بر هم کنش را افزایش می‌دادیم، به ذرات به مراتب متفاوت تری دست می‌یافتیم، تا اینکه تعداد آنها به صدها نوع ذرات مختلف رسید؛ بنابراین مسئله ما از سالهای ۱۹۴۰ تا ۱۹۵۰ و تا زمان حاضر پیدا نمودن طرحی بود که در پشت این اتفاق وجود داشت. به نظر می‌آمد که روابط و طرح های بسیار بسیار جالبی در مورد ذرات وجود داشته باشند تا آن که نظریه ای به وجود آمد که این مسئله را توضیح بدهد، و آن اینکه همه ی این ذرات از چیزهای دیگری ساخته شده بود، که آنها را کوارک نامیدند (برای مثال، سه کوارک یک پروتون را می‌سازد) و پروتون یکی از ذرات هسته است؛ ذره ی دیگری که هسته را می‌سازد، نوترون است. کوارک ها انواع مختلفی بودند (در واقع، در ابتدا فقط سه کوارک برای توصیف صدها ذره مورد نیاز بود) آنها نوع  $u$ ،  $d$ ،  $s$  نامیده می‌شوند. دو  $u$  و یک  $d$  پروتون را می‌سازند، دو  $d$  و یک  $u$  نوترون را می‌سازند. اگر آنها به صورت دیگری آرایش بگیرند ذرات دیگری را می‌سازند.

بعد این مشکل پیش آمد: رفتار دقیق کوارک ها چیست؟ و چه چیزی آنها را در کنار هم نگاه می‌دارد؟ و یک نظریه اندیشیده شد که خیلی ساده است، و شباهت خیلی نزدیکی به الکتروپنایمیک کوانتومی دارد (نه دقیقا همان اما خیلی نزدیک به آن) که در آن کوارک ها خیلی شبیه الکترون می‌باشند و ذراتی که گلوئون نامیده می‌شدند، شبیه فوتون ها هستند (آن چه که بین الکترون ها و پروتون ها وجود دارد، و باعث می‌شود که آنها به طور الکتریکی همدیگر را جذب کنند). از نظر ریاضیات خیلی شبیه الکتروپنایمیک کوانتومی بود اما جملات کمی وجود دارند که آن را قدری با الکتروپنایمیک کوانتومی متفاوت می‌سازند. این اختلافی که در شکل معادلات حدس زده شده بود به وسیله ی قوانین بسیار ساده و زیبا و معینی صورت گرفته بود نه اینکه به صورت اختیاری و دلخواه صورت گرفته باشد. آنچه اختیاری است این است که چند نوع متفاوت از کوارک ها وجود دارد، ولی نیروی مشخصه میان آنها اختیاری نمی‌باشد.

حال بر خلاف الکتروپنایمیک، که در آن دو الکترون می‌توانند تا فاصله ی به حد کافی دوری که می‌خواهید گذاشته شوند، در واقع هنگامی که آنها خیلی دور از هم باشند نیرو ضعیف تر شده است؛ اگر این موضوع برای کوارک ها درست باشد شما انتظار خواهید داشت هنگامی که شما ذرات را با شدت کافی به هم برخورد می‌دهید کوارک ها بتوانند بیرون آیند. اما به جای آن، وقتی که یک آزمایش با انرژی کافی انجام می‌دهیم، انتظار داریم که کوارک بیرون بیاید اما به جای آن فورانی از ذره ها

که در همان جهت هادرون برخوردی حرکت می کنند، وجود دارد نه کوارک، و از تئوری واضح است که وقتی کوارک بیرون می آید به طریقی این جفت هایی از کوارک را می سازد و آن ها گروه هایی را تشکیل می دهند و هادرون را می سازند.

سوال اینست چرا این قدر اختلاف با الکترودینامیک هست؟ و چگونه این جملات اختلافی کوچک که در معادلات با یکدیگر فرق دارند، این اثرات کاملا متفاوت را ایجاد می کنند؟ در حقیقت، این که این تفاوت واقعا از کجا می آید برای بیشتر مردم تعجب آور بود و شما در ابتدا فکر می کردید که تئوری اشتباه بوده است. اما بیشتر که مطالعه می شود مشخص می شود که این جمله ی اضافی این اثرها را ایجاد می کند. حالا ما در موقعیتی بودیم که در تاریخ فیزیک با هر زمان دیگری متفاوت بود. ما یک تئوری داریم، یک تئوری کامل و معین، منظورم هادرون ها می باشند، همچنین ما تجربیات و جزئیات زیادی داریم، پس چرا نمی توانیم بلافاصله تئوری را امتحان کنیم، تا به درست یا غلط بودنش پی ببریم؟ زیرا آنچه که باید انجام دهیم محاسبه است که پیامد تئوری است. اگر تئوری درست است، چه اتفاقی باید بیفتد؟ و چه اتفاقی افتاده است؟ بسیار خوب، اکنون در این زمان مشکل در گام اول است. اگر تئوری درست است فهم چیزی که باید اتفاق بیفتد، سخت است. در حال حاضر درگیری با ریاضیاتی که برای فهم پیامدهای تئوری مورد نیاز است، فوق العاده مشکل است. بنابراین واضح است که مشکل من چه چیزی است. مشکل من این است که راهی بدست آورم تا از این تئوری عدد بگیرم تا امتحان کنم که آیا آن تئوری واقعا دقیق است. البته نه فقط از نظر کیفی، و اینکه بفهمم آیا ممکن است از این تئوری یک نتیجه ی درست بدست آید.

من چند سالی را سعی کردم که ریاضیاتی را خلق کنم تا به من اجازه دهد معادلات را حل کنم، اما به جایی نرسیدم، و سپس برای انجام این کار تصمیم گرفتم کم و بیش شکل جواب معادلات را حدس بزنم. توضیح این خیلی مشکل است، اما من باید قبل از این که به یک نظر کمی خوب برسم، به یک نظر کیفی می رسیدم، این که پدیده چگونه کار می کند. به عبارت دیگر، افراد حتی به طور سطحی نمی فهمیدند که آن پدیده چگونه کار می کرد، بنابراین من در یکی دو سال گذشته بیشتر سعی می کردم تا به طور کلی البته نه هنوز به طور کمی، بفهمم آن پدیده چگونه کار می کند با این امید که در آینده آن فهم تقریبی با یک ابزار، راه یا الگوریتم ریاضی دقیق جایگزین شود تا بتوان از تئوری به جزئیات رسید. متوجه هستید؟ ما در یک موقعیت خنده دار هستیم: ما دنبال تئوری نمی گردیم، ما تئوری داریم (یک کاندیدای خوب خوب) اما در مرحله ای از علم هستیم که احتیاج داریم تئوری را با تجربه و با رسیدن به نتایج و امتحان کردن آنها مقایسه کنیم. ما در نتایج گیر افتاده ایم، و این هدف و خواسته ی من است که بفهمم آیا می توانم راهی را بدست آورم که به نتایج این تئوری برسم (می خندد). این یک موقعیت احمقانه است که ما در آن گیر افتاده ایم، این که ما یک تئوری داشته باشیم و نتوانیم پیامد های آن را بدست آوریم. این موضوع برای من غیر قابل تحمل است، من اید این را بفهمم. شاید یک روزی این اتفاق بیفتد.

## بگذار جرج انجام دهد

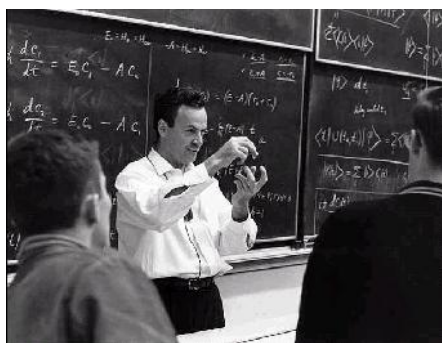
برای انجام یک کار حقیقی و خوب فیزیکی، به یک زمان فشرده نیاز دارید تا نظرات مبهمی را که به خاطر سپردن آنها سخت است، جمع آوری کنید، این درست مثل ساختن خانه ای است، با کارت هایی که هر کدام از این کارت ها سست و ضعیف بوده و اگر شما یکی از آنها را فراموش کنید همه ی آنها فرو می ریزند. شما نمی دانید که چگونه این اتفاق می افتد پس مجبورید که آنها را دوباره بسازید، و اگر یک جورایی چگونگی قرار گرفتن کارت ها در کنار هم را فراموش کنید متوقف می شوید (کارت های شما قسمت های مختلف ایده ی شما هستند، که باید باهم باشند تا یک ایده ساخته شود) نکته اصلی این است، شما قسمت های مختلف ایده ی خود را روی هم می گذارید، این دقیقا مثل یک برج است و این قسمت های مختلف به راحتی سر می خورد و می لغزد، و برای نلغزیدن به تمرکز زیادی احتیاج دارید، (همان زمان منسجم برای فکر کردن) و اگر شما اشتغال فکری در اداره یا هر جایی مثل آن داشته باشید، دیگر فکر شما منسجم نمی شود. بنابراین من برای خودم یک افسانه ی دیگر ساخته ام: من بی مسئولیت هستم . به همه می گویم، من هیچ کاری انجام نمی دهم. اگر کسی از من بخواهد که در کمیته ای باشم و مراقب امر پذیرش دانشجو باشم، نه، مسئولیت آن را نمی پذیرم، من محل به دانشجویان نمی گذارم. البته چرا دانشجو برای من اهمیت دارد ولیکن چون می دانم که کس دیگری این کار را خواهد کرد. به قول معروف:

"Let George Do it!" در حالی که شما نباید این دیدگاه را داشته باشید، چون کار درستی نیست، اما من این کار را می کنم چون دوست دارم فیزیک کار کنم و می خواهم بیشتر بدانم که آیا هنوز می توانم ادامه دهم به خاطر همین من خودخواهم، درسته چون می خواهم فیزیک کار کنم.

## خسته از تاریخ

همه ی آن دانشجویان در کلاس هستند. اکنون از من در مورد اینکه چگونه باید به بهترین نحو به آنها درس بدهم سوال می شود؟ آیا بهتر است که به آنها از دیدگاه سیر تاریخ علم درس بدهم؟ یا از کاربردهایش بگویم؟

به نظر من بهترین راه تدریس، این است که هیچ فلسفه ای نداشته باشی (یک مسیر مشخص نداشته باشی) و پر تلاطم عمل کنی. یعنی از هر راه ممکن برای تدریس استفاده کنی. و این تنها راهی است که من برای پاسخ دادن به آن سوال می توانم اراده کنم. یعنی در طول زمان در برخورد با شرایط مختلف راه تدریس مناسب را پیدا می کنی. مثلاً وقتی شخصی که به روند تاریخی علم علاقه دارد با ریاضی نظری (انتزاعی) کسل می شود، از طرف دیگر شخصی که امور انتزاعی را دوست دارد، با روند تاریخی کسل خواهد شد. اگر آن تئوری را بتوانی اجرا کنی همیشه همه را کسل نمی کنی و شاید کار تدریس تو بهتر انجام شود. من واقعا نمی دانم که چگونه این کار را انجام دهم. من نمی دانم پاسخ این سوال که ذهن های مختلف با علایق مختلف را چگونه علاقه مند کنم چیست.



یک راه از طریق اجبار است؛ تو مجبوری این درس را بگذرانی، تو مجبوری این امتحان را بدهی، این یک روش بسیار تاثیرگذار است. بسیاری از افراد این گونه به مدرسه می روند و این روش می تواند بسیار موثر باشد. من متاسفم که بعد از سالهای بسیار بسیار زیاد تدریس و امتحان کردن روش های مختلف، واقعا نمی دانم که چگونه باید این کار را انجام دهم.

## پسر مثل پدر<sup>۴</sup>

وقتی بچه بودم خارج از مطالبی که پدرم به من می آموخت، خودم نیز شوق آموختن داشتم. بنابراین تلاش کردم که به پسرم چیزهای جالب و زیبایی درباره ی دنیا بگویم. وقتی که پسرم خیلی کوچک بود، او را به رختخواب می بردیم و همینطور که می دانید برای او قصه می گفتیم. من برایش قصه ای می ساختم درباره ی آدم های کوچکی که قد بسیار کوتاهی داشتند.

آنها قدم می زدند، پیک نیک می رفتند و در هواکش زندگی می کردند.

آن ها از بین چیزهایی که برای آنها بلند، بزرگ و آبی بود و شبیه درخت هایی بدون برگ و فقط با یک ساقه بودند، حرکت می کردند و مجبور بودند از بین آن ها حرکت کنند و ... پسرم کم کم به این نتیجه می رسید که آن چیزهای بلند پرزهای یک قالیچه است، پرزهای روی قالیچه ی آبی. او از این بازی لذت می برد، چون همه چیز را خیلی عجیب برای او توضیح می دادم. و او این قصه ها را دوست داشت چون ما در این بازی همه ی چیزهای عجیب و غریب را داشتیم.

حتی یک بار او را از نظر ذهنی به داخل غار مرطوبی که هوا در آن رفت و آمد می کرد، بردم. هوای سرد داخل غار می شد و هوای گرم از آن بیرون می رفت و به همین ترتیب. در واقع منظور من از این غار بینی سگ بود و به همین روش من توانستم به او همه چیز را راجع به فیزیولوژی یاد بدهم.

او این روش را دوست می داشت، به همین طریق من خیلی از این مسائل را به او می آموختم و من هم لذت می بردم چون از چیزهایی که دوست داشتم به او می گفتم. هنگامی که او حدس می زد که منظور از بازی یا قصه چیست لذت می بردیم. من یه دختر نیز داشتم و سعی می کردم که همین چیزها را به او بگویم ولی شخصیت دختر من متفاوت بود. او دوست نداشت که به این قصه ها گوش کند. او دوست داشت داستان های کتاب ها را برایش دوباره تکرار کنم. از من می خواست که برایش داستان بخوانم نه اینکه برایش داستان بسازم و این یک شخصیت متفاوت است. اگر من بگویم که روش خوب برای آموزش علم به بچه ها ساختن این داستان ها از این آدم های کوچک است، حرف درستی نزده ام چرا که این روش اصلا روی دخترم جواب نداد با اینکه روی پسرم موثر بود.



<sup>۴</sup> برگردان ضربالمثل انگلیسی "Like father, Like son" به فارسی:

« پسر کو ندارد نشان از پدر تو بیگانه خوانش نخوانش پسر »

## علمی که علم نیست

فکر می‌کنم موفقیت علم باعث بوجود آمدن نوعی شبه علم هم شده است. به عنوان مثال علوم اجتماعی علمی است که در واقع علم نیست.

در علوم اجتماعی کارها بطور علمی انجام نمی‌گیرد، در این علم یک سری فرم‌ها را دنبال می‌کنند. مثلا داده‌ها را جمع‌آوری می‌کنند و همین‌طور ادامه می‌دهند ولی به هیچ قانونی نمی‌رسند. آنها هنوز هیچ چیز را کشف نکرده‌اند. و هنوز به هیچ‌جا نرسیده‌اند، شاید یک روزی برسند، اما خیلی پیشرفته نیست و این اتفاق در یک سطح عادی است.

ما بر روی هرچیزی چنان کار می‌کنیم که به صورت شاخه‌ای از مهارت‌های علمی درآید. ولی آنها علمی کار نمی‌کنند، پشت میز تایپ می‌نشینند و عباراتی می‌سازند مانند: گیاهانی که با کودهای گیاهی یا حیوانی رشد می‌کنند، بهتر از گیاهانی هستند که با کودهای شیمیایی رشد کنند. شاید درست باشد، شاید هم نباشد. ولی به هیچ‌شکلی اثبات نشده است. اما آن‌ها پشت میز می‌نشینند و همه‌ی این مسائل را به عنوان علم می‌سازند بعد به یک متخصص تغذیه تبدیل می‌شوند. در اطراف ما انواع این شبه علم‌ها وجود دارد.

شاید من کاملا در اشتباه باشم و آن‌ها واقعا همه‌ی این مسائل را بدانند، ولی فکر نمی‌کنم که من اشتباه کنم.

می‌دونی، حُسن من این است که به این رسیده‌ام که چقدر سخته اگر واقعا بخواهیم چیزی را بفهمیم. و چقدر بایستی در بررسی نتایج آزمایشات دقیق باشیم و چقدر راحت دچار اشتباه می‌شویم و به این اشتباهات خود می‌خندیم. من می‌دانم چیزی را دانستن یعنی چه. و برای همین وقتی می‌بینم آنها چطور اطلاعاتشان را بدست می‌آورند، نمی‌توانم باور کنم که آن‌ها را درک کرده‌اند، آن‌ها کار لازم را انجام نداده‌اند، بررسی کافی نکرده‌اند، و دقت لازم را نداشته‌اند. من شک دارم که آنها ندانند همه‌ی این حرف‌ها غلط است، آنها مردم را مرعوب خود ساخته‌اند. من جهان را خیلی خوب نمی‌شناسم ولی اینگونه تصور می‌کنم.

## شک و تردید

اگر از علم انتظار دارید تا جواب هر پرسش عجیبی مثل ما چه هستیم؟ کجا می رویم؟ معنی دنیا چیست؟ و غیره را بدهد فکر می کنم که براحتی سرخورده شوید و به دنبال جوابهای مرموز این سوال ها بگردید. من نمی دانم چگونه دانشمندی می تواند چنین جوابی بدهد چون که کل ماوراء الطبیعه باید درک شود. خوب، ولش کنید. به هر حال من اینو نمی فهمم، اما هر طور که فکر کنید، طرز تفکر من در مورد کاری که می کنیم اینه که ما در حال کاوش هستیم و سعی داریم تا آن جا که ممکن است در مورد دنیا بدانیم. مردم از من می پرسند: « آیا تو در جستجوی قوانین نهایی فیزیک هستی؟ » نه! من دنبال آن نیستم. من فقط دنبال بیشتر فهمیدن دنیا هستم و اگر معلوم بشود که قانون نهایی ساده ای وجود دارد که همه چیز را توضیح می دهد، البته کشف آن خیلی دلپذیر خواهد بود.

اگر معلوم بشود علم مانند پیازی با میلیون ها لایه است و ما از نگاه به این لایه ها خسته و درمانده می شویم، پس باید همچنان باشد لیکن ما بدون اینکه در مورد شکل پیاز فکر کنیم درصدد کسب اطلاعات بیشتری در مورد آن باشیم و پیامد آن هر چیزی که هست، معلوم خواهد شد. بنابراین هنگامی که برای تحقیق در مورد پیاز (علم) می رویم نباید از قبل حدس بزنیم که چه هست، فقط سعی کنیم بیشتر درباره ی آن بدانیم.

اگر مشکل شما اینه که چرا باید بیشتر بدانیم و فکر می کنید، سعی دارید با بیشتر دانستن به پاسخ یک سوال فلسفی عمیق برسید ممکن است که دچار اشتباه شده باشید. ممکن است با فهمیدن بیشتر طبیعت نتوانید به پاسخ این سوال فلسفی برسید، اما من به دنبال جواب چنین پاسخ های فلسفی نیستم که چنین نظری ندارم. علاقه ی من به علم فهمیدن ساده ی دنیاست و هرچه قدر بیشتر بفهمیم بهتر می فهمیم.

رموز قابل توجه زیادی وجود دارد، درباره ی این واقعیت که ما قادریم کارهای بسیار بیشتری از آنچه که حیوانات انجام می دهند انجام دهیم. و معماهای دیگری از این قبیل نیز موجود است. اما اینها رازهایی هستند که من می خواهم بدون اینکه جوابشان را بدانم در موردشان تحقیق کنم. و روی هم رفته نمی توانم به این داستان های ویژه که در مورد رابطه ی ما با کل هستی ساخته شده اند معتقد باشم. برای اینکه آنها خیلی ساده به نظر می رسند. خیلی محدود، خیلی محلی، خیلی ایالتی. کره ی زمین، او به کره زمین آمد، صورتی از خدا به زمین آمد، فکر کنید، و به آنچه که در آنجا است توجه نمایید. چرا که مطالبی که این چنین گفته می شود، متناسب نیست. به هر طریق بحث کردن فایده ای ندارد. من نظری نمی دهم (بحثی نیست). من فقط سعی می کنم به شما بگویم چرا دیدگاه علمی ای که دارم بر روی باورهایم اثر می گذارد. همچنین موضوع دیگری هست و آن این سوال که چگونه شما می فهمید که چیزی درست است؟ و اگر همه ی ادیان مختلف در این مورد تئوری های مختلفی داشته باشند، آنجاست که شگفت زدگی آغاز می شود. وقتی که شروع کردی به شک کردن، مثلاً شک می کنی و از من می پرسی آیا علم درست است؟ شما می گوئید: نه.

ما نمی دانیم چی درست است، ما سعی داریم تا اینو بفهمیم و هر چیزی احتمال غلط بودنش هست.

با گفتن اینکه هر چیزی احتمالاً اشتباه است، شروع به درک دین کن. این کار را بکن. به محض این که این کار را کردی، شروع به پایین لغزیدن از لبه ای می کنی که برگشتنش سخت است. با دیدگاه علمی یا همان دیدگاه پدرم که معتقد بود، باید خوب نگاه کرد و دید که چه چیزی درست است، چه چیزی احتمالاً درست است یا چه چیزی درست نیست. وقتی که شک کردی و پرسیدی، کارهایی که در مورد خودم قسمتی بنیادی از روحم شده، آن وقت که شک کردی و پرسیدی باور سخت می شود.



می دونی، یک مساله اینه که من می توانم با شک و تردید و ندانستن زندگی کنم. فکر کنم که خیلی جالب تر باشه که ندانی و زندگی کنی تا این که جواب هایی داشته باشی که احتمالا غلطتند. من جواب های تقریبی دارم و همچنین باورهای ممکن و درجات یقین مختلف در مورد چیزهای مختلف دارم. اما مطلقا از چیزی که مطمئن نیستم و مسائلی هستند که هیچ چیزی در موردشان نمی دانم. مثلا آیا هیچ معنی دارد که بپرسیم چرا ما اینجا هستیم؟ این سوال چه معنی دارد؟ من در این مورد کمی فکر می کنم و اگر نتوانم بفهمم، سراغ چیز دیگری می روم و حتما نباید جوابش را بدانم. من از ندانستن چیزها احساس ترس نمی کنم.

گم شدن در یک دنیای مرموز، بدون هیچ هدفی، که تا آن جا که می دانم واقعا هم همینطور است، این چیزها من را نمی ترساند.

پایان