

وزارت فرهنگ و تفریح



مرکز اسناد و کتابخانه ملی

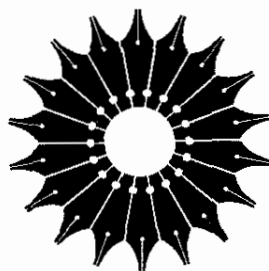
# جزء و کل

ورنر هایزنبرگ

ترجمه

حسین معصومی همدانی





# جزء و کل

ورنر هایزنبرگ

ترجمه

حسین معصومی همدانی

مرکز نشر دانشگاهی



Werner Heisenberg, *Der Teil und das Ganze, Gespräche im Umkreis der Atomphysik*, Munich, R. Piper, 1969.  
 [Physics and Beyond, Encounters and Conversations, Tr. by Arnold J. Pommerans, London, Allen & Unwin, 1971.]

جزء و کل

تألیف ورنر هایزنبرگ

ترجمه حسین معصومی همدانی

مرکز نشر دانشگاهی

چاپ اول ۱۳۶۸

چاپ پنجم ۱۳۸۶

تعداد ۱۰۰۰

حروفچینی: لاینوترون مرکز نشر دانشگاهی

لیتوگرافی: بهزاد

چاپ: دایره سفید

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاهی محفوظ است

فهرست‌نویسی پیش از انتشار کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

هایزنبرگ، ورنر، ۱۹۰۱ - ۱۹۷۶ م. Heisenberg, Werner

جزء و کل / ورنر هایزنبرگ، ترجمه حسین معصومی همدانی. - تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۲.

ن. ۲۴۸ ص. - (مرکز نشر دانشگاهی، ۴۵۵ فیزیک)

ISBN 964-01-0455-8

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

عنوان اصلی: Physics and beyond: encounters and conversations.

چاپ لیلی: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۸ (بدون فروست).

چاپ پنجم: ۱۳۸۶.

۱. فیزیک هسته‌ای، حسینی، ۱۳۲۷ - ، مترجم ب. مرکز نشر دانشگاهی.

ج. عنوان.

۵۳۹/۷

۰۰۷۲/۲/۵۲ ج ۲

۱۳۸۲

۲۰۲۵ - ۸۲ م

کتابخانه ملی ایران

## بسم الله الرحمن الرحيم

### مقدمه مترجم

□ جزء وکل کتابی است که تاریخچه فیزیک جدید را از زبان یکی از بنیانگذاران آن حکایت می کند، و نیز به رابطه فیزیک با مسائل فلسفی و تاریخی و اجتماعی می پردازد، و به خصوص نشان می دهد که کار فیزیکدان به آزمایش کردن و سرهم کردن فرمولها خلاصه نمی شود، بلکه فیزیکدان اصیل نمی تواند از مسائل فکری و فلسفی غافل بماند، و کار فیزیکی او از مشغله های فکریش جدایی ناپذیر است.

ورنر هایزنبرگ (۱۹۰۱ تا ۱۹۷۶) نویسنده این کتاب نمونه این نوع فیزیکدانان است، و شاید مانند ارسطو و گالیله و نیوتن و اینشتین عنوان فیلسوف طبیعت بیشتر برآورده او باشد. او نه تنها، به گفته های دیگر، «به شیوه ای کاملاً فیلسوفانه می اندیشد، و تنها بدین سبب است که می تواند راههای تازه ای در طرح پرسش بگشاید» بلکه از شرکت در بحثهایی که بر اثر پرسشهای تازه و نوآوریهای او در فیزیک پدید آمده ابایی نداشته است و همواره مشوق این بحثها بوده است. گذشته از این، هنرمند و هنرشناس است، نویسنده چیره دستی است که این کتاب بهترین گواه توانایی او در نویسندگی است، زندگی در یکی از پر حادثه ترین دورانهای تاریخ اروپا سپری شده و جنگها و انقلابهای عظیمی را به چشم دیده است. مجموع این خصوصیات در این کتاب انعکاس یافته و به آن، در میان کتابهایی که دانشمندان معمولاً سرپیری

---

1. Martin Heidegger, "Modern Science, Metaphysics, and Mathematics," in David Farrell Krell, ed., *Martin Heidegger: Basic Writings*, Routledge and Kegan Paul, 1978, p.248.

درباره زندگی خود می نویسند، امتیاز و برجستگی خاصی بخشیده است. اما این کتاب به هیچ وجه تاریخ علم یا زندگینامه عادی یا علمی نویسنده آن نیست، و گرچه گاهی در بحثهای مربوط به تاریخ مکانیک کوانتومی به مطالب آن استناد می شود، ظاهراً هیچ مطلب آن را، تا وقتی که منبع مستقل دیگری تأییدش نکند، نمی توان واقعیت مسلم تاریخی شمرد. نویسنده هم چنین منظوری نداشته است. این کتاب بازسازی دیدارها و گفتگوها و تأملاتی است که نویسنده در مدتی نزدیک به نیم قرن با همزمانان خود و درباره حوادث روزگار خود داشته است، و البته چند فکر و بحث اصلی مثل رشته ای این گفتگوها و تأملات را به هم پیوند می دهد.

نویسنده در بیان این فکرها و بحثهای اصلی به قدری اصرار ورزیده و تأکید کرده و جایی که در این کتاب به این افکار اختصاص داده به اندازه ای است که شاید بهتر از هر چیز دیگر در زدودن این پندار که فیزیکدان، یا دانشمند به طور کلی، کاری جز جفت و جور کردن واقعیات ندارد و هیچ اندیشه ای او را در کارش راهبری نمی کند، مؤثر باشد، اما شیوایی بیان هایزبرگ، و به خصوص اصرار او در اینکه در این کتاب از زندگی شخصی و کار علمی خودش هر چه کمتر حرف بزند، ممکن است منشأ پندار دیگری شود و برخی از خوانندگان گمان کنند که فیزیکدانان کاری جز نشستن و بحث فلسفی کردن ندارند. حقیقت این است که در پس این بحثهای اوقات فراغت کار متمادی و فشرده و نفس گیری است که کمتر در این کتاب انعکاس یافته است، و دست کم آشنایی با بعضی از نتایج آن کارها برای فهم پاره ای از مباحث این کتاب ضروری است.

هایزبرگ یکی از سازندگان مکانیک کوانتومی و کاشف یا مبدع اصلی است که به نام خود او به اصل عدم حتمیت یا عدم قطعیت هایزبرگ معروف است. و نیز یکی از واضعان و مبلغان «تعبیر کپنهاگی» است که از رایجترین تعبیرهای فلسفی مکانیک کوانتومی محسوب می شود. هایزبرگ و بور با شور تمام از این تعبیر، که همیشه مخالفان و موافقان فراوانی داشته است، دفاع می کردند و چنانکه از برخی از فصول این کتاب پیداست، گاهی پای آن را به قلمروهایی جز فیزیک هم می کشاندند و می کوشیدند از آن يك فلسفه تمام عیار برای حل یا دست کم برای بیان درست همه مسائل و مشکلات فکری بسازند. عمده مطلب در فصلهایی از جزء و کل بحث درباره این تعبیر و کاربردهای آن است، و طبعاً چنانکه از هایزبرگ انتظار می رود در بیان آن و دفاع از آن کوتاه نیامده است. با این حال، او در بیان نظرات دیگر هم جانب انصاف را رعایت کرده است. به همین دلیل، مطالعه این فصلها را می توان در دروسهای

فلسفه علم و فلسفه فیزیک به دانشجو توصیه کرد.

□ هایزنبرگ در این کتاب زندگی خصوصی و چهره علمی خود را هم کمتر ظاهر کرده و به کارها و درگیریهای اجتماعی و سیاسی خود زیاد نپرداخته است. به خصوص نقش او در وقایع دوران رایش سوم از این کتاب چندان شناخته نمی شود، و آنچه می بینیم بازتاب عاطفی و فکری آن وقایع است. در این دوران هایزنبرگ تصمیم گرفت در آلمان بماند، و دلایل این تصمیم هم در این کتاب در خلال گفتگویی با پلانک به تفصیل بیان شده است. اما در این تصمیم گیری او تنها نبود. برخلاف کسانی چون اینشتین و شرودینگر که از روی اجبار یا به میل خود آلمان را ترک گفتند، کسانی چون پلانک و زومرفلد و فون لاونه و هایزنبرگ تصمیم گرفتند در آلمان بمانند. اینان که در سیاست غالباً محافظه کار یا لیبرال بودند خود را پاسدار یک سنت دیرینه دانشگاهی در آلمان می دانستند که معتقد بود دانشگاه باید خود را از معرکه سیاست و جنگ احزاب دور نگاه دارد و تنها در خدمت منافع ملت آلمان باشد. به همین دلیل همچنان که در فاصله سالهای ۱۹۱۸ تا ۱۹۳۳ با جمهوری چپ گرای وایمار همکاری کرده بودند، در دوران رایش سوم هم ماندند، و به تعبیر هایزنبرگ تن به سازش دادند، تا آنچه را نجات دادنی بود نجات دهند. طبعاً رفتار هر یک از این افراد به عقاید سیاسی و روحیه شخص او بستگی داشت: بعضی مانند فون لاونه به بسیاری از کارهای رژیم نازی اعتراض کردند و بعضی هم مانند پاسکوال یوردان به قدری در سازش پیش رفتند که رسماً به عضویت حزب نازی درآمدند. اما همه ایشان، با همه اختلاف مشرب سیاسی، در یک نکته اتفاق نظر داشتند و آن این بود که پای سیاست نباید به حوزه علم کشیده شود. به همین دلیل بود که وقتی لنارد و اشتارک، دو فیزیکدان تجربی که هر دو برنده جایزه نوبل بودند، دست به کار ساختن «فیزیک آریایی» شدند و کوشیدند تا دست پروردگان خود را که غالباً مهندس یا فیزیکدان تجربی بودند بر کرسی استادی فیزیک نظری دانشگاههای آلمان بنشانند، این گروه در برابر آنها مقاومت کردند.<sup>۲</sup> هایزنبرگ در مرکز این ماجرا بود، زیرا سخت ترین پیکار میان فیزیکدانان رسمی و فیزیکدانان آریایی بر سر جانشینی زومرفلد در دانشگاه مونیخ در گرفت که

۲. تفصیل این ماجرا در کتاب زیر آمده است:

Alan D. Beyerchen, *Scientists under Hitler; Politics and the Physics Community in the Third Reich*, Yale University Press, New Haven, 1977.

هایزنبرگ نامزد آن بود و فیزیکدانان آریایی می خواستند کس دیگری را از گروه خودشان بر این کرسی بنشانند و در این راه از برچسب زدن و پاپوش دوختن سیاسی، از طریق روزنامه‌های حزبی، به خصوص برای شخص هایزنبرگ باکی نداشتند. پیروزی فیزیکدانان رسمی در این پیکار، که سرانجام با مداخله شخص هیملر رئیس اس. اس. پایان یافت، آسان به دست نیامد، و با اینکه ایستادگی آنان در برابر فیزیکدانان آریایی کار کم خطری نبود، و حتی در دوران پس از جنگ در نظر متفقین نشانه مخالفت و مبارزه آنان با رژیم نازی شمرده شد، اما این ایستادگی هم، مانند آن سازش، بیش از آنکه هدف سیاسی داشته باشد انگیزه علمی داشت. هایزنبرگ و دوستان او البته مردانه ایستادند، اما به هیچ وجه قهرمان مقاومت نبودند. هایزنبرگ هم سعی نکرده است چنین تصویری از خود در این کتاب بسازد. درباره رفتار هایزنبرگ و فیزیکدانان آلمانی، چه آنها که رفتند و چه آنها که ماندند، باید با توجه به مسأله کلی رابطه علم و قدرت در دوران جدید، که تاریخش دست کم تا زمان محاکمه گالیله می رسد، دلوری کرد.

□ شاید به دلیل صداقتم هایزنبرگ در بیان احوال خود و شاید هم به دلیل مهارت او در بیان اندیشه‌های پیچیده به زبان ساده، کتاب جزء وکل از زمان انتشارش در ۱۹۶۹ تا سال ۱۹۸۴ به بیش از ده زبان ترجمه شده است.<sup>۳</sup> به همین دلیل و به سبب ارزشهای فرهنگی و تاریخی این کتاب، مسؤولان مجله فیزیک انتشار بخشهایی از آن را در مجله مناسب دیدند و ترجمه آن را توصیه کردند. ترجمه فارسی این کتاب از روی ترجمه انگلیسی آن صورت گرفته است، و مترجم لازم نمی بیند که بهانه‌ها و عذرهای معمول برای ترجمه از زبان دوم را در اینجا تکرار کند. فقط به بیان این نکته اکتفا می کند که ترجمه از زبان دوم، مثل خود ترجمه، در جامعه ما ضرورت است، و تا وقتی که افراد صالحتری به کار ترجمه از زبانهای اصلی نپرداخته‌اند عذر کسانی چون مترجم این کتاب خواسته است - هر چند با این توجیه چیزی از سنگینی بار مسئولیت ایشان کاسته نمی شود.

مترجم لازم می داند که این مقدمه را با تشکر از این دوستان خاتمه دهد: آقای احمد

---

3. David Cassidy and Martha Baker, *Werner Heisenberg: A Bibliography of His Writings* (Berkeley Papers in History of Science, IX), University of California, Berkeley, 1984, p.112.



خواجه نصیر طوسی که نه تنها به مترجم اجازه داد فصل سوم کتاب را که او ترجمه کرده بود در اینجا نقل کند، بلکه او را مجاز دانست که در زبان آن فصل برای هماهنگی با بقیه فصلها دستی ببرد؛ آقایان رضا منصوری و محمد رضا بهاری که فصلهایی از این ترجمه را پیش از چاپ در مجله فیزیک خواندند و ویرایش کردند؛ همکاران بخش تولید مرکز نشر دانشگاهی که در مراحل مختلف تولید و چاپ این کتاب با مترجم همکاری صمیمانه داشتند. برای همه این دوستان آرزوی توفیق دارم. و آخر دعوینا ان الحمد لله رب العالمین.

حسین معصومی همدانی

## فهرست

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۳	۱. نخستین آشنایی با نظریه اتمی
۱۷	۲. عزم آموختن فیزیک
۲۹	۳. معنی «فهمیدن» در فیزیک جدید
۴۵	۴. درسهایی در سیاست و تاریخ
۶۰	۵. مکانیک کوانتومی و گفتگویی با اینشتین
۷۲	۶. قلمروهای نو
۸۳	۷. علم و دین
۹۴	۸. فیزیک اتمی و پراگماتیسم
۱۰۴	۹. رابطه زیست‌شناسی با فیزیک و شیمی
۱۱۸	۱۰. مکانیک کوانتومی و فلسفه کانت
۱۲۶	۱۱. بحثهایی درباره زبان
۱۴۲	۱۲. انقلاب و زندگی دانشگاهی
۱۵۶	۱۳. انرژی اتمی و ذرات بنیادی
۱۶۶	۱۴. رفتار فردی در مواجهه با مصائب سیاسی
۱۸۱	۱۵. به سوی آغازی نو
۱۹۴	۱۶. مسؤلیت دانشمند
۲۰۶	۱۷. هوزیتیویسم، مابعدالطبیعه و دین
۲۱۹	۱۸. مباحثات علمی و سیاسی
۲۳۱	۱۹. نظریه میدان واحد
۲۳۸	۲۰. ذرات بنیادی و فلسفه افلاطونی

## پیشگفتار

اما از لحاظ این خطابه‌ها... برایم مقدور نبود که عین الفاظ را به یاد بیاورم، بنابراین عباراتی بر زبان هر يك از خطبا جاری کرده‌ام که به نظر من می‌باید در آن شرایط بر زبان می‌آورد؛ و در عین حال سعی کرده‌ام تا حد امکان به رشته افکاری که سخنرانی اصلی او را هدایت کرده است نزدیک باشم.  
توکودیدس

علم ساخته انسان است. این حقیقتی بدیهی است که غالباً فراموش می‌شود و تذکر آن در اینجا به امید کاستن فاصله میان دو فرهنگ، میان علم و هنر، است. موضوع این کتاب تحول فیزیک اتمی در پنجاه سال گذشته است به صورتی که نویسنده آن را تجربه کرده است. پایه علم بر آزمایش است و نتایج علمی از راه گفتگو میان دست اندر کاران علم که در باره نحوه تعبیر آزمایشها با یکدیگر مشورت می‌کنند، به دست می‌آید. این گونه گفتگوها موضوع اصلی این کتاب است، و نویسنده امیدوار است از این راه نشان دهد که علم ریشه در گفت و شنود دارد. ناگفته پیداست که گفتگوها را بعد از گذشت چند دهه نمی‌توان عیناً بازسازی کرد و منظور از این کتاب هم گردآوری خاطرات نیست. نویسنده با دست باز مطالب را فشرده و پاره‌ای از جزئیات را فدا کرده است تا بلکه بتواند تصویر کلیتر را بازسازی کند. در این گفتگوها نقش اصلی را همیشه فیزیک اتمی بر عهده ندارد، به عکس، گاه به گاه مسائل بشری و فلسفی و سیاسی پا به میدان می‌نهند و امید نویسنده نشان دادن این نکته است که علم را نمی‌توان از این مسائل کلیتر جدا کرد.

بسیاری از 'شخصیتهای داستانی' در این کتاب به نام کوچک خواننده شده‌اند، زیرا اولاً عموم مردم ایشان را نمی‌شناسند و ثانیاً رابطه نویسنده با ایشان به این صورت بهتر معلوم می‌شود. گذشته از این، به این طریق خواننده گمان نمی‌برد که دارد يك گزارش عینی را می‌خواند که همه جزئیاتش واقعی است. به این دلیل به هیچ وجه سعی نشده است که چهره این شخصیتها دقیقتر تصویر شود، و به اصطلاح آنها را فقط از روی صدایشان می‌توان شناخت. اما نهایت دقت به عمل آمده است تا جوی که گفتگوها در آن رخ داده است دقیق و درست باشد، زیرا جریان خلاق علمی از این راه آشکار می‌گردد و معلوم می‌شود که همکاری افراد مختلف گاهی به نتایج بسیار مهم علمی منجر می‌شود. نویسنده بسیار خوشوقت خواهد بود اگر از این راه کسانی را هم که از دور دستی بر آتش دارند تا اندازه‌ای با جریانات ذهنی دخیل در پیدایش و تحول فیزیک اتمی آشنا کند؛ به رغم آنکه او خود ناچار شده است واضح روابط ریاضی بسیار انتزاعی و پیچیده‌ای باشد.

و نکته آخر اینکه نویسنده از تذکر این گفت و شنودها هدفی از این بزرگتر را هم در نظر داشته است. فیزیک اتمی جدید پرتو تازه‌ای بر مسائل بنیادی فلسفی و اخلاقی و سیاسی تابانده است. شاید این امید بیجا نباشد که این کتاب بتواند جماعت بزرگی از مردم را به حلقه این بحثهای حساس و حیاتی وارد کند.

## نخستین آشنایی با نظریه اتمی (۱۹۱۹-۱۹۲۰)

ظاهرأ بهار سال ۱۹۲۰ بود. پایان گرفتن جنگ جهانی اول جوانان آلمانی را سخت به جنب و جوش آورده بود. زمام قدرت از کف نسل قدیم که آرزوهایش بر باد رفته بود بیرون آمده بود و جوانترها گرد هم می آمدند تا راههای جدیدی بگشایند، یا دست کم ستاره جدیدی پیدا کنند تا به یاری آن راه خود را در تیرگی همه جا گیر بیایند. در چنین اوضاع و احوالی بود که در یک صبح روشن بهاری باده بیست نفر، که اغلب از من کم سن و سال تر بودند، پرسه زنان به راه افتادیم، و اگر درست یادم باشد از تپه های مشرف بر ساحل غربی دریاچه اشتارن برگ<sup>۱</sup> سر در آوردیم. گاهگاه از شکاف پرده زمرد فام انبوه درختان آلس چشم ما به دریاچه زیر پایمان و به کوههای دور دست می افتاد. در اینجا بود که من درباره جهان آنها که از آن پس در سراسر زندگی من نقش مهمی داشت برای نخستین بار گفتگویی داشتم. برای اینکه معلوم شود که چرا گروهی جوان دوستدار طبیعت و مسحور چشم انداز پر شکوه بهاری باید از میان همه مباحث به چنین بحثی بپردازند، شاید لازم باشد اشاره کنم که آشوبهای آن زمان پيله ای را که در روزگار آرامش نوجوانان را در مدرسه و خانه درون خود حفظ می کند از هم دریده بود، و ما به يك نوع احساس آزادی دست یافته بودیم و از اظهار نظر درباره چنین مطالبی که هیچ يك از ما اطلاعات اساسی لازم درباره آن را نداشت، باکی نداشتیم.

چند قدم جلوتر از من پسری بلند قامت و بور راه می رفت که والدینش يك بار از

من خواسته بودند که او را در تکالیف درسی اش کمک کنم. سال پیش، این پسر که پانزده سال داشت برای پدرش که پشت آبناهای ویتلسباخ<sup>۱</sup> مسلسلچی بود مهمات حمل می کرد. آن روزها دوره استقرار جمهوری شورایی در مونیخ بود و بسیاری، از جمله من، در ارتفاعات باواریا در مزارع کار می کردند. بنابراین با دشواریهای زندگی بیگانه نبودیم و از اظهار نظر حتی در پیچیده ترین مسایل باکی نداشتیم.

شاید به این دلیل حرف ما به اتم کشیده شد که من خودم را برای امتحان ورود به دانشگاه که در تابستان برگزار می شد، آماده می کردم و از این رو دوست داشتم با دوستم کورت<sup>۲</sup>، که علایقی از نوع علایق من داشت و می خواست مهندس شود، بحث علمی کنم. کورت از يك خانواده نظامی پروتستان بود، ورزشکار قابل و دوست مشفق بود. سال پیش که نیروهای دولتی مونیخ را محاصره کرده بودند و مدتها خانواده های ما غذا نداشتند، من و او و برادرم در جستجوی آذوقه سفری به گارشینگ<sup>۳</sup> کردیم، از خط مقدم جبهه گذشتیم و با سبیدی پر از نان و کره و گوشت گاو بازگشتیم. این گونه تجارب مشترك میان ما علقه اعتماد و تفاهم ایجاد کرده بود. به کورت گفتم که در کتاب فیزیک خود تصویری دیده ام که برایم هیچ معنی ندارد. در آن تصویر سعی شده بود که فرایند شیمیایی اساسی ترکیب دو ماده و ایجاد يك ماده ثالث، یعنی يك ترکیب شیمیایی، نمایش داده شود. در کتاب درسی گفته شده بود که بهترین راه توضیح فرایند این است که فرض کنیم کوچکترین ذرات یا اتمهای هر يك از عناصر با هم ترکیب می شوند و از ترکیب آنها گروههای کوچکی از اتمها، که مولکول نام دارند، پدید می آیند. مثلاً مولکول کربن دی اکسید متشکل از يك اتم کربن و دو اتم اکسیژن است، و در کتاب سعی شده بود که این فرایند با تصویری نمایش داده شود، و برای توضیح این مطلب که چرا درست از يك اتم کربن و دو اتم اکسیژن يك مولکول کربن دی اکسید پدید می آید، نقاشی برای اتمها قرن قفلیهایی کشیده بود که به هم قلاب می شدند. من این نوع رهیافت را به هیچ وجه نمی توانستم بپذیرم. در نظر من، قرن قفلی ساختمانی کاملاً دلخواه بود، که شکل آن را می توان برای سازگار شدن با مقاصد فنی مختلف بدلتخواه تغییر داد، حال آنکه فرض بر این بود که اتمها و ترکیب آنها به صورت مولکولها، از قوانین دقیق طبیعی تبعیت می کنند، و بدین ترتیب جایی برای ساخته های بشری از قبیل قرن قفلی نمی ماند.

کورت پاسخ داد: «حقی اگر به این قرن قفلیها پابند نمانی - خود من هم تا اندازه ای

1. Wittelsbach

2. Kurt

3. Garching

به آنها ظنن هستیم. باز هم باید سعی کنی تجربه خاصی را که نقاش را به استفاده از این نوع تصاویر برانگیخته پیدا کنی، زیرا علم جدید از تجربه آغاز می شود نه از بحث نظری فلسفی. تجربه تنها چیزی است که ما در کار خود در دست داریم، البته به شرط آنکه با دقت و مراقبت کافی فراهم آمده باشد. تا آنجا که من می دانم، شیمیدانها ثابت کرده اند که نسبت وزنی ذرات بنیادی در يك ترکیب شیمیایی همیشه ثابت است. این نکته به خودی خود جالب است، زیرا اگر به وجود اتمها یعنی ذرات مشخص هر عنصر شیمیایی هم اعتقاد داشته باشیم، با نیروهایی که در طبیعت می یابیم به هیچ وجه نمی توان توضیح داد که چرا يك اتم کربن همیشه و منحصرأ دو اتم اکسیژن را به خود جذب می کند و پایسته خود می سازد. حتی اگر وجود نوعی نیروی جاذبه میان دو نوع اتم را هم مسلم بدانیم، باز هم چگونه توضیح باید داد که اتم کربن چرا هیچ وقت به جای دو اتم اکسیژن با سه اتم اکسیژن ترکیب نمی شود؟

«شاید شکل اتم کربن و اتم اکسیژن طوری است که ترکیب با سه اتم اکسیژن صرفاً به دلایل فضایی ناممکن است.»

«اگر این فکر را، که معقول هم به نظر می رسد، قبول کنی، آخر سر به چیزی می رسی از قبیل همان قزن قفلیهای کتابت. شاید نقاش هم می خواسته همین نکته را بیان کند، زیرا او هم نمی دانسته که اتمها واقعاً چه شکلی هستند. او برای اتمها قزن قفلی گذاشته تا این نکته را بیان کند که شکلهایی هستند که فقط ترکیب دو اتم اکسیژن و يك اتم کربن را پذیرا می شوند، نه سه تا و یکی.»

«قبول کردم، قزن قفلیها معنای واقعی ندارند. اما تو می گویی که قوانین طبیعی حاکم بر وجود اتمها، به اتمها شکلی می دهند که ایجاد ترکیب مناسب را تضمین می کند. متأسفانه، نه ما با این شکل آشنا هستیم و نه طبعاً نقاش کتاب با آن آشنایی داشته. تنها چیزی که می توانیم بگوییم این است که به دلیل وجود این شکل، يك اتم کربن با دو اتم اکسیژن ترکیب می شود نه با سه اتم. به گفته کتاب، شیمیدانها مفهوم 'ظرفیت' را برای بیان همین منظور ابداع کرده اند. اما باید دید که آیا 'ظرفیت' فقط يك لفظ خشك و خالی است یا يك مفهوم واقعاً مفید.»

«احتمالاً لفظ خشك و خالی نیست. زیرا چهار پیوند ظرفیتی که می گویند اتم کربن دارد. و فرض می کنند که هر يك از آنها با دو پیوند ظرفیتی هر اتم اکسیژن جفت می شود. باید به نحوی با شکل چهاروجهی اتم کربن ارتباط داشته باشد. بنابراین شك نیست که مفهوم ظرفیت پایه اش بر واقعیت فیزیکی است، و شاید ارتباطش با آن بیش از آن باشد که ما در حال حاضر می توانیم دریابیم.»

در اینجا روبرت<sup>۱</sup> به گفتگوی ما پیوست، او جلوتر از ما بی سروصدا راه می‌رفت، اما حتماً به حرفهای ما گوش می‌داد. روبرت چهره‌ای تکیده و در عین حال نیرومند داشت که دور آن را موی تیره رنگی گرفته بود و در نظر اول گوشه‌گیر می‌نمود. او در بحثهای بی‌دروپیکری که ما معمولاً هنگام گردش داشتیم کمتر شرکت می‌کرد. اما شبها که در چادر کتاب می‌خواندیم، یا سر غذا که دوست داشتیم شعر بشنویم، همیشه به او روی می‌آوردیم. زیرا هیچ‌یک از ما از شعر آلمانی، و نیز درباره فیلسوفان، به اندازه او اطلاع نداشتیم. وقتی شعری می‌خواند، این کار را بدون کمترین جذبه و شور می‌کرد و با این حال پیام شعر به دل ملایمترین ما هم راه می‌یافت. چنان آرام افکار خود را تنظیم و بیان می‌کرد و چنان قدرت ترکیبی داشت که هر کسی ناگزیر گوش می‌کرد، و هر چه می‌گفت در نظر ما شنیدنی بود. معلوم بود که حرفهای ما درباره اتم به دلش ننشسته است.

گفت: «شما علم پرستها خیلی بی‌دغدغه درباره تجربه حرف می‌زنید، و همه‌تان گمان می‌کنید که با تجربه یکر است به حقیقت می‌توان رسید. اما اگر درست در این باره فکر کنید، اگر به آنچه ضمن 'تجربه' رخ می‌دهد بیندیشید، مطمئناً ناگزیر به تجدید نظر در اعتقاد خود خواهید شد. هر چه ما می‌گوییم پایه‌اش بر تصورات است، ما فقط تصورات خود را مستقیم می‌شناسیم. اما تصورات ما جزء اعیان خارجی نیستند. ما نمی‌توانیم مستقیماً به اعیان دست بیابیم، بلکه اول باید آنها را به تصور تبدیل کنیم و بعد شکل مفهوم به آنها بدهیم. چیزی که از خارج به ما می‌رسد، مخلوط نامنسجمی از تأثرات عجیب و غریب حسی است که به هیچ وجه با صورتها یا کیفیاتی که بعداً درک می‌کنیم رابطه مستقیم ندارند. مثلاً اگر به مربعی که روی تکه کاغذی کشیده شده است نگاه کنیم، نه شبکیه چشم چیزی که ضبط می‌کند شباهت به مربع دارد، و نه سلولهای عصبی ما. برای اینکه به شکل مربع برسیم، باید از طریق فرایند ناخودآگاهی که به کمک آن می‌توان تأثرات حسی را به تصویری منسجم و 'بامعنی' تبدیل کرد، تأثرات حسی خود را مرتب کنیم. فقط با این تبدیل، با این جفت‌وجور کردن تأثرات منفرد و ساختن یک کل 'درک‌پذیر' می‌توانیم ادعا کنیم که چیزی را درک کرده‌ایم. بنابراین باید با دقت و تعمق بیشتر در منشأ تصاویری که پایه تصورات ما بر آنهاست تحقیق کنیم، باید تعیین کنیم که چگونه می‌توان از راه مفاهیم به آنها دست یافت و چه نسبتی با اعیان خارجی دارند. فقط بعد از این کار می‌توان



درباره معنای تجربه حکمی داد که اعتبار داشته باشد. زیرا روشن است که تصورات بر تجربه مقدم اند؛ و در واقع، شرط قبلی هر گونه تجربه اند!»

«اما مگر نه این است که همین تصوراتی که تو اینقدر می خواهی از اعیان مورد ادراک تفکیکشان کنی، باید از تجربه سرچشمه بگیرند؟ البته نه آنقدر مستقیم که آدمهای ساده اندیش فکر می کنند بلکه غیرمستقیم، مثلاً از راه تکرار مکرر دسته‌هایی از تجارب حسی، یا از راه مربوط کردن گواهیهای حواس مختلف؟»

«این نکته به هیچ وجه بدیهی نیست و بخصوص اصلاً قانع کننده نیست. این اواخر اثری از مالبرانش را می خواندم، و اشاره او به همین مسأله نظرم را جلب کرد. مالبرانش سه طریق را که ممکن است منشأ تصورات ما باشند بررسی می کند. یکی از این سه طریق را تو همین الان گفتی: اعیان خارجی وقتی به حواس ما عرضه می شوند، مستقیماً مفاهیمی در ذهن ما ایجاد می کنند. اما مالبرانش این امکان را رد می کند، بدین دلیل که تصورات هم با اعیان خارجی تفاوت کیفی دارند و هم با مفاهیم. امکان دوم این است که ذهن بشر از آغاز تصوراتی دارد، یا دست کم قدرت آن را دارد که این تصورات را خود بسازد. در این صورت، تأثرات حسی یا فقط ما را از تصوراتی که قبلاً وجود داشته‌اند آگاه می کنند و یا ذهن را وادار می کنند که آنها را بسازد. امکان سومی هم هست که خود مالبرانش از آن جانبداری می کند، و آن اینکه ذهن بشری در عقل الهی شریک است، با خدا پیوند دارد و قدرت مفهومی و تصاویر و تصوراتی را که به کمک آن انبوه تأثرات حسی را منظم می کند و به صورت مفاهیم به زبان می آورد، از او می گیرد.»

کورت اعتراض کرد: «شما فیلسوفان زود پای الهیات را به میان می کشید. هر جا که کار مشکل شود، ناشناس بزرگ را از آستین بیرون می آورید تا شمارا از گرفتاری نجات دهد. اما من یکی، با این شیوه گول نمی خورم. چون تو خودت این پرسش را مطرح کردی، پس جواب بده که ذهن انسان واقعاً چگونه به تصورات دست می یابد. منظورم در این دنیاست نه در آن دنیا. زیرا مگر نه این است که ذهن و مفاهیم هر دو در این دنیا وجود دارند؟ اگر تو سرچشمه گرفتن تصورات را از تجارب منکر شوی، آن وقت باید توضیح دهی که از چه راه دیگری ممکن است تصورات جزئی از ذهن بشری شوند. آیا واقعاً منظور تو این است که تصورات، یا دست کم قدرت ساختن تصورات - که حتی بچه‌ها از خلال آن دنیا را تجربه می کنند - مادرزاد است؟ اگر چنین منظوری داشته باشی، آن وقت باید معتقد باشی که تصورات ما از تجارب نسلهای پیشین سرچشمه می گیرند. بسیار خوب، اما از لحاظ من مهم نیست که منشأ

تصورات ما تجارب خود ما باشد یا تجارب نسلهای گذشته.»

روبرت جواب داد: «نه، به هیچ وجه چنین منظوری نداشتم، زیرا از يك طرف به هیچ وجه معلوم نیست که آموخته‌ها، که نتیجه تجارب اند، از طریق وراثت قابل انتقال باشند، و از طرف دیگر، نظر مالبرانش را می توان بدون پی آمدهای کلامی بیان کرد و آن را با علم جدید هماهنگ ساخت. من سعی می کنم این کار را بکنم. مالبرانش می توانست بگوید که شاید همان گرایشهایی که باعث می شوند در جهان نظم ببینیم - یعنی باعث وجود عناصر شیمیایی و خواص آنها می شوند، باعث ساخته شدن بلورها می شوند، باعث پیدایش حیات و هر چیز دیگری می شوند - در آفرینش ذهن انسان هم مؤثر بوده اند. وجود این گرایشها هم موجب می شود که تصورات یا اعیان خارجی مطابقت داشته باشند و هم بیان مفاهیم را تضمین می کند. این گرایشها علت وجود همه آن ساختهای واقعی هستند که چون از دیدگاه بشری خود درباره آنها بیندیشیم و بخواهیم آنها را در ذهن خود تثبیت کنیم به دو جزء عینی، یعنی اعیان خارجی، و ذهنی، یعنی تصورات، تفکیک می شوند. نظر مالبرانش با اعتقاد تو که همه تصورات را مبتنی بر تجربه می دانی يك وجه مشترك دارد: مالبرانش قبول دارد که شاید قدرت ساختن تصورات در جریان تکامل و در نتیجه تماس موجود زنده با جهان خارجی به وجود آمده باشد. اما علاوه بر این اصرار دارد که این علقه‌ها را نمی توان بر پایه يك فرایند فردی و تابع روابط علی تبیین کرد. به عبارت دیگر، او می گوید که در این مورد نیز مانند پیدایش بلورها یا موجودات زنده به ساختهای ریخت شناختی عالیتری می رسیم که به هیچ وجه نمی توان آنها را در درون يك جفت مفهوم علت و معلول جای داد. این پرسش که تجربه مقدم بر مفاهیم است یا برعکس، شاید بیش از مسأله مرغ و تخم مرغ معنی نداشته باشد.

«از بابت بقیه بحث، به هیچ وجه نمی خواهم خودم را داخل گفتگوی شما کنم. فقط می خواستم به شما هشدار بدهم که وقتی با اتم سروکار دارید، این قدر بی دغدغه خاطر از تجربه حرف نزنید. زیرا شاید روزی معلوم شود که اتمهای شما - که به هر حال قابل مشاهده مستقیم نیستند - عین خارجی نیستند، بلکه اجزای ساختهای بنیادتری هستند که تجزیه آن ساختها به مفهوم و عین خارجی معنی ندارد. البته من موافقم که نباید برای قزن قلبیهای کتابتان و نیز همه تصاویر آنها که کتابهای عامیانه را پر کرده اند، دلالت واقعی قایل باشید. این گونه تصاویر، گرچه ادعای تسهیل فهم را دارند، اما تنها فایده شان این است که مسأله واقعی را از چشم ما پنهان می کنند. اما فکر می کنم که وقتی هم، مثل همین الان، درباره 'شکل اتمها' حرف می زنید، باید بسیار

محتاج باشید. فقط در صورتی که برای واژه 'شکل' مفاهیم ضمنی بسیار وسیعی قابل باشید، و معنای آن را منحصر به معنای مکانی ندانید، فقط در صورتی که آن را به معنای وسیعی که مثلاً من هم اکنون کلمه 'ساخت' را به کار بردم به کار ببرید، من می توانم دست کم در بخشی از بحث با شما همراهی کنم.»

یکبار به یاد کتاب جالبی افتادم که يك سال پیش با علاقه تمام خوانده بودم، گرچه فهم قسمتهایی از آن بکلی از توان من خارج بود. این کتاب تیماتوس افلاطون بود. در این کتاب نیز بحثی فلسفی درباره کوچترین ذرات ماده هست، حرفهای روبرت برای اولین بار در من این اندیشه مبهم را بیدار کرد که می توان این ساخته های عجیب ذهنی را دریافت. البته این ساخته ها، که پیش از این در نظر من کاملاً بی سر و ته می نمودند یکبار معقول نشده بودند، بلکه فقط چشم به تنگراهی افتاده بود که شاید مرا به آنها می رساند.

برای آنکه توضیح دهم که چرا در آن لحظه بشدت به یاد تیماتوس افتادم، باید به اوضاع و احوالی که در آن این کتاب را خوانده بودم اشاره کوتاهی بکنم. در بهار ۱۹۱۹ مونیخ دستخوش هرج و مرج کامل بود. مردم در خیابانها به هم تیراندازی می کردند و هیچ کس نمی دانست که دشمنش کیست. قدرت سیاسی میان افراد و نهادهایی که بیشتر ما نامشان را هم نمی دانستیم دست به دست می شد. غارت و دزدی (خود مرا هم دزد زد) باعث شده بود که نام 'جمهوری شورایی' مترادف با بی قانونی شود، و وقتی سرانجام يك حکومت باواریایی در بیرون مونیخ تشکیل شد و نیروهای خود را به شهر فرستاد، همه ما امیدوار شدیم که اوضاع سرعت سر و سامان بیشتری بیابد. پدر پسر می که من به او درس خصوصی می دادم، فرمانده دسته ای از نیروهای داوطلب شده بود که می خواستند سهمی در تصرف مجدد شهر داشته باشند. او از دوستان فرزندش که آن ناحیه را می شناختند درخواست کرد که نیروهای مهاجم را راهنمایی کنند. این بود که ما را مأمور خدمت در ستاد فرماندهی سواره نظام تفنگدار شماره ۱۱ که مقر آن در مدرسه طلبگی روبروی دانشگاه بود، کردند. در اینجا من خدمت سر بازی خود را گذراندم یا بهتر بگویم، همه ما در آنجا زندگی بی بندوبار و پرماجرایی داشتیم. درس و بحث تعطیل شده بود، که البته قبلاً هم بیشتر وقتها تعطیل بود، و بسیاری از ما این فرصت را غنیمت شمردیم تا نگاه تازه ای به جهان بیندازیم. بیشتر پسرای که بعدها در کوهنوردی در اطراف دریاچه اشتارن برگ با من بودند، به نحوی در نبردها شرکت داشتند. ماجراهای ما پس از چند هفته ای به سر آمد، صدای گلوله ها خاموش شد و خدمت سر بازی هر روز از روز پیش

بی حادثه‌تر می‌شد. بسیاری از مواقع، بعد از آنکه شبی را جلوی تلفنخانه به پاسداری می‌گذراندم، يك روز مرخصی داشتم، و برای اینکه عقب افتادگی درسی خود را جبران کنم، متن یونانی محاورات افلاطون را که برای مدارس چاپ شده بود برمی‌داشتم و به پشت بام مدرسه طلبگی پناه می‌بردم. آنجا درحالی که توی ناودان پهن خوابیده بودم و تابش خورشید صبحدم تنم را گرم می‌کرد، در سکوت و آرامش به مطالعه می‌پرداختم و گاهی نیز به شتاب گرفتن زندگی در خیابان لودویگ اشتراسه، که پایین پای من بود، نظری می‌انداختم.

یکی از این صبحها که پرتو خورشید ساختمانهای دانشگاه را روشن کرده بود، به تیمائوس رسیدم، یعنی به قسمتهایی از آن رسیدم که افلاطون درباره کوچترین ذرات ماده بحث می‌کند. شاید دلیل اینکه این بخشها مرا اینقدر گرفت این بود که ترجمه کردن آن به آلمانی بسیار دشوار بود، و شاید هم دلیلش این بود که درباره مسایل ریاضی که همیشه برای من جالب بود، بحث می‌کرد. در هر حال، به زحمت متن را می‌خواندم و پیش می‌رفتم، هرچند آنچه می‌خواندم برایم اصلاً مفهوم نبود. افلاطون می‌گفت که کوچکترین ذرات ماده مثلثهای قائم الزاویه‌ای هستند که پس از اینکه با هم ترکیب شدند و مثلثهای متساوی الساقین یا مربعهایی ساختند، به هم می‌پیوندند و شکلهای منتظم هندسه فضایی، یعنی مکعب، چهاروجهی، هشت وجهی و بیست وجهی را به وجود می‌آورند. این چهار شکل فضایی خشتهای بنای چهار عنصر خاک و آتش و باد و آب اند. من نمی‌فهمیدم که آیا این اجسام منتظم فقط نماد عناصر هستند. مثلاً مکعب متناظر با خاک شمرده می‌شود تا صلابت و توازن آن عنصر را نشان دهد. یا افلاطون کوچکترین اجزاء خاک را در واقع نیز مکعب شکل می‌داند. در هر حال این حرفها یکسره به نظر من تفکر نظری بی‌در و پیکر می‌آمد، و شاید هم افلاطون تقصیری نداشت زیرا یونانیان دانش تجربی لازم را در اختیار نداشتند. به هر حال، برای من مایه تأسف بود که فیلسوفی چون افلاطون، با آن قریحه انتقادی، خود را به چنین تخیلاتی مشغول کند. سعی داشتم مبنایی بیابم که مرا در یافتن توجیهی برای تأملات نظری افلاطون یاری کند، اما هرچه بیشتر می‌جستم کمتر می‌یافتم. باوجود این، اندیشه اینکه کوچکترین ذرات ماده را باید به پاره‌ای شکلهای هندسی کاهش داد، برایم جالب بود، زیرا به هر حال هر کوششی برای گشودن کلاف درهم پدیده‌های طبیعی به کشف صورتهای ریاضی وابسته است، اما این راز که چرا افلاطون از میان همه چیزها اجسام منتظم هندسه فضایی را یافته است، همچنان برایم ناگشوده بود، زیرا به نظر چنین می‌آمد که این شکلهای هیچ گونه

ارزش تبیینی نداشته باشند. گرچه مطالعه محاورات افلاطون را فقط برای سر و صورت دادن به زبان یونانیم ادامه می‌دادم، اما ناآرامیم پایان نمی‌یافت. شاید مهمترین نتیجه نظر افلاطون این بود که برای تعبیر کردن جهان مادی باید درباره کوچترین بخشهای آن چیزی بدانیم. علاوه بر این، از مطالعه کتابهای درسی و نوشته‌های عامیانه پی برده بودم که علم جدید هم در ساختمان آنها تحقیق می‌کند. شاید در مراحل بعدی مطالعاتم من نیز به این جهان عجیب پا می‌نهادم، اما هنوز وقتش نشده بود.

در این میان ناآرامی من ادامه داشت، هر چند شاید فقط جزئی از آن ناراحتی عمومی بود که همه جوانان آلمانی را در بر می‌گرفت. من همچنان در شگفت بودم که چرا فیلسوف بزرگی چون افلاطون باید فکر کند که می‌تواند در پدیده‌های طبیعی نظمی بیابد، و حال آنکه ما نمی‌توانستیم. معنی درست واژه نظم چه بود؟ آیا نظم و تصویری که ما از آن داریم صرفاً تابع زمانه ماست؟ همه ما در جهانی که کم و بیش منظم می‌نمود بار آمده بودیم، و پدران ما فضایل بورژوازی را که آن نظم را تحکیم می‌کرد به ما آموخته بودند. یونانیان و رومیان پی برده بودند که گاهی لازم است انسان جان خود را فدا کند تا یک شیوه منظم زندگی حفظ شود، و مرگ بسیاری از دوستان و خویشاوندان به ما نشان داده بود که هنوز در روی همین پاشنه می‌چرخد. این امر نامنتظر نبود. اما اکنون کسانی پیدا شده بودند که می‌گفتند جنگ جنایتی بوده است، و این جنایت را همان کسانی مرتکب شده‌اند که عهده‌دار حفظ نظم کهن اروپایی بوده‌اند، و سعی کرده‌اند به هر قیمتی که شده است آن را حفظ کنند. شکست ما ساخت کهن اروپا را درهم ریخته بود، و این هم شگفت‌آور نبود زیرا هر جنگی بازنده‌ای دارد. اما آیا معنیش این بود که باید همه ساختهای کهن را به دور ریخت؟ آیا بهتر نبود که بر پایه نظم کهن، نظم جدید و مستحکمتری برپا شود؟ یا نه، حق با کسانی بود که در خیابانهای مونیخ جان باخته بودند تا از بازگشت شیوه کهن جلوگیری کنند و مدعی بودند که باید نظم جدیدی نه فقط برای یک ملت تنها بلکه در سراسر جهان برقرار شود، هر چند بیشتر مردم علاقه‌ای به استقرار این نظم جدید نداشته باشند؟ مغز ما آکنده از چنین پرسشهایی بود و بزرگترهای ما از پاسخ دادن به ما عاجز بودند.

پس از خواندن تیمائوس و پیش از گردش در اطراف دریاچه اشتارن برگ، تجربه‌ای داشتم که بعدها بر اندیشه من اثر عمیقی داشت، و قبل از آنکه بحث درباره مسأله اتم را از سر بگیرم، آن حادثه را حکایت می‌کنم. چند ماهی پس از تصرف

مونیخ، قوای دولتی از شهر بیرون رفتند و ما به مدرسه برگشتیم. یک روز بعد از ظهر، پسر ناشناسی در خیابان لئوپولد اشتراسه گریبان مرا گرفت و گفت: «از انجمن جوانان که قرار است هفته آینده در قلعهٔ پرون<sup>۱</sup> برقرار شود خبر داری؟ همه ما بنا داریم در این اجتماع شرکت کنیم، و از تو هم می‌خواهیم که بیایی. هر چه بیشتر باشیم بهتر است. می‌خواهیم بفهمیم که چه نوع آینده‌ای می‌خواهیم بسازیم!» در صدایش لحنی بود که به گوش من تازه و ناآشنا می‌آمد، این بود که تصمیم گرفتم به قلعهٔ پرون بروم و از کورت هم خواستم که با من بیاید.

چند ساعت طول کشید که با قطار، که گاه می‌رفت و گاه می‌ایستاد، به درهٔ آلت موهل<sup>۲</sup> سفلا رسیدیم. گویا این دره در دورانهای اولیهٔ زمین‌شناسی بستر رود دانوب بوده است. در اینجا رود آلت موهل راه خود را با پیچ و تاب در دل کوههای یورا<sup>۳</sup> باز کرده است و مشرف بر دره قلعه‌هایی هست که انسان را به یاد مناظر دره‌های رودراین می‌اندازد. چند کیلومتر آخر راه را پیاده رفتیم و دسته‌های بزرگی را دیدیم که از هر سو عازم ارتفاعات بودند.

قلعهٔ پرون در منتهای دره بر فراز صخره‌ای قرار دارد. حیاط قلعه، که وسط آن چاه آبی بود، جای سوزن انداختن نداشت. اغلب حاضران بچه مدرسه‌ای بودند، اما در میانشان تک‌توک جوانانی بودند که در جبهه طعم مصایب جنگ را چشیده بودند و هنگام بازگشت دنیا را یکسره دگرگون می‌دیدند. آن روز سخنرانیهای بسیاری ایراد شد، سرشار از شور و احساساتی که امروزه دروغین به نظر می‌آید. بحثهای داغی داشتیم که آیا سرنوشت میهن ما بیش از سرنوشت همهٔ بشریت درخور اعتناست؟ آیا شکست در جنگ، مرگ کسانی را که در راه میهن خود جان باختند بی‌معنی نکرده است؟ آیا جوانان حق دارند زندگی خود را بر وفق ارزشهای خود بسازند؟ آیا حقیقت درونی بیش از همهٔ صورتهای کهنی که قرن‌ها زندگی آدمی را شکل داده است اهمیت دارد؟

خود من از بس دچار تردید بودم در گفتگوها شرکت نمی‌کردم، اما گوش می‌دادم و بار دیگر به اندیشه‌ای طولانی دربارهٔ مفهوم 'نظم' فرورفتم. از تذکرات سخنرانان معلوم بود که نظمهای مختلف، هر چه هم مردم از صمیم قلب به آنها ایمان داشته باشند، گاه با هم درمی‌افتند و از در افتادن آنها با هم بی‌نظمی محض به وجود می‌آید. به نظر من، تنها دلیل این امر آن بود که همهٔ این نظمها جزئی بودند، تکه‌هایی بیش نبودند که

1. Prunn      2. Altmuhl      3. Jura

از نظم کانونی جدا شده بودند، و هر چند شاید نیروی خلاق خود را از دست نداده بودند، اما دیگر رو به سوی يك کانون وحدت بخش نداشتند. هر چه بیشتر گوش می کردم، به فقدان این کانون بیشتر پی می بردم و این احساس شدت و دردناکی بیشتری می یافت. رنج من حتی جنبه جسمانی هم داشت، اما به هیچ روی نمی توانستم از دل انبوه عقاید متعارض راهی به سوی کانون بگشایم. بدین سان ساعات سپری می شد و خطابه های بیشتری ایراد می شد و اختلاف عقاید بیشتری بروز می کرد. در حیاط سایه ها کشیده تر شد و سرانجام روز گرم جای خود را به غروبی خاکستری و آنگاه به شبی مهتابی سپرد. هنوز گفتگوها ادامه داشت که ناگهان روی ایوان بالای حیاط ویولن زنی ظاهر شد و وقتی سکوت در حیاط قلعه حکمفرما شد نواختن اولین نغمه های شاگون باخ را در دمینور بالای سر ما آغاز کرد، یکباره و با یقین کامل رشته پیوند خود را با کانون یافتیم. منظره دره مهتاب آلود آلت موهل در زیر پای ما، کافی بود که انسان را دستخوش استحاله رمانتیک کند، اما علت این نبود. نغمه های روشن شاگون مثل نسیمی سرد بر تن من دست می سود، پرده مه را می شکافت و بنای سر به فلک کشیده ای را که پشت آن بود آشکار می کرد. موسیقی و فلسفه و دین، در روزگار افلاطون و در روزگار باخ و حتی در روزگار ما، همیشه به نظم کانونی راه می برده اند، و آن روز این نکته را بتجربه دریافتم.

بقیه شب را دور آتش در چادرهایی که روی چمنزار بالای قلعه برپا کرده بودیم، گذرانیدیم. موسیقی دان جوان، که او هم محصل بود، نزدیک گروه ما نشسته بود و قطعاتی از موتسارت و بتهوون اجرا می کرد و در میان آنها آوازهای قدیمی محلی می خواند، و من هم سعی می کردم که با گیتارم او را همراهی کنم.\*

روزی که در تپه های اطراف دریاچه اشتارن برگ به کوه پیمایی رفتیم و درباره آنها بحث کردیم خاطره آن شب دیگر فراموش شده بود. اشاره روبرت به مالبرانش مرا متقاعد کرده بود که نمی توانیم آنها را مستقیماً تجربه کنیم، یعنی آنها عین خارجی نیستند، و شاید این همان چیزی بود که افلاطون سعی کرده بود در کتاب تیمائوس خود بیان کند، و وقتی از این زاویه به حرفهای او می نگریم، کم کم برایم معنی پیدا می کرد. وقتی دانشمندان جدید درباره «شکل» اتم صحبت می کنند، حتماً واژه «شکل» را به وسیعترین معنای آن به کار می برند، یعنی به ساخت اتم در زمان و

\* در اینجا يك عبارت دو سه سطری که نویسنده در آن با کلمات بازی کرده است و قابل ترجمه نبود، ترجمه نشد. البته نبود آن لطمه ای به اصل مطلب نمی زند. - م.

مکان، خصوصیات تقارنی نیروهای آن، و قدرت آن در تشکیل ترکیب با اتمهای دیگر، اشاره دارند. به احتمال قریب به یقین، توصیف تصویری هرگز قدرت آن را ندارد که این ساختها را نمایش دهد، و یکی از دلایلی این است که این ساختها بداهتاً جزء جهان عینی اشیاء نیستند. اما با وجود این شاید بتوان به روش ریاضی آنها را بررسی کرد.

یکبارۀ علاقه‌مند شدم که دربارهٔ جنبه‌های فلسفی مسألهٔ اتم بیشتر بدانم، و از این رو با روبرت از کتاب تیمائوس افلاطون حرف زدم و از او پرسیدم که آیا کلاً با نظر افلاطون موافق است که اشیاء مادی از واحدهای کوچکی تشکیل شده‌اند و باید مآلاً ذراتی وجود داشته باشد که همهٔ مواد را بتوان به آن ذرات تجزیه کرد؟ چنین دستگیرم شد که نظرش دربارهٔ کل این مسأله تردیدآمیز است.

با این سخنان حدس مرا تأیید کرد: «این طور که تو مسأله را طرح می‌کنی، یعنی از دنیای تجربه بسیار دور می‌شوی، برای من بسیار غریب است. من خود را به دنیای آدمها، به دریاچه‌ها و جنگلها، بسیار نزدیکتر حس می‌کنم. می‌دانم که می‌توان پرسید که وقتی ماده را تجزیه می‌کنیم و باز اجزاء کوچک آن را خرد می‌کنیم چه رخ می‌دهد، همچنانکه می‌توان پرسید که آیا در ستاره‌های دوردست موجود زنده‌ای هست یا نه. اما من خودم علاقهٔ زیادی به این نوع مسایل ندارم، شاید هم علاقه‌ای به دانستن جواب نداشته باشم، زیرا معتقدم که ما وظایف بسیار مهمتری داریم.»

به او گفتم: «دلم نمی‌خواهد با تو دربارهٔ اهمیت نسبی تکالیف‌مان بحث کنم. علم همیشه مرا به هیجان درآورده است و می‌دانم که بسیاری از آدمهای جدی دوست دارند از طبیعت و قوانین آن بیشتر سر در بیاورند. از کجا معلوم که کار آنها يك روز برای نوع بشر بیشترین اهمیت را نیابد؟ اما در حال حاضر این مسأله در نظر من اهمیتی ندارد بلکه بیشتر به این می‌اندیشم که - چنانکه کورت هین الآن می‌گفت - تحولات جدید علم و تکنولوژی ما را به نقطه‌ای رسانده است که می‌توانیم تك تك اتمها را، یا دست کم اثرات آنها را، ببینیم و آزمایشگری با آنها را شروع کنیم. مسلم است که فعلاً دربارهٔ این موضوع چیز زیادی نمی‌دانیم، زیرا هنوز بررسیهایمان زیاد پیش نرفته است. اما اگر تشخیص من درست باشد، نظر تو به عنوان پیرومالبرانش دربارهٔ آن چیست؟»

«من توقع دارم که رفتار اتمها، در هر حال، با رفتار چیزهایی که در زندگی روزمره تجربه می‌کنیم فرق داشته باشد و شاید اقداماتی که برای تجزیهٔ بیشتر ماده صورت می‌گیرد آخر سر به نوسانها و گسستگیهایی بینجامد که از روی آنها بتوان دانه دانه



بودن ساختمان ماده را استنباط کرد. در عین حال اعتقاد دارم که هر کوششی برای ساختن تصویر محسوسی از این ساختها ناکام خواهد ماند و معلوم خواهد شد که این ساختها اعیان خارجی نیستند بلکه قوانین انتزاعی طبیعی هستند.»

«اگر بتوانیم آنها را ببینیم چه؟»

«ما فقط می توانیم آثار آنها را ببینیم نه خود آنها را.»

«اینکه جواب نشد. زیرا همین نکته را در مورد همه چیز می توان گفت. مثلاً تنها چیزی که از گر به می توانیم ببینیم بازتاب پرتوهای نور، یعنی آثار گر به است، نه خود گر به، و حتی اگر دست به پشتش هم بکشیم باز هم فرق نمی کند.»

«گمان نمی کنم با تو موافق باشم. من می توانم گر به را مستقیماً ببینم، زیرا وقتی نگاهش می کنم می توانم تأثرات حسی خود را به يك تصور منسجم تبدیل کنم. و در واقع باید این کار را بکنم. در مورد گر به با دو جنبه روبرو می شویم که یکی عینی و دیگری ذهنی است، یکی گر به به عنوان عین خارجی است و دیگری گر به به عنوان مفهوم، اما اتم به هیچ وجه چنین نیست. در اینجا نمی توان مفهوم و عین خارجی را از هم جدا کرد، زیرا که اتم نه این است و نه آن.»

به اینجا که رسیدیم کورت دوباره در بحث به ما پیوست: «هر دوی شما با این بحثهای فلسفی تان از کیسه خلیفه خرج می کنید، و حال آنکه باید به تجربه رجوع کنید. شاید يك روز بررسیهایمان ما را به دنیای آزمایشگری با اتم یا درباره اتم وارد کند و آن روز بفهمیم که اتم در واقع چیست و شاید پی ببریم که اتم، مثل همه چیزهایی که می توان مستقیماً تجربه کرد، واقعیت دارد. زیرا اگر راست باشد که همه اعیان مادی از اتم تشکیل یافته اند، پس اتم هم باید به اندازه اعیان مادی واقعیت داشته باشد.»

روبرت جواب داد: «نه، فکر می کنم نتیجه ای که گرفتی خیلی جای حرف دارد، زیرا با همین استدلال می توان گفت که چون همه موجودات زنده از اتم تشکیل شده اند، پس اتم هم زنده است، و معلوم است که این حرف مهمل است. فقط وقتی تعداد بسیار زیادی از آنها با هم ترکیب شوند و ساختهای بزرگتری به وجود آورند، این ساختها از کیفیات یا خصوصیات ویژه خود برخوردار می شوند.»

«پس تو فکر می کنی که آنها وجود بالفعل ندارند، آنها واقعیت ندارند؟»

«باز هم اغراق می کنی. شاید بحث ما بیش از آنکه درباره شناخت ما از آنها باشد درباره معنای واژه های 'بالفعل' و 'واقعی' است. تو از کتاب تیمائوس نام بردی و گفتی که افلاطون کوچکترین ذرات ماده را همان اشکال هندسی یا اجسام منتظم

می‌داند. افلاطون اگر هم از لحاظ واقعیت امر بر خطا بود. زیرا تجربه‌ای از آنها نداشت. علی‌الاصول درست فکر می‌کرد. آیا می‌توان این گونه شکل‌های ریاضی را 'بالفعل' یا 'واقعی' دانست؟ اگر این شکلها قوانین طبیعی یعنی نظم نهفته در فرایندهای طبیعی را بیان کنند، پس باید آنها را 'بالفعل' دانست، زیرا کنش دارند و آثار محسوس ایجاد می‌کنند، اما نمی‌توان آنها را 'واقعی' نامید، زیرا نمی‌توان به عنوان واقعیت یا عین خارجی توصیفشان کرد. خلاصه، ما نمی‌دانیم که چه کلماتی به کار ببریم، و هر وقت که پایمان را از عرصه تجربه مستقیم، یعنی عرصه‌ای که زبانهای ما در دورانه‌های پیش از تاریخ در دامن آن پرورده شده است، بیرون می‌نهمیم، ناگزیر با چنین وضعی مواجه می‌شویم.»

اما کورت قانع نشده بود: «من دوست دارم که حتی حکم کردن در این باره را به تجربه واگذار کنم. من نمی‌توانم باور کنم پیش از آنکه آزمایشهای حساس ما را با کوچکترین ذرات ماده آشنا کنند، تخیل بشری بتواند در این باره خبری به ما بدهد. در این مورد فقط تحقیقات محتاطانه‌ای که بدون هیچ‌گونه تصور قبلی انجام گیرد، می‌تواند ما را یاری کند، و درست بدین دلیل در درستی تعمیمهای فلسفی در چنین موضوع دشواری شك دارم، زیرا فقط پیشداوریهای ذهنی را پابرجا تر می‌کنند و به جای آنکه فهم درست را باعث شوند جلوی آن را هم می‌گیرند. از صمیم دل امیدوارم که دانشمندان پیش از شما فیلسوفان به راز اتم دست یابند.»

دیگر بقیه افراد گروه حوصله‌شان از دست ما سر رفته بود، و یکیشان به التماس گفت: «شما را به خدا این دعوا را تمام کنید. اگر می‌خواهید خودتان را برای امتحان آماده کنید، این کار را بگذارید برای خانه خودتان. چطور است آوازی بخوانیم؟» شروع به خواندن کردیم، و صدای صاف گروهی جوان، همراه با رنگ شکوفه‌ها، یکباره از همه تفکراتی که راجع به آنها داشتیم به نظر ما واقعی تر آمد، و همه تخیلاتی را که خود را به دستشان سپرده بودیم پراکنده و ناپدید کرد.

## عزم آموختن فیزیک (۱۹۲۰)

از مدرسه یکر است به دانشگاه نرفتم بلکه در زندگیم دوره فترتی پیش آمد. پس از امتحانات ورود به دانشگاه، با همان گروه از دوستان پای پیاده فرانکونیا<sup>۱</sup> را پیمودم و بعد از آن سخت بیمار شدم و چندین هفته به بستر افتادم. دوران طولانی نقاهت را هم با کتابهای خود گذراندم. در این ماههای حساس به کتابی برخوردیم که گرچه آن را کاملاً نفهمیدم اما مرا بسیار به خود جذب کرد. نویسنده کتاب ریاضیدان معروف هرمان وایل<sup>۲</sup> و نام کتاب فضا، زمان و ماده و غرض آن بیان نظریه نسبیت به زبان ریاضی بود. استدلالات دشوار ریاضی و اندیشه انتزاعی که بنیاد آن بود، هم مرا به هیجان می آورد و هم آشفته خاطر می ساخت و نیز مرا در تصمیم قبلیم بر فراگرفتن ریاضیات در دانشگاه مونیخ استوارتر می کرد.

اما در چند روز اول تحصیل حادثه غریبی رخ داد که به نظر من بسیار جالب بود و در اینجا آن را به اختصار بازگو می کنم. پدرم که در دانشگاه مونیخ یونانی میانه و جدید درس می داد ترتیبی داده بود که من با فردیناند فون لیندهمان<sup>۳</sup>، که استاد ریاضیات بود و از بابت حل مسأله قدیمی تربیع دایره شهرت داشت<sup>۴</sup>، ملاقات کنم. قصدم این بود که از او اجازه بخواهم در کلاسهایش شرکت کنم، و تصور می کردم مطالعاتی که در ساعات فراغت داشته ام را برای این کار آماده کرده است، اما وقتی

1. Frankenland      2. Hermann Weyl      3. Ferdinand von Lindemann

۴. برای اینکه خواننده از لحن هایزبرگ به اشتباه نیفتد، تذکر این نکته لازم است که لیندهمان مسأله تربیع دایره را حل نکرد، بلکه از راه اثبات متعالی (transcendental) بودن عدد  $\pi$ ، ثابت کرد که این مسأله غیر قابل حل است. م.

به اطاق کار این مرد بزرگ، که اتاقی تیره و دلگیر در طبقه اول بود و مبلمانی خشک و قدیمی داشت، وارد شدم، فوراً احساس ناراحتی کردم. پیش از آنکه به استاد، که یواش یواش از روی صندلی خود بلند می شد سلام کنم، چشمم به سگ سیاه کوچکی افتاد که روی میز چمباتمه زده بود و یکباره به یاد سگی که در اطاق فاؤست بود، افتادم. حیوان کوچولو آشکارا با دشمنی به من نگاه می کرد، و مرا مهمان ناخوانده ای می دید که می خواهد آرامش خاطر صاحبش را برهم بزند. از بس دستپاچه شدم به تته پته افتادم و وقتی هم که زبانم باز شد دیدم که دارم درخواست خود را بسیار گستاخانه مطرح می کنم. ظاهراً خود لینده مان هم که پیر مرد متشخص و ریش سفیدی بود و خسته به نظر می آمد همین حال را داشت، و شاید آشفتگی مختصر او باعث شد که سگ کوچولو واق واق گوشخراشی سر دهد. صاحبش کوشید او را آرام کند، اما کار او نتیجه ای جز این نداشت که حیوان کوچولو را وحشتزده تر کرد و چنان شد که ما دو نفر صدای یکدیگر را به زحمت می شنیدیم. لینده مان از من پرسید که اخیراً چه کتابهایی خوانده ام و من کتاب فضا، زمان و ماده و ایل را نام بردم. در همان حال که واق واق هیولای کوچولو ادامه داشت، لینده مان گفتگورا با جمله زیر پایان داد: «در این صورت شما اصلاً به درد ریاضیات نمی خورید.» همین و همین.

معلوم بود که مرد میدان ریاضیات نیستم. پدرم در پایان مشورت خسته کننده ای که با او داشتم به من توصیه کرد که این بار به فیزیک نظری روی بیاورم، و بدین دلیل با دوست دیرین خود آرنولد زومرفلد<sup>۲</sup> که در آن زمان رئیس دانشکده فیزیک نظری دانشگاه مونیخ بود و همه او را از بهترین استادان آن دانشگاه می دانستند، برایم قرار ملاقاتی گذاشت. زومرفلد مرا در اتاق کار روشن خود که پنجره اش رو به حیاط باز می شد پذیرفت. از پنجره می توانستم عده زیادی از دانشجویان را که زیر افاقای تئومندی نشسته بودند، ببینم. مرد کوتاه قد خپله با سبیل تیره نظامی به نظرم کمی خشک و اتوکشیده آمد، اما از همان جمله های اولش دستگیرم شد که مردی است خیر اندیش و براستی غمخوار جوانان، و بویژه غم کار پسری را دارد که آمده است با او مشورت کند و از او راهنمایی بخواهد. این بار هم گفتگوی ما به مطالعات ریاضی که من در دوران مدرسه در جنب درس خود داشتم و به کتاب فضا، زمان و

۱. اشاره است به مفیستوفلس (ابلیس) در نایشنامه فاؤست گوته که به صورت سگی به اطاق کار فاؤست، که ظاهراً بی شباهت به اطاق کار لینده مان نبوده، رفت و او را فریفت. م.

2. Arnold Sommerfeld

ماده کشید. اما واکنش زومرفلد از بیخ و بن با واکنش لیندهمان فرق می‌کرد. گفت: «شما پیش از اندازه سختگیر و بلندپروازید. نمی‌توان از مشکلترین قسمت فیزیک شروع کرد و انتظار داشت که بقیه آن خودبه‌خود مثل میوه رسیده توی دامن آدم بیفتد. از حرفهایتان این طور می‌فهمم که به نظریه نسبیت و مسایل اتمی علاقه دارید، اما توجه داشته باشید که حوزه‌هایی از فیزیک جدید که گرایشهای بنیادی فلسفی را مورد تردید قرار می‌دهد و مفاهیم بسیار گرا و جالب طرح می‌کند، منحصر به این دو نیست. راه رسیدن به این حوزه‌ها دشوارتر از آن است که ظاهراً شما فکر می‌کنید. باید با فرا گرفتن فیزیک متعارف، که کاری است حقیر و در عین حال رنجبار، کار را آغاز کنید، و اگر علاقه به آموختن علم داشته باشید، باید اول تصمیمتان را بگیرید که می‌خواهید توجه خود را معطوف به تحقیق تجربی کنید یا تحقیق نظری. از حرفهایتان چنین می‌فهمم که بیشتر به نظریه علاقه دارید. اما مگر در مدرسه آزمایش نمی‌کرده‌اید و با دستگاههای مختلف ور نمی‌رفته‌اید؟»

گفتم که به ساختن ماشینهای کوچک و موتور و بوبین القا علاقه دارم، اما با همه این حرفها جهان ابزارها را زیاد دوست ندارم، و دقت و مراقبتی که برای اندازه‌گیریهای بی‌اهمیت لازم است، به نظرم کار گل می‌آید.

«با این حال، حتی اگر تحصیلات نظری هم بکنید، باز هم باید به چیزهایی که ظاهراً تکالیف پیش پا افتاده حقیری بیش نیستند خیلی توجه داشته باشید. حتی کسانی که سرو کارشان با مباحث بزرگی است که نتایج عمیق فلسفی دارند باید بسیاری مسایل خرد و ریز را بررسی کنند. و فقط در صورتی می‌توانند بگویند از قلمروی که گشوده‌اند تصویری جامع در دست دارند که به حل این نوع مسائل موفق شده باشند.»

با شرمندگی گفتم: «با این حال من بیش از هر چیز به مفاهیم بنیادی فلسفی علاقه دارم.»

اما زومرفلد گوشش به این حرفها بدهکار نبود: «باید حرف شیلر را در مورد کانت و مفسران او به یاد داشته باشید: 'وقتی که شاهان کاخ می‌سازند، کار ناوه‌کش‌ها زیاد می‌شود'. اول کار، هیچ‌کسی قبول نمی‌کند که ناوه‌کش باشد، اما خواهید دید که حتی انجام دادن دقیق و مسؤولانه کارهای کوچک هم خالی از لذت نیست، و امیدوارم که در ضمن این کار به نتایج شایسته‌ای هم برسید.»

زومرفلد چند راهنمایی دیگر در مورد مطالعات مقدماتیم کرد و گفت که یک مسأله کوچک را که با تحولات اخیر در نظریه اتمی ارتباط دارد برایم طرح خواهد کرد تا من

جوهر خود را در این زمینه نشان دهم، و قرار شد که چند سال آینده را در کلاسهایش شرکت کنم.

این دیدار، که نخستین گفتگوی من با دانشمندی بود که فیزیک جدید را خوب می‌شناخت و شخصاً در حوزه‌ای که هم به نسبت مربوط می‌شد و هم به نظریه کوانتومی، کشفهای مهمی کرده بود، اثر دیرپایی بر من داشت. هر چند دعوت او به احتیاط و دقت در جزئیات به نظرم بسیار معقول می‌آمد و پدرم هم بارها مرا به این کار توصیه کرده بود، از اینکه می‌دیدم هنوز با حوزه‌ای که بدان علاقه واقعی دارم این قدر فاصله دارم، دلسرد می‌شدم. این بود که این ملاقات موضوع بحثهای بسیاری با دوستانم شد. بخصوص یکی از این بحثها را خوب به خاطر دارم: موضوع آن فیزیک جدید و فرهنگ زمان ما بود.

پاییز آن سال، رفت و آمد من با پسری که شاکون باخ را در قلعه پرون به آن خوبی اجرا کرده بود، بیشتر شد. در خانه دوست مشترکمان والتر، که او هم در نواختن ویولون سل چیره دست بود، یکدیگر را می‌دیدیم، و تریوهای آهنگسازان مختلف را تمرین می‌کردیم. از قضا آن روزها بهترین تریوی شویرت در ب ماژور مشغول بودیم. پدر والتر به مرگ ناهنگام مرده بود و اکنون همسرش دوپسر او را در خانه‌ای وسیع که مبلمان بسیار زیبایی داشت سرپرستی می‌کرد. خانه آنها در خیابان الیزابت اشتراسه بود و با خانه ما در خیابان هوهن تسولرن<sup>۱</sup> پیاده چند دقیقه بیشتر فاصله نداشت. پیانوی عظیمی که در اتاق نشیمن بود، یکی دیگر از دلایل جمع شدن ما در آن خانه بود. پس از اینکه نواختن موسیقی تمام می‌شد، اغلب تا دیر وقت شب حرف می‌زدیم و در چنین مواردی بحث به تحصیلات آینده من می‌کشید. مادر والتر تعجب می‌کرد که چرا من موسیقی را شغل آینده خود انتخاب نکرده‌ام.

«از طرز ساز زدن و صحبت کردن شما در باره موسیقی، چنین استنباط می‌کنم که الفت شما با هنر بیش از علم و تکنولوژی است و خدایان هنر را بیش از ابزارها و ماشینها و فرمولهای علمی دوست دارید. اگر حدس من درست است، پس چرا علوم طبیعی را انتخاب کرده‌اید؟ به هر حال، آینده دنیا به دست شما جوانهاست. اگر جوانان زیبایی را انتخاب کنند زیبایی بیشتر خواهد شد، و اگر سودمندی را انتخاب کنند چیزهای مفید بیشتری ساخته خواهد شد. تصمیم هر فرد نه فقط در زندگی خود او که در زندگی نوع بشر تأثیر دارد.»

من در دفاع از خود گفتم: «فکر نمی‌کنم که چنین دوراهی پیش روی ما باشد، گذشته از آن معلوم نیست من موسیقیدان خوبی از آب در بیایم. نکته دیگر این است که انسان در چه زمینه‌ای می‌تواند سهم بیشتری داشته باشد. حس می‌کنم که موسیقی در سالهای اخیر بیشتر توان خود را از دست داده است. در قرن هفدهم موسیقی هنوز آمیخته با زندگی دینی بود؛ در قرن هجدهم نوبت به تسخیر جهان عواطف شخصی رسید؛ در قرن نوزدهم، موسیقی رمانتیک به ژرفترین اعماق روح آدمی دست یافت. اما به نظر می‌رسد که در این چند سال اخیر، موسیقی به دلخواه خود به عرصه غریب و آشفته و در عین حال سست آزمایشگری پانهاده است، که در آن نقش ملاحظات نظری از نقش گام برداشتن آگاهانه در جاده‌های آشنا بیشتر است. در علم، و بخصوص در فیزیک، وضع بکلی فرق می‌کند، در اینجا، دنبال کردن هدفهای روشن در راههای آشنا - یعنی همان راههایی که بیست سال پیش از این به فهم برخی از پدیده‌های الکترومغناطیسی انجامید - خود به خود مسائلی را آشکار کرده است که یکسره مبانی فلسفی علم، یعنی ساخت فضا و زمان و حتی اعتبار قوانین علی را دستخوش شك ساخته است. اینجا سرزمین ناشناخته‌هاست و شاید نسلهای فیزیکدان بیایند و بروند تا پاسخ‌هایی معلوم شود. و من به صراحت اعتراف می‌کنم که بسیار دوست دارم در این میان نقشی بر عهده داشته باشم.»

دوستم رولف<sup>۱</sup>، همان ویولون‌زن، اعتراض کرد: «تا آنجا که عقل من قد می‌دهد، همین چیزهایی را که تو در باره فیزیک جدید گفتی در باره موسیقی جدید هم می‌توان گفت. در اینجا هم نقشه راه کاملاً روشن به نظر می‌آید. موانع کهن موسیقی تونال دارند فرو می‌ریزند و ما خود را روی خاک بکر دلفریبی می‌یابیم و تقریباً آزادی کامل داریم که هر نغمه یا ریتمی را که می‌خواهیم انتخاب کنیم. پس شاید موسیقیدانان هم مثل دانشمندان به گنجینه‌هایی دست بیابند.»

والتر ایرادهای متعددی داشت: «من واقعاً نمی‌دانم که 'آزادی بیان' و 'خاک بکر دلفریب' حتی یک چیزند یا نه. مسلماً در نظر اول چنین می‌نماید که بیشتر شدن آزادی حتی با غنا و وسعت گرفتن امکانات ملازمه دارد، اما من می‌دانم که در هنر، که آشنایی من با آن از علم بیشتر است، چنین نیست. به نظر من هنر به این صورت پیشرفت می‌کند که ابتدا یک فرایند کُند تاریخی زندگی مردمان را به رغم میل خود آنها دگرگون می‌کند و بدین طریق اندیشه‌های تازه‌ای رخ می‌نماید. آنگاه چند نفر

هنرمند پر قریحه سعی می کنند با بیرون کشیدن امکانات جدید از ماده‌ای که با آن کار می کنند، مثلاً از رنگها یا سازها، به این اندیشه‌های جدید صورت دیدنی یا شنیدنی ببخشند. این بده و بستان، یا اگر دوست دارید بگوییم این پیکار، میان مضمون و محدودیت‌های وسیله بیان به نظر من شرط لازم پیدایش هنر واقعی است. اگر محدودیت‌های وسیله بیان از بین برود، مثلاً اگر در موسیقی بتوانیم هر صدای دلخواهی را تولید کنیم، این پیکار پایان می گیرد و کوشش‌های هنرمند عقیم می ماند. به این دلیل من به آزادی بیش از حد خوشبین نیستم.»

والتر ادامه داد: «در علم با پیدایش شیوه‌های جدید، سیلی از آزمایش‌های جدید به راه می افتد، تجربه‌های جدیدی پیدا می شود و در نتیجه می توان مضمون‌های جدیدی ابداع کرد. در اینجا وسیله بیان همان مفاهیمی است که به کمک آنها اندیشه‌های جدید را درمی یابیم و جلوه گر می کنیم. مثلاً من خواننده‌ام که نظریه نسبیت اینشتین، که این همه برای شما جالب است، حاصل شکست آزمایشی بود که می خواست حرکت زمین را در فضا به وسیله تداخل پرتوهای نور اثبات کند. وقتی در این کار ناکام شدند، معلوم شد که نتایج جدید، یا به عبارت دیگر اندیشه‌های جدید، گسترش وسیله بیان، یعنی دستگاه مفاهیم خاص فیزیک را ایجاد می کنند. البته به احتمال زیاد کسی انتظار نداشت که برای این منظور تغییر اساسی در مفاهیم بنیادینی چون زمان و مکان لازم باشد. دستاورد بزرگ اینشتین این بود که دریافت مفاهیم فضا و زمان نه فقط قابل تغییراند، بلکه در واقع باید تغییر بکنند.

«آنچه را تو درباره تحولات اخیر فیزیک گفتی، بخوبی می توان با تحولات موسیقی در نیمه قرن هجدهم مقایسه کرد. در آن زمان، یک فرایند تدریجی تاریخی باعث شد که آگاهی از جهان عاطفی افراد روز به روز بیشتر شود. و این نکته راه ما از آثار روسو یا ورتزگوتته که مؤخر بر اوست، می دانیم. و پس از آن بود که موسیقیدانان بزرگ کلاسیک مثل هایدن، موتسارت، بتهوون و شوبرت توانستند وسیله بیان را گسترش دهند و زبان موسیقایی لازم برای تصویر کردن این جهان عاطفی را کشف کنند. اما به نظر من در موسیقی جدید مضمون بسیار مبهم و نامعقول شده است و انبوه بیانه‌های ممکن مرا نگران می کند. گویی راه و روش موسیقی جدید را یک اصل منفی تعیین می کند: تونالیتته کهن را باید رها کرد، نه بدین دلیل که از عهده بیان اندیشه‌های نیرومند و پرفشار ما بر نمی آید، بلکه بدین دلیل که فکر

۱. یا رنجهای ورتز جوان، یکی از آثار دوره جوانی گوتته، که سهم مهمی در ایجاد نهضت رمانتیک در آلمان و بیان روحیه رمانتیکی و حتی در ایجاد و گسترش این روحیه داشت. - م.



می‌کنیم نیروی آن ته کشیده است. موسیقیدانان به هیچ وجه از قدم بعدی آگاهی ندارند، و خیلی که باشد کورمال کورمال پیش می‌روند. در علم جدید مسایل روشن اند و وظیفه ما پیدا کردن جواب درست آنهاست، اما در هنر جدید معلوم نیست که این مسایل چیست. اما شاید بهتر باشد تو ما را از حوزه‌های تازه‌ای که می‌خواهی در فیزیک جدید کشف کنی، آگاه کنی.»

سعی کردم اطلاعات دست و پا شکسته‌ای را که در دوران بیماری، بخصوص از کتابهای عامیانه مربوط به فیزیک اتمی کسب کرده بودم بازگو کنم. به والتر گفتم: «در نظریه نسبیت، آزمایشهایی که شما بدانها اشاره کردید و آزمایشهای دیگر، باعث شد که اینشتین مفهوم رایج همزمانی را کنار بگذارد، و این کار به خودی خود خیلی جالب بود. همه ما فکر می‌کنیم که معنی دقیق واژه 'همزمان' را می‌دانیم، هر چند به رویدادهایی مربوط شود که در فاصله عظیمی از هم رخ می‌دهند. و حال آنکه اشتباه می‌کنیم، زیرا اگر بررسی کنیم که چگونه می‌توان تعیین کرد که دو رویداد از این نوع در واقع همزمانند، و سپس روشهای مختلف اثبات را از روی نتایجشان با هم مقایسه کنیم، طبیعت خود به خود به ما خبر می‌دهد که جوابهای ما به هیچ وجه روشن و مشخص نیستند بلکه به حالت حرکت ناظر بستگی دارند. بنابراین، فضا و زمان، برخلاف نظر قدما، از هم مستقل نیستند. اینشتین توانست با یک فرمول ریاضی ساده و منسجم ساخت 'جدید' فضا و زمان را بیان کند. در مدت بیماری سعی کردم این جهان ریاضی را بکام، پس از آن از زومر فلد شنیدم که این جهان نسبتاً پیموده شده است و دیگر قلمرو ناشناخته‌ای نیست.

«امروزه جالبترین مسایل به عرصه‌ای دیگر، یعنی به فیزیک اتمی، تعلق دارند. در اینجا با این پرسش اساسی روبرو می‌شویم که چرا عالم مادی به صورتها و کیفیاتی جلوه گر می‌شود که همواره تکرار می‌شوند. مثلاً چرا از ذوب شدن یخ یا تراکم بخار آب یا احتراق هیدروژن، همیشه آب با همه خصوصیاتش به دست می‌آید. فرض کنیم که اجسام مادی - و در این مورد آب - از اتمها تشکیل شده باشند؛ در شیمی مدتهاست که از این اندیشه استفاده کرده‌اند و موفق هم بوده‌اند. اما با قوانین نیوتون که در مدرسه آموخته‌ایم، نمی‌توان گفت که چرا حرکات ذرات تشکیل دهنده آب پایدارند. فقط با یاری گرفتن از قوانین طبیعی کاملاً متفاوتی می‌توان تبیین کرد که چرا اتمها همواره آرایش مجدد می‌یابند و طوری حرکت می‌کنند که همان ماده با همان خصوصیات پایدار تولید شود. نخستین بار بیست سال پیش از این، نظریه کوانتومی پلانک روزه‌ای به روی این قوانین گشود. پس از آن، فیزیکدان دانمارکی نیلس بور

نظریه پلانک را با الگوی اتمی رادرفورد آمیخت و با این کار، برای نخستین بار پایداری اتمها را، که امری غریب است و من هم اکنون تذکر دادم، تا اندازه‌ای روشن کرد. اما به نظر زومرفلد هنوز خیلی مانده است که راه و روش طبیعت را در این عرصه درست دریابیم. عرصه ناپیموده‌ای است که در دهه‌های آینده روابط جدیدی در آن کشف خواهد شد. مثلاً شاید بتوانیم با تنظیم مجدد و شایسته قوانین طبیعی و با استفاده از مفاهیم درست جدید، شیمی را یکسره به فیزیک اتمی تبدیل کنیم. خلاصه من اعتقاد محکم دارم راهی که فیزیک در پیش گرفته است بیش از راه موسیقی به کشف ساختها و روابط مهم می‌انجامد. با این حال، قبول دارم که صدوپنجاه سال پیش وضع برعکس این بود.»

والتر پرسید: «پس به نظر تو هر کس که به پیشرفت فرهنگ بیندیشد باید حتماً از امکانات تاریخی عصری که در آن زندگی می‌کند استفاده کند؟ یعنی اگر موتسارت در زمان ما زاده شده بود او هم موسیقی غیر تونال و تجربی می‌آفرید؟»

«بله، گمانم همین است. اگر اینشتین در قرن دوازدهم می‌زیست، نمی‌توانست کشفهای مهم علمی بکند.»

مادر والتر گفت: «شاید درست نباشد که دائم اسم مردان بزرگی چون اینشتین و موتسارت را بیاورید. کمتر کسی بخت آن را دارد که چنین نقش حساسی ایفا کند. بیشتر ما باید به کار کردن در يك حوزه کوچک قانع باشیم و باید از خود بپرسیم که اجرای تریوی شوپرت در ب مازور خرسندکننده‌تر است یا ساختن دستگاهها و نوشتن فرمولهای ریاضی.»

با نظر او موافقت کردم و گفتم که من خودم شکی در این باره ندارم و نقل قول زومرفلد را از شیلر شاهد آوردم که «وقتی شاهان کاخ می‌سازند، کار ناوه‌کشها زیاد می‌شود.»

رولف گفت: «همه ما چنین نظری داریم. کسانی از ما که می‌خواهند موسیقیدان بشوند باید رنج فراوان ببرند تا در نواختن سازی مهارت بیابند و تازه می‌توانند امیدوار باشند قطعاتی را که صدها موسیقیدان چیره‌دست با مهارت بیشتری اجرا کرده‌اند بنوازند، و خود تو هم باید ساعتها با دستگاههایی که دیگران با مهارت ساخته‌اند بگنرانی، یا اندیشه‌های ریاضی استادان را مرور کنی. البته، بعد از همه این حرفها، احساس موفقیتی که به ناوه‌کشهای موسیقیدان دست می‌دهد احساس کوچکی نیست: ارتباط دائم با موسیقی والا و سرمستی که گاهگاه از يك تعبیر موفق حاصل می‌شود. شما دانشمندان هم گاهی موفق می‌شوید رابطه‌ای را کمی

بهرتر از پیشینیان خود تعبیر کنید، یا فرایندی را دقیقتر از پیشینیان خود تعیین کنید. اما هیچ يك از ما نباید گمان کند که می تواند کار کارستانی بکند یا کشف مهمی انجام دهد، هر چند در زمینه کار او قلمروهای ناگشوده فراوان باشد.»

در این لحظه مادر والتر که تا آن وقت با دقت گوش می داد، زیر لب، و گویی با خود حرف می زد، چیزی گفت. مثل این بود که دارد افکارش را جمع و جور می کند: «شاید تمثیل شاهان و ناوه کشها بکلی معنای دیگری داشته باشد. ظاهراً این تمثیل همه افتخارات را نصیب شاهان می کند و کار ناوه کشها را فرعی و بی اهمیت می داند، اما شاید عکس این قضیه درست باشد. شاید افتخارات شاهانه حاصل کار ناوه کشها باشد، زیرا ناوه کشها کار توانفرسا کرده اند و به پاداش آن توفیق و لذت یافته اند. شاید دلیل اینکه امثال باخ و موتسارت را بزرگان موسیقی می دانیم این است که این دو، دو قرن تمام به موسیقیدانان کوچکتر فرصت داده اند تا در جزئیات آثارشان غرق شوند و افکارشان را تعبیر کنند. حتی شنوندگان هم وقتی پیام موسیقیدانان بزرگ را می شنوند در این کار ظریف شریک می شوند.

«اگر به تحولات تاریخی - هم در علم و هم در هنر - توجه کنید می بینید که هر رشته ای دوره های طولانی رکود یا رشد بطیء دارد. اما حتی در این دوره ها هم چیزی که مهم است کار دقیق و توجه به جزئیات است. هر کاری که با مراقبت و مجاهدت صورت نگیرد به فراموشی سپرده می شود، و در واقع شایسته به یاد ماندن نیست. و آنگاه ناگهان، از این فرایند آهسته، که در طی آن در اثر تحولات کلی تاریخی در محتوای يك رشته خاص تغییراتی به وجود می آید، امکانات و مضمونهای نامنتظر پدید می آید. این فرایند رشد را افراد با استعداد حس می کنند و گویی با نیرویی جادویی به سمت آن کشیده می شوند، از این روست که گاهی، در مدت چند دهه، در يك سرزمین کوچک جهان آثار بزرگ هنری آفریده می شود یا کشفهای مهم علمی صورت می گیرد. مثلاً در اواخر قرن هجدهم وین سرچشمه موسیقی کلاسیک بود، و نقاشی در قرنهای پانزدهم و شانزدهم در هلند رونق داشت. درست است که برای بیان مضمونهای معنوی جدید و ایجاد صورتهایی که بتوان تحولات بعدی را به قالب آنها ریخت به مردان بزرگ نیاز است، اما این مضمونها را درحقیقت این مردان نمی آفرینند.

«شاید واقعاً ما در آستانه يك دوران بسیار پرثمر علمی باشیم، و در این صورت درست نیست که جوانان را از شرکت در این کار بازداریم. بعید به نظر می آید که در آن واحد هم در علم و هم در هنر تحولات مهم رخ دهد، پس جای خوشحالی است اگر

این تحولات در یکی از این دو زمینه رخ دهد و ما بتوانیم به عنوان ناظر یا به عنوان همکار در عظمت آن سهیم باشیم. از این بیشتر توقع داشتن حماقت است. بدین دلیل است که من حمله‌های رایج به هنر جدید - چه موسیقی و چه نقاشی - را بی انصافی می‌دانم. وقتی موسیقی و هنرهای تجسمی مسائل مهمی را که پیش رو داشتند در قرن هجدهم و نوزدهم حل کردند، یک دوره آرامتر لازم بود تا گذشته حفظ شود و چیزهای جدیدی از راه آزمون و خطابه محک آزمایش زده شود. به نظر من مقایسه آثار موسیقیدانان جدید با زیباترین پیروزیهای دوران شکوه موسیقی بی انصافی محض است. بهتر است که مجلس خود را با اجرای تریوی شو برت پایان دهیم، تا ببینیم شما چطور از عهده اجرای آن برمی‌آیید.»

همین کار را کردیم. رولف بخش دوم موومان را با چنان حالتی اجرا می‌کرد که معلوم بود از اینکه دوران شکوه موسیقی اروپایی به سر آمده ناراحت است. چند روز بعد، وقتی به تالاری که زومرفلد معمولاً در آن درس می‌داد وارد شدم یکر است به سمت پسر سیاه مویی که چهره‌ای رازدار داشت رفتم. زومرفلد در اولین دیدار او را به من معرفی کرده بود و گفته بود که او را یکی از با استعدادترین شاگردان خود می‌داند و من از او چیزهای زیادی می‌توانم یاد بگیرم. نام او ولفگانگ پاؤلی بود، و از آن پس تا پایان زندگی‌اش با من دوست صمیمی بود، گرچه گاهی بی‌رودریاستی از من انتقاد می‌کرد. کنارش نشستم و گفتم که می‌خواهم پس از پایان کلاس با او درباره مطالعات مقدماتیم مشورتی بکنم. در همین لحظه زومرفلد وارد تالار شد و وقتی درس را شروع کرد، ولفگانگ در گوشم گفت: «راستی قیافه‌اش مثال هوسارهای پیر نیست؟» پس از پایان کلاس به انستیتوی فیزیک نظری بازگشتیم و من در آنجا دو سؤال از ولفگانگ پرسیدم، یکی این بود که اگر کسی علاقه‌اش بیشتر به کار نظری باشد، چه مقدار باید کار تجربی انجام دهد، و دیگر اینکه اهمیت نسبی و فیزیک اتمی، در مقایسه با هم، چقدر است.

ولفگانگ در پاسخ پرسش اول من گفت: «من می‌دانم که زومرفلد به مطالعات تجربی توجه زیادی دارد، اما خود من آدم این کارها نیستم، من از این ور رفتن با دستگاہها نفرت دارم. البته می‌دانم که پایه فیزیک بر نتایج تجربی گذاشته شده است، اما بعد از اینکه نتایج به دست آمد، فیزیک، بخصوص فیزیک جدید، بسیار دشوارتر از آن می‌شود که فیزیکدانان تجربی بتوانند آن را دنبال کنند. شاید دلیلش این است

که دستگاہهای پیچیده فیزیک جدید ما را به قلمروهایی از طبیعت می‌برند که توصیف رسای آنها با مفاهیم معمولی ممکن نیست و ناچار باید از يك نوع زبان انتزاعی ریاضی استفاده کرد، و شرط این کار مقدار قابل ملاحظه‌ای آموزش در ریاضیات جدید است. متأسفانه باید اقرار کرد که هر کسی باید متخصص باشد. برای من زبان انتزاعی بسیار آسان است و امیدوارم که در کار خود بتوانم از آن استفاده شایسته بکنم. البته ناگفته پیداست که اطلاع از جوانب تجربی را هم تا حدودی ضروری می‌دانم. ریاضیدان محض، هر چه هم ماهر باشد، اصلاً از فیزیک سر در نمی‌آورد.»

در اینجا من گفتگویی را که با لینده‌مان پیر داشتم تکرار کردم و قضیه سگ او و عکس‌العملش را نسبت به خواندن کتاب فضا، زمان و ماده وایل برایش تعریف کردم. ولفگانگ از نقل این ماجرا خیلی خوشش آمد و گفت:

«من همین را انتظار داشتم، اطلاع وایل از نظریه نسبیت بسیار زیاد است و در نظر لینده‌مان همین آشنایی کافی است که شخص را از اینکه ریاضیدانی جدی به حساب بیاید محروم کند.»

نظر ولفگانگ درباره اهمیت نسبی نسبیت و نظریه اتمی این بود: «نظریه نسبیت خاص دیگر چیز کاملی است. فقط باید آن را یاد گرفت و مثل هر نظریه فیزیکی دیگری به کار برد. برای کسانی هم که بخواهند کشفهای جدید بکنند چیز جالب توجهی در آن وجود ندارد. اما نظریه نسبیت عام، که تقریباً همان نظریه گرانش اینشتین است، هنوز نظریه‌ای است بحث‌انگیز، اما چندان رضایتبخش نیست، زیرا برای هر آزمایشی باید صد صفحه نظریه را که پر از پیچیده‌ترین فرمولهای ریاضی است خواند. هیچ کس نمی‌تواند بگوید که آیا این نظریه سراپا درست است یا نه. با این حال امکانات جدیدی برای فکر ایجاد می‌کند و از این لحاظ در خور توجه جدی است. من اخیراً مقاله نسبتاً مفصلی درباره نظریه نسبیت عام نوشته‌ام و شاید به همین دلیل نظریه اتمی را بسیار جالبتر از آن می‌بینم.

«در فیزیک اتمی هنوز آزمایشهای زیادی داریم که تعبیر نشده‌اند، شواهدی که از طبیعت در مواردی به دست می‌آید با شواهدی که در موارد دیگر حاصل می‌شود مبیانت دارد، و هنوز تصویر کم و بیش منسجمی از رابطه میان این گونه پدیده‌ها ارائه نشده است. البته نیلس بور موفق شده است که پایداری شگفت‌آور اتم را به فرضیه کوانتومی پلانک - که هنوز تعبیر کاملی از آن در دست نیست - مربوط کند. شنیده‌ام که اخیراً هم او توانسته است جدول تناوبی عناصر و خواص شیمیایی آنها را به طور

کیفی تشریح و تبیین کند. اما باور کن که من نمی فهمم چگونه به این کار موفق شده است، زیرا او را هم مثل دیگران دچار همان تناقضات می بینم. به هر حال همه دارند در مه غلیظی کورمال کورمال پیش می روند و شاید ساها طول بکشد تا این مه از بین برود. زومر فلد امیدوار است که شاید بتوان به کمک آزمایش برخی از قوانین جدید را پیدا کرد. او به ارتباطات عددی و حتی تقریباً به آن نوع از عرفان عددی که فیثاغورثیان در مورد هماهنگی تارهای مرتعش به کار می بردند اعتقاد دارد. به همین دلیل برخی از ما این جنبه از علم او را 'رازورزی اتمی' می نامیم، گرچه تا آنجا که می دانم کسی هم چیزی بهتر از او پیشنهاد نکرده است. شاید اگر انسان با وحدت پر شکوه فیزیک کلاسیک زیاد آشنا نباشد بهتر بتواند راه خود را بیابد. تو از این بابت برگ برنده ای در دست داری.» و آنگاه با نیشخندی افزود «گرچه نادانی دلیل موفقیت نمی شود.»

بجز این زخم زبان کوچک، حرفهای ولفگانگ همه دلایلی را که برای آموختن فیزیک داشتم تأیید می کرد. خوشحال بودم که به ریاضیات محض نپرداختم، و آن سگ سیاه در اتاق کار لینده مان در نظرم مجسم می شد: «جزئی از آن نیرویی که هواره خیال بدی در سر می پرورد اما هواره نیکی می کند.»<sup>۱</sup>

---

۱. عبارتی است از فاوست گوته. در همان صحنه اتاق مطالعه، وقتی فاوست از مفیستوفلس می پرسد: «پس تو کیستی؟» او در جواب می گوید: «جزئی از آن نیرویی...» - م.

## معنی «فهمیدن» در فیزیک جدید

(۱۹۲۰-۱۹۲۲)

دو سال اول تحصیل من در دانشگاه مونیخ در دو دنیای کاملاً متفاوت گذشت، یکی دنیای دوستان نهضت جوانان و دیگری قلمرو انتزاعی فیزیک نظری. هر دو دنیای من آنچنان از فعالیت شدید پر بود که غالباً حالتی بسیار آشفته داشتم و می دانستم که دیگر نوسان بین این دو برآیم مشکل است. در درس زومر فلد گفتگو با ولفگانگ پاؤلی مهمترین قسمت مطالعات مرا تشکیل می داد اما شیوه زندگی ولفگانگ تقریباً مخالف شیوه زندگی من بود. من روز را دوست می داشتم و بیشتر وقت فراغت خود را صرف گردش در کوهستان یا شنا یا پختن غذای ساده در ساحل یکی از دریاچه های باواریا می کردم. در حالی که ولفگانگ شب زنده دار بود، او شهر را ترجیح می داد، دوست داشت عصرها به کافه ای قدیمی برود و شبها تا دیر وقت با تمرکز خاطر شدید و موفقیت کامل به مطالعه فیزیک مشغول باشد. طبعاً - و برخلاف میل زومر فلد - او به ندرت می توانست در جلسات درس صبحگاهی حضور داشته باشد و معمولاً حوالی ظهر سر و کله اش پیدا می شد. این اختلاف شیوه زندگی با آنکه ما را کمی از هم دور می کرد ولی به دلیل علاقه مشترکی که به فیزیک داشتیم در دوستی ما خللی ایجاد نمی کرد.

وقتی من به گذشته، به تابستان سال ۱۹۲۱ می اندیشم و می خواهم خاطرات فراوانی را که از آن موقع دارم در تصویری بگنجانم، در ذهنم چادری مجسم می شود که در کنار جنگلی برپا شده وزیر پای آن در پرتو خاکستری رنگ فجر دریاچه ای که روز قبل در آن شنا کرده بودم آرمیده است، و روبروی آن در فاصله ای دور دیواره پهناور بندیکت دیده می شود. دوستانم هنوز در خواب غنوده اند که من چادر را ترک

می‌کنم و پس از يك ساعت پیاده‌روی در جاده خود را به نزدیکترین ایستگاه قطار می‌رسانم. از آنجا با قطار صبحگاهی به مونیخ می‌روم و به موقع در جلسهٔ درس ساعت ۹ زومرفلد حاضر می‌شوم. جاده پس از عبور از زمینهای باتلاقی به طرف دریاچه و سپس به سنگلاخی می‌رود که از آنجا سلسله کوههای آلپ، از دیوارهٔ بندیکت تا تسوگ اشپیتزه<sup>۱</sup> دیده می‌شود. در چمن‌زار پر شکوفه نخستین ماشین علفزنی را می‌بینم و حسرت روزهایی را می‌خورم که در گروس تالرهوف<sup>۲</sup> در میسباخ<sup>۳</sup> کارگر مزرعه بودم. سه سال پیشتر با يك جفت و رزا سعی می‌کردم چنان صاف علفها را ببرم که هیچ خط بریده نشده‌ای در پشت سرم باقی نماند. بدین منوال، اندیشه‌های من پر بود از آمیزه‌ای از تأثرات رنگارنگ روزانه، از روزهایی که در مزرعه کار می‌کردم، از زیبایی منظره‌ای که می‌دیدم و از سخنانی که در جلسات درس زومرفلد می‌شنیدم. یقین داشتم که خوشبخت‌ترین مخلوق روی زمینم.

معمولاً یکی دو ساعت بعد از پایان درس زومرفلد، ولفگانگ در اطاق سمینار ظاهر می‌شد و گفتگوی ما قاعدتاً چنین صورتی داشت:

ولفگانگ می‌گفت: «صبح به خیر، پیغمبر طبیعت را نگاه کن. از همه چیزت پیداست که طبق مذهب حضرت ژان ژاک روسو زندگی می‌کنی. مگر او نبود که می‌گفت به طبیعت باز گردید، از درختها بالا بروید، میمونها؟»

من می‌گفتم: «قسمت دوم حرف تو از روسو نیست. هیچ يك از ما هم اهل بالا رفتن از درخت نیست. به هر حال حالا هم صبح نیست. ساعت ۱۲ است. جداً می‌گویم ساعت ۱۲ است. روزی باید یکی از آن پاتوقهای شبانه‌ات را به من نشان بدهی تا من هم بتوانم رایجه‌ای از الهامات فیزیکی تو را استشمام کنم.»

«این کار کمترین فایده‌ای به حال تو ندارد. حالا ممکن است لطفی بکنی و بگویی آیا از کار کرامرز، که می‌خواهی درباره‌اش سخنرانی کنی، چیزی سر در آورده‌ای؟» به این ترتیب گفتگوی ما به سرعت از متلك گفتنهای دوستانه به مسائل جدی‌تر کشیده می‌شد. هنگامی که دربارهٔ فیزیک بحث می‌کردیم غالباً دوستانه‌ان اوتو لاپورته<sup>۴</sup> هم به ما می‌پیوست. او با برخورد سرد و عملی خود میانجی بسیار خوبی میان ولفگانگ و من بود. اوتو و زومرفلد بعدها مقالات تحقیقی مهمی دربارهٔ ساختار چندگانهٔ طیفها منتشر کردند.

احتمالاً به پیشنهاد او بود که ما سه نفر - ولفگانگ، اوتو و من - تصمیم گرفتیم با

1. Zugspitze

2. Grossthalerhof

3. Miesbach

4. Otto Laporte



دو چرخه از بندیکت باوثرن<sup>۱</sup> راه بیفتیم، کسل برگ<sup>۲</sup> را طی کنیم و از آنجا به دریاچه<sup>۳</sup> والشن<sup>۴</sup> و بالاخره به دره<sup>۵</sup> لوی زاخ<sup>۶</sup> برویم. شاید این تنها باری بود که ولفگانگ دل به دریا زد و به دنیای من وارد شد و این امر برای من نتایج بسیار مفیدی داشت: گفتگوی ما که در طی این مسافرت کوتاه آغاز شد و در مونیخ ادامه یافت اثرش ماندگار بود.

در عین حال، چند روز در راه به خوشی گذرانیدیم. پس از آنکه دو چرخه خود را به زحمت بالا کشیدیم و به بلندیهای کسل برگ رسیدیم، بدون زحمت در طول جاده ای که دامنه<sup>۷</sup> کوه را می برید رکاب زدیم و به طرف ساحل غربی دریاچه<sup>۸</sup> والشن سرازیر شدیم. در آن هنگام هیچ نمی دانستم که روزی این نقطه<sup>۹</sup> کوچک زمین برایم چه اهمیتی پیدا خواهد کرد. ما از همان جایی گذشتیم که زمانی پیرمردی با دخترش با کالسکه<sup>۱۰</sup> گوته که عازم ایتالیا بود همراه شده بود؛ بعدها آن دختر مدل میگون<sup>۱۱</sup> و آن پیرمرد مدل چنگ نواز پیر درویلهم مایستر<sup>۱۲</sup> گوته شدند. از کنار همین دریاچه<sup>۱۳</sup> تیره رنگ بود که نگاه گوته اولین بار به فلل مرتفع و پوشیده از برف آلپ افتاد. ولی ما وقتی سرمست از این مناظر با شکوه بودیم بحثمان درباره<sup>۱۴</sup> مطالعات خودمان و به طور کلی درباره<sup>۱۵</sup> علم بود.

فکر می کنم یک روز عصر در مهمانخانه ای در گرانیاو<sup>۱۶</sup> ولفگانگ از من پرسید: «آیا نظریه<sup>۱۷</sup> نسبیت اینشتین را که زومر فلد این همه درباره<sup>۱۸</sup> اش تأکید دارد، فهمیده ای؟» در جواب فقط گفتم که درست نمی دانم معنی «فهمیدن» در فیزیک چیست. چارچوب ریاضی نظریه<sup>۱۹</sup> نسبیت برای من اشکالی به وجود نمی آورد، اما این اصلاً بدان معنی نیست که «فهمیده ام» چرا «زمان» برای ناظر متحرك و ناظر ساکن متفاوت است. مسأله اصلاً برای من روشن نیست و به نظرم می رسد که بکلی «غیر قابل درک» است.

ولفگانگ به این حرف من اعتراض کرد و گفت: «ولی وقتی که چارچوب ریاضی آن را درک کنی یقیناً می توانی پیشگویی کنی که ناظر ساکن و ناظر متحرك باید چه مشاهده کنند یا اندازه بگیرند، و در این صورت می توانیم بپذیریم که آزمایش واقعی هم این پیشگویی را تأیید کند. دیگر چه می خواهی؟»  
گفتم: «اشکال من همین است که نمی دانم دیگر چه چیزی باید بخواهم. حس

1. Benediktbauern

2. Kesselberg

3. Walchen

4. Loisach

5. Mignon

6. Wilhelm Meister

7. Graniau

می‌کنم که منطق چارچوب ریاضی جدید به نوعی مرا گول می‌زند. شاید بشود گفت که این نظریه را با مغز دریا فته‌ام ولی هنوز دلم آن را نپذیرفته است. فکر می‌کنم که برای فهمیدن 'زمان' حتماً لازم نیست که فیزیک خوانده باشم. بالاخره هر فکر و عملی مستلزم تصور خام یا عامیانه‌ای از زمان است. شاید بتوانم این طور بگویم: فکر ما به این واقعیت بستگی دارد که این مفهوم زمان کارگشاست، و می‌توانیم با آن کار کنیم. ولی اگر قرار باشد مفهوم خاصی که از زمان داریم تغییر کند، دیگر نمی‌توانیم بگوییم که زبان و فکر ما ابزار مفیدی باقی خواهد ماند. منظورم از گفتن این حرف آن نیست که به کانت رو کنیم. زمان و فضا در نظر کانت صور پیشینی شهودند. به گفته دیگر برای کانت و فیزیکدانهای پیش از او، زمان و فضا اموری مطلق بوده‌اند. من فقط می‌خواهم بر این واقعیت تأکید کنم که زبان و فکر ما، هر جا که بخواهیم این گونه مفاهیم بنیادی را تغییر دهیم، مبهم می‌شود و ابهام، فهم درست را مشکل می‌کند».

اوتو وسواس مرا کاملاً موجه دانست و گفت: «البته در فلسفه مدرسه‌ای به نظر می‌رسد که مفاهیمی مثل 'فضا' و 'زمان' معانی قطعی و بی‌چون و چرایی دارند. اما این فقط بر نادرستی فلسفه مدرسه‌ای دلالت می‌کند. من از عبارات قشنگی که درباره 'ذات' فضا و زمان گفته می‌شود سر در نمی‌آورم. شاید تو بیش از حد فلسفه خوانده‌ای. این تعریف جالب را به خاطر داشته باش: فلسفه یعنی سوءاستفاده منظم از واژگانی که درست به همین منظور ساخته شده است. تمام ادعاهای مطلق باید از پیش طرد شوند. ما فقط باید از کلمات و مفاهیمی استفاده کنیم که بتوان مستقیماً به ادراک حسی مربوطشان کرد، البته با قید اینکه گاه مشاهدات فیزیکی پیچیده را جانشین درک مستقیم کنیم. این نوع مفاهیم را می‌توان بدون توضیح زیاد فهمید. بزرگترین ارزش اینشتین دقیقاً در همین توسل به پدیده‌های مشاهده‌پذیر است. او در نظریه نسبیت خود مطلب را با این فرض پیش پا افتاده، و درست، آغاز می‌کند که زمان همان چیزی است که از روی ساعت خوانده می‌شود. اگر تو این معنی پیش پا افتاده را حفظ کنی فهم نظریه نسبیت برایت زیاد مشکل نخواهد بود. فهمی که باید از هر نظریه به دست آورد این است که بتوان به کمک آن نتایج مشاهدات را پیشگویی کرد».

ولفگانگ در این مورد اعتراضاتی داشت: «آنچه گفتی تحت شرایط معینی درست است و این شرایط را باید بیان کرد. اولاً باید مطمئن باشی که پیشگوییهای نظری تو بدون ابهام و سازگاراند. در مورد نظریه نسبیت این موضوع را شاید چارچوب

ریاضی ساده آن تضمین کرده باشد. دیگر اینکه باید از ساخت مفهومی نظریه کاملاً روشن شود که نظریه در مورد کدام پدیده‌های خاص به کار می‌آید و در مورد کدامها کاربرد ندارد. زیرا اگر این خصوصیت در کار نباشد هر نظریه‌ای را می‌توان به یکباره رد کرد، زیرا هیچ نظریه‌ای نمی‌تواند تمام پدیده‌های جهان را پیشگویی کند. ولی حتی اگر تمام این شرایط موجود باشند، هنوز شك دارم که توانایی پیشگویی پدیده‌ها در يك محدوده خاص این حق را به کسی بدهد که ادعای فهم کامل آنها را داشته باشد. به عکس، بسیار ممکن است قلمرو خاصی از تجرب به را کاملاً بفهمیم بدون آنکه بتوانیم تمام نتایج مشاهدات آینده را پیشگویی کنیم».

در اینجا من کوشیدم تا با نقل يك مثال تاریخی نشان بدهم که پیشگویی صحیح لزوماً نشانه فهم درست نیست: «شما می‌دانید که منجم یونانی آریستارخوس می‌گفت که خورشید ممکن است در مرکز منظومه سیاره‌ای ما واقع شده باشد. این نظر را هیپارخوس (ابرخس) رد کرد و بعد در بوتۀ فراموشی افتاد. بطلمیوس بنیان کار خود را بر قبول این نظر نهاد که زمین جسم مرکزی است و مدار سیارات را به صورت افلاک حامل و افلاک تدویر بر هم نهاده در نظر گرفت. با این کار او توانست گرفته‌های خورشید و ماه را با دقت پیشگویی کند، آنقدر دقیق که تا هزار و پانصد سال نظریه او پایه نجوم بود. ولی آیا بطلمیوس واقعاً منظومه سیاره‌ای را فهمیده بود؟ مگر نه اینکه نیوتن با شناخت قانون لحقی و معرفی نیرو به عنوان علت تغییرات اندازه حرکت، نخستین کسی بود که توضیح مناسبی برای حرکات سیارات بر حسب گرانش عرضه کرد؟ مگر او نبود که اولین بار این نوع حرکت را واقعاً فهمید؟ برای من این پرسشی حساس است.

«مثال دیگری را از تاریخ اخیر فیزیک در نظر بگیریم. در آخر قرن هجدهم که پدیده‌های الکتریکی بهتر شناخته شدند، فیزیکدانها توانستند نیروهای الکترواستاتیک حاکم بر رفتار اجسام باردار را، که البته این اجسام را به شیوه مکانیک نیوتنی مرکز نیرو فرض می‌کردند، به طور بسیار دقیقی محاسبه کنند. اینها مطالبی است که از گفته‌های زومرفلد فهمیده‌ام. اما وقتی نوبت به فاراده رسید او مسأله را یکسره تغییر داد و میدانهای نیرو یعنی توزیع نیروها در فضا و زمان را مطرح کرد. او با این کار وسیله‌ای برای فهم درست پدیده‌های الکترومغناطیسی فراهم کرد و پایه‌هایی گذاشت که بعد از او ماکسول توانست فرمولهای ریاضی خود را بر آنها استوار کند».

او تو مثالهای مرا چندان قانع کننده ندانست و گفت: «من فقط تفاوت در مراتب

می بینم نه تمایزات اساسی. نجوم بطلمیوسی حتیاً خیلی خوب بوده که هزار و پانصد سال دوام کرده است. نجوم نیوتنی در بدو امر خیلی بهتر از آن به نظر نمی آمد. مدتها گذشت تا منجمان به این نتیجه رسیدند که با نظریات نیوتن حرکات سیارات را دقیقتر از افلاك حامل و افلاك تدویر بطلمیوسی می توان پیشگویی کرد. من واقعاً نمی توانم بپذیرم که کار نیوتن اساساً بهتر از کار بطلمیوس باشد. او فقط حرکات سیارات را به نحو متفاوتی توجیه کرده است، توجیهی که در طول زمان موفقتر از کار درآمده است».

ولفگانگ این استدلال را بسیار يك طرفه و بسیار پوزیتیویستی دانست و گفت: «اما من بین نجوم نیوتنی و بطلمیوسی تمایزی اساسی می بینم: نیوتن کل مسأله را به صورتی کاملاً متفاوت مطرح کرد: او به جای تحقیق در حرکات سیارات به تحقیق در علل این حرکات پرداخت و کشف کرد که این علتها نیرو هستند و در منظومه سیاره ای ما این نیروها از خود حرکات بسیار ساده ترند، و این نیروها را با قانون گرانش خود توصیف کرد. اگر می گوئیم نیوتن در فهم حرکت سیارات به ما یاری کرده است، فقط بدان معنی است که مشاهدات دقیقتر نشان داده اند که حرکات پیچیده سیارات را می توان به چیزی بسیار ساده تر یعنی به نیروهای گرانشی تبدیل کرد و بدین طریق آنها را توضیح داد. درست است که بطلمیوس توانست تمام حرکات پیچیده سیارات را با ترکیب افلاك حامل و افلاك تدویر توصیف کند، ولی ناگزیر بود آنها را به عنوان واقعیات تجربی تلقی کند. گذشته از این، نیوتن توانست نشان دهد که حرکت سیارات تابع همان قوانینی است که حرکت پرتابه یا نوسان آونگ یا چرخش فرافره را تعیین می کنند. این واقعیت که مکانیک نیوتن این گونه پدیده های متفاوت را به يك اصل ساده، یعنی تساوی نیرو با حاصل ضرب جرم و شتاب، تبدیل می کند، به خودی خود نشان می دهد که منظومه سیاره ای او بسیار برتر از منظومه سیاره ای بطلمیوس است».

او تو هنوز شکست خود را قبول نمی کرد: «کلمه 'علت' و گفتن اینکه نیرو علت حرکت است، عیبی ندارد، ولی در واقع ما را فقط گام کوچکی به پیش می برد. زیرا بعد از آن مجبور می شویم سؤال بعدی را مطرح کنیم: علت نیرو، علت گرانش، چیست؟ پس بر طبق فلسفه تو وقتی حرکت سیارات را کاملاً درك می کنیم که علت گرانش را دریابیم، و همین طور الی غیر النهایه».

ولفگانگ به شدت به این انتقاد از مفهوم علت اعتراض کرد و گفت: «البته می توانیم پی در پی پرسشهایی مطرح کنیم، اما مگر اساس همه علوم این نیست؟

استدلال تو به نکته مورد بحث مربوط نمی شود. 'فهم' طبیعت جز به این معنی نیست که روابط آن را واقعاً دریابیم، یعنی مطمئن باشیم که ساز و کار ذاتی آن را شناخته ایم. چنین شناختی با فهمیدن يك پدیده مجزا یا گروه منفردی از پدیده ها - حتی اگر بتوان نوعی نظم در آنها کشف کرد - حاصل نمی شود، بلکه از این طریق حاصل می شود که ارتباط بین تعداد زیادی واقعیت تجربی را بشناسیم و ریشه مشترک آنها را دریابیم. در این صورت، قطعیت دقیقاً بر همین تعداد زیاد متکی خواهد بود. هر چه پدیده ها غنی تر و متنوعتر باشند خطر اشتباه کردن کمتر و اصل مشترکی که همه آن پدیده ها به آن بازمی گردند، ساده تر خواهد بود. این واقعیت که باز هم ممکن است ارتباطهای وسیعتری کشف شوند ابداً موضوع را عوض نمی کند».

پرسیدم: «پس تو فکر می کنی که به نظریه نسبیت از این بابت می توانیم اعتماد کنیم که به تعداد زیادی پدیده، مثلاً در الکترو دینامیک، وحدت می بخشد و آنها را به يك ریشه مشترک می رساند؟ اگر حرف تو را درست فهمیده باشم، می خواهی این نظر را تأیید کنی که چون در این مورد ارتباط واحدی برقرار شده که روشن و از نظر ریاضی هم ساده است، ما چنین احساس می کنیم که نسبیت را فهمیده ایم گرچه ناچاریم کلمات 'فضا' و 'زمان' را به معانی جدیدی به کار ببریم یا معنی آنها را تغییر دهیم».

«آری، منظور من کم و بیش چنین چیزی است. طرح پرسشهای جدید و در نتیجه تنظیم مفاهیم به طریقی که از آنها پاسخهای صحیح عاید شود گامهای کارسازی بوده است که نیوتن و فاراده برداشته اند. اصلاً شاید 'فهمیدن' یعنی داشتن تصورات و مفاهیم لازم برای پی بردن به اینکه پدیده های بسیاری اجزای يك کل منسجم به شمار می آیند. وقتی تشخیص می دهیم که يك موقعیت خاص و ظاهراً آشفته جز حالت خاصی از يك امر وسیعتر نیست، و بنا بر این می توان آن را بسیار ساده تر تنظیم و بیان کرد، ذهن ما کمتر سردرگم می شود. تلخیص پدیده های رنگارنگ متنوع در يك اصل ساده و کلی، یا به گفته یونانیان تحویل کثرت به وحدت، همان چیزی است که ما به آن 'فهمیدن' می گوئیم. توانایی پیشگویی غالباً پی آمد فهمیدن و داشتن مفاهیم درست است ولی با خود فهمیدن یکی نیست».

او تو زیر لب گفت: «سوء استفاده منظم از واژگانی که درست به همین منظور ساخته شده است». سپس گفت: «من نمی دانم چرا باید درباره چیزهای ساده این طور پیچیده حرف بزنیم. اگر ما زبان را برای ارجاع به تأثرات مستقیم حسی به کار ببریم، بعید است سوء تفاهمی بروز کند، زیرا هر کلمه معنی دقیقی دارد. نظریه ای که

از این شرایط پیروی کند، همیشه قابل درك خواهد بود، بدون آنکه درباره آن زیاد فلسفه‌بافی کنیم».

ولی ولفگانگ این نظر را نپذیرفت و گفت: «نظر تو را که ظاهراً بسیار درست هم می‌نماید قبلاً ماخ و دیگران بیان کرده‌اند. حتی گفته‌اند که اینشتین با تمسک به فلسفه ماخ به نظریه نسبیت رسیده است. اما این حرف به نظر من ساده‌انگاری بیش از حد است. می‌دانیم که ماخ به وجود اتم اعتقاد نداشت به این دلیل که اتم مستقیماً مشاهده‌پذیر نیست. با این همه، اتم برای توضیح پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی بسیاری که در گذشته دانشمندان در توضیح آنها درمانده بودند، ضروری بود. خود ماخ را آشکارا همین اصلی که تو از آن دفاع می‌کنی گمراه کرد، و به نظر من این امر تصادفی نبوده است».

او تو در حالی که می‌خواست ما را آرام کند گفت: «هر کس ممکن است اشتباه کند، اما نباید به این بهانه کارها را از آنچه هستند پیچیده‌تر کنیم. نظریه نسبیت به قدری ساده است که جداً می‌توان آن را فهمید، ولی وقتی که به نظریه اتمی می‌رسیم وضع خیلی آشفته‌تر می‌شود».

به این ترتیب به دومین موضوع مهم بحث‌هایمان رسیدیم که مدتها پس از پایان سفری که با دوچرخه داشتیم ما را به خود مشغول کرد، و در کلاس درس مونیخ و غالباً در حضور زومرفلد ادامه یافت.

موضوع اصلی درس زومرفلد نظریه اتمی بور بود. بور بر اساس آزمایشهای قاطع رادرفورد اتم را به صورت منظومه شمسی کوچکی طرح کرده بود که در مرکز آن هسته اتم است که با آنکه از اتم بسیار کوچکتر است، قسمت عمده جرم آن را تشکیل می‌دهد. در اطراف این هسته الکترونهای فوق‌العاده سبک مانند سیارات در گردش‌اند. اما برخلاف مدار سیارات که توسط نیروها و تاریخیچه گذشته منظومه سیاره‌ای معین می‌شود و ممکن است بر اثر اختلالات خارجی تغییر کند، مدار الکترونها باید به گونه‌ای باشد که پایداری عجیب ماده را در مقابل تأثیرات خارجی توضیح دهد، و برای این منظور چند شرط اضافی لازم بود. از سال ۱۹۰۰ که پلانک اثر معروف خود را منتشر کرده بود، این شرایط را شرایط کوانتومی می‌نامیدند. همین شرایط کوانتومی بودند که در فیزیک اتمی آن عنصر عجیب یعنی رازورزی عددی را که قبلاً بدان اشاره کردم، وارد کردند. گفته می‌شد که بعضی کمیت‌هایی که از روی مدار حساب می‌شوند، مضربهای صحیحی از یک واحد بنیادی یعنی کوانتوم کنش پلانک هستند. این قواعد نظر فیثاغورسیان را به یاد می‌آورد که بر طبق آن دو

تار در حال ارتعاش هنگامی هم آهنگ خواهند بود که تحت کشش مساوی نسبت طول آنها عدد صحیح باشد. ولی مدار الکترون چه ربطی به تار مرتعش دارد؟ توضیح تابش نور از آنها از این هم گیج کننده تر است. گفته می شد که در این فرایند الکترون از یک مدار کوانتومی به مدار دیگری می جهد و انرژی آزاد شده به صورت یک بسته کامل، یا کوانتوم نور، گسیل می شود. چنین اندیشه هایی، اگر با دقت زیاد از عهده توضیح یک دسته از آزمایشها بر نیامده بودند، هرگز جدی تلقی نمی شدند. این معجون عجیب چشم بندی و موفقیت انکارناپذیر تجربی، طبعاً جاذبه شدیدی برای ما دانشجویان جوان داشت. هنوز از شروع تحصیل من چیزی نگذشته بود که زومرفلد حل مسأله ای را به عهده من گذاشت: یک فیزیکدان تجربی که با زومرفلد آشنا بود نتایج مشاهدات خود را برای وی فرستاده بود و من می بایست از روی آنها نتایجی در مورد مدار الکترونهای دخیل در آن پدیده ها و اعداد کوانتومی مدارها به دست می آوردم. وظیفه ای که به عهده داشتم چندان مشکل نبود، لیکن نتایج آن بسیار غریب بود. به این معنی که سوای اعداد کوانتومی درست، مجبور بودم اعداد نیمه را نیز بپذیرم، و این مخالف با روح نظریه کوانتومی و رازورزی عددی زومرفلد بود. ولفگانگ گفت که به زودی ناچار خواهم شد اعداد یک چهارم و یک هشتم را هم در کار خود وارد کنم و سرانجام کل نظریه کوانتومی در دست من چون غباری به هوا خواهد رفت. اما تجربه ها نشان می دادند که حق با اعداد نیمه است، و بدین ترتیب عنصر نامفهوم دیگری به خیل عناصر نامفهوم اضافه می شد.

ولفگانگ مسأله مشکلتری برای خودش تراشیده بود. او می خواست دریابد که آیا در یک منظومه پیچیده تر، یعنی پیچیده ترین منظومه ای که با ارقام نجومی قابل محاسبه است، نظریه بور و شرایط کوانتومی بور - زومرفلد هنوز هم به نتایج تجربی معتبر می انجامد یا نه. در واقع، در جریان بحثی که در مونیخ داشتیم، بعضی از ما کم کم چنین احساس می کردند که موفقیت های اولیه این نظریه گویا به علت استفاده از منظومه های ساده بوده است، و اگر منظومه کمی پیچیده تر شود، نظریه درهم می ریزد.

در این باره، ولفگانگ از من پرسید: «راستی تو باور می کنی که مدارهای الکترونی در اتم واقعاً وجود داشته باشند؟» جواب من کش دار بود. به او گفتم «اولاً می توانیم مسیر الکترون را در اتاقک ابر مشاهده کنیم؛ الکترون از جایی که می گذرد در روشنی از قطرات به جا می گذارد و چون چنین چیزی به عنوان مسیر الکترون در اتاقک ابر وجود دارد، می توان گفت که در اتم هم چنین مسیری موجود است. ولی من

در این مورد اشکالاتی می بینم، زیرا گرچه ما مسیر را با روشهای مکانیک نیوتنی حساب می کنیم، اما برای توجیه پایداری آن، شرایط کوانتومی را به کار می بریم. پس آشکارا از حکم مکانیک نیوتنی سرپیچی می کنیم. و وقتی که به مقتضای این نظریه به پرش الکترونها از يك مدار به مدار دیگر می رسیم، دیگر صحبت از این نمی کنیم که آیا الکترونها پرش ارتفاع انجام می دهند، یا پرش طول یا پرش دیگری. همه اینها مرا به این فکر می اندازد که نکند اصلاً تصور مدارهای الکترونی چیز بی معنایی باشد. ولی آیا راه دیگری می شناسیم؟»

ولفگانگ سری تکان داد: «موضوع بسیار پیچیده ای است. اگر اصلاً چیزی به اسم مدار الکترون وجود داشته باشد الکترون آشکارا باید به طور دوره ای، با بسامدی معین، بگردد. در این صورت، بر مبنای الکترو دینامیک می دانیم که اگر يك بار الکتریکی در حرکت دوره ای باشد باید امواج الکترومغناطیسی گسیل کند یعنی نوری با بسامد مشخص از آن بتابد. ولی گمان نمی رود که در مورد الکترون این امر صورت بگیرد، بلکه گفته می شود که بسامد نور گسیل یافته در جایی بین بسامد مداری پیش از جهش مرموز و بسامد مداری پس از جهش واقع است. جدا که خیلی عجیب است.»

من اشاره کردم «البته که عجیب است، به خصوص که نظمی در آن وجود دارد.» «آری، احتمالاً چنین است. نیلس بور ادعا دارد که مدارهای الکترونی همه اتمهای جدول تناوبی عناصر شیمیایی را می شناسد و ما دو نفر، راستش را بخواهی، وجود چنین مدارهایی را باور نداریم. احتمالاً زومرفلد هم با ما موافق نیست، و واقع امر این است که هر کس می تواند مدارهای الکترونی را در يك اتاقک ابر ببیند. احتمالاً نیلس بور به يك معنی درست می گوید، گرچه ما درست نمی دانیم به چه معنایی.»

من برخلاف ولفگانگ در این باره خوش بین بودم و شاید چیزی به او گفتم شبیه به اینکه: «با این همه، فیزیک بور از نظر من بسیار جالب است. بور حتماً می داند که کار خود را با فرضهای متناقضی آغاز کرده است که به صورت فعلی نمی توانند درست باشند. ولی غریزه او در استفاده از این فرضها برای ساختن مدل های نسبتاً رضایت بخشی از فرایندهای اتمی، خطا نمی کند. بور مکانیک کلاسیک یا نظریه کوانتومی را درست مانند نقاشی که از قلم موها و رنگهای خود استفاده می کند، به کار می برد. قلم مو تصویر را مشخص نمی کند و رنگ گاه واقعیت کامل نیست. ولی اگر نقاش تصویر را در ذهن خود داشته باشد، با استفاده از قلم مو می تواند تصویر ذهنی خود را هر چند ناقص به دیگران منتقل کند. بور خوب می داند که



رفتار آنها به هنگام گسیل نور یا در فرایندهای شیمیایی و بسیاری پدیده‌های دیگر چگونه است و این امر به او یاری می‌کند تا تصویری حسی و شهودی از ساختار اتمهای گوناگون بسازد، تصویری که فقط می‌توان آن را با مفاهیم غیر کافی، چون مدارهای الکترونها و شرایط کوانتومی، به دیگر فیزیکدانها منتقل کرد. ابدائی می‌توان مطمئن بود که خود بور به گردش الکترونها در درون اتم اعتقاد داشته باشد، ولی او به درستی تصویر خود معتقد است. اینکه او هنوز نمی‌تواند آن را با عبارات معمولی یا ریاضی مناسب بیان کند فاجعه نیست، به عکس، چالشی بزرگ است».

ولفگانگ هچنان مردّد بود: «من باید اول بفهمم که فرضهای بور - زومرفلد دربارهٔ مسألهٔ من به نتیجهٔ معقول و مناسبی می‌انجامد یا نه. اگر نتیجه‌ای نداشته باشد - که به گمان من همین طور هم خواهد شد - دست کم خواهیم دانست که چه چیزی ممکن نیست، و همین نیز قدمی به پیش است». سپس متفکرانه اضافه کرد: «بالاخره تصورات بور ممکن است درست باشد. اما چگونه می‌توان آنها را فهمید، و در پشت آنها چه قوانینی نهفته است؟»

مدتی بعد، زومرفلد پس از يك گفتگوی طولانی دربارهٔ نظریهٔ اتمی، تقریباً ناگهانی از من پرسید: «دلت می‌خواهد نیلس بور را ببینی؟ او در صدد است که در گوتینگن يك سلسله سخنرانی ایراد کند. از من دعوت شده است و دلم می‌خواهد تو را هم با خودم ببرم». من چند لحظه مردد بودم - کرایه رفت و بازگشت کاملاً خارج از توانایی مالی من بود. احتمالاً زومرفلد سایهٔ این فکر را در صورت من دید. به هر حال او فوراً اضافه کرد که هزینهٔ مرا خواهد پرداخت و در نتیجه من با میل و تشکر پذیرفتم. در اوایل تابستان ۱۹۲۲، گوتینگن آن شهر کوچک دوست داشتنی با ویلاها و باغهایش در دامنهٔ کوه‌های، گویی توده‌ای از بوته‌های شکوفان، باغهای گل سرخ، و گلدان بود. گویا طبیعت هم نام «جشنوارهٔ بور» را که ما بعداً به آن روزهای شکوهمند دادیم پذیرفته بود، من هیچ گاه نخستین سخنرانی او را فراموش نمی‌کنم. سالن پر بود. فیزیکدان بزرگ دانمارکی، که قامت او بر اسکاندیناوی بودنش گواهی می‌داد روبروی شنوندگان ایستاده بود. سرش پایین بود و لبخندی دوستانه و کمی اضطراب آمیز بر لب داشت. نور تابستانی از پنجره‌های بزرگ سالن به درون می‌تابید و همه جا را غرق در روشنایی می‌کرد. بور با صدایی نسبتاً ملایم و با ته لهجهٔ دانمارکی آغاز به سخن کرد. هنگامی که او یکایک فرضهای نظریهٔ خود را توضیح می‌داد، کلماتی بسیار دقیق، بسیار دقیقتر از کلمات زومرفلد، انتخاب می‌کرد. هر يك از جملات او که با دقت تنظیم شده بود رشتهٔ طویلی از اندیشه‌های زیربنایی و

تفکرات فلسفی را آشکار می‌کرد، که فقط سرنخی از آنها به دست می‌آمد و سر دیگر این رشته در اندیشه‌های فلسفی نامشخص او که برای من بسیار هیجان‌انگیز بود، گم می‌شد. آنچه او می‌گفت به نظر تازه و بدیع می‌رسید و در عین حال چیز خیلی تازه‌ای نبود. ما همگی نظریهٔ بور را از زبان زومرفلد شنیده بودیم و می‌دانستیم که موضوع چیست، اما آنچه از دهان خود بور بیرون می‌آمد کاملاً متفاوت بود. می‌توانستیم آشکارا حس کنیم که او بیش از آنکه از طریق محاسبه و اثبات به نتایج خود رسیده باشد از طریق مکاشفه و شهود به آن دست یافته است. همچنین دریافتیم که اثبات حقانیت یافته‌های خود را در برابر مکتب پر اعتبار ریاضیات گوتینگن امری مشکل می‌داند. هر يك از سخنرانیهای او بحثهایی طولانی در پی داشت و در پایان سومین سخنرانی من دل به دریا زدم و نظری انتقادی اظهار کردم.

بور ضمن بحث دربارهٔ مقالهٔ کرامرز - موضوعی که در کلاس زومرفلد از من خواسته شده بود در باب آن سخن بگویم - چنین نتیجه‌گیری کرد که گرچه مبنای نظریهٔ کرامرز هنوز روشن نیست معهذای می‌توان اطمینان داشت که نتایج آن درست است و روزی آزمایش آن را تأیید خواهد کرد. در این موقع بود که من برخاستم و بر مبنای بحثهایی که در مونیخ داشتیم، اعتراض خود را به نظریهٔ کرامرز بیان کردم. بور دریافته بود که اظهارات من ناشی از علاقهٔ عمیقی است که به نظریهٔ اتمی او دارم. با حالتی تردیدآمیز، چنانکه گویی از اعتراض من کمی بر آشفته شده باشد، به من پاسخ گفت و در پایان بحث به سراغ من آمد و از من خواست که بعد از ظهر در دامنهٔ کوه هاین با هم قدمی بزنیم. در آنجا می‌توانستیم به کل مسأله عمیقتر بیندیشیم. این گردش تأثیر عمیقی در زندگی علمی من داشت، یا شاید بهتر باشد بگویم دوران واقعی زندگی علمی من از آن بعد از ظهر آغاز شد. جادهٔ جنگلی شیبدار از مقابل قهوه‌خانهٔ معروف تسومروهنز<sup>۱</sup> می‌گذشت و به ارتفاعات آفتابگیر می‌رسید و ما از آنجا شهر کوچک دانشگاهی را که مناره‌های کلیساهای قدیمی سنت جان و سنت یاکوب مشرف بر آن بودند می‌دیدیم.

بور سر صحبت را باز کرد. گفت: «امروز صبح شما تردیدهایی نسبت به کار کرامرز داشتید. اولاً باید بگویم که من ماهیت تردیدهای شما را خوب می‌فهمم. شاید ابتدا لازم باشد نظر خودم را در این باره بیان کنم. اساساً من با شما پیش از آنچه خودتان گمان می‌کنید موافقم. من خوب می‌فهمم که وقتی سخن از ساختمان اتم به

میان می آید آدم تا چه حد باید محتاط باشد. بهتر است که اندکی درباره تاریخچه این نظریه برایتان بگویم. نقطه شروع برای من ابدأ این اندیشه نبوده است که اتم، منظومه سیاره‌ای کوچکی است و قوانین اخترشناسی بر آن حکومت دارند. من این قدرها هم اهل تعبیر تحت اللفظی نیستم. نقطه شروع کار من پایداری ماده است که از دیدگاه فیزیک کلاسیک معجزه محض است.

«منظور من از 'پایداری' ماده این است که اجسام یکسان همیشه خواص یکسانی دارند؛ که بلورهای یکسان، ترکیبات شیمیایی یکسان و غیره، تکرار می‌شوند. به گفته دیگر یک اتم آهن، حتی پس از آنکه بر اثر تأثیرات خارجی تغییراتی را می‌پذیرد، همواره اتم آهن باقی می‌ماند، درست با همان خواصی که قبلاً داشته است. این مطلب را با اصول مکانیک کلاسیک نمی‌توان توضیح داد، بخصوص اگر اتم شبیه به یک منظومه سیاره‌ای باشد. طبیعت به وضوح تمایل دارد به اینکه صورتهای معینی ایجاد کند، و این صورتهای حتی وقتی که آشفته و خراب می‌شوند، باز می‌آفریند. من کلمه 'صورتهای' را به کلی‌ترین معنی آن به کار می‌برم. در این باره حتی می‌توانید زیست‌شناسی را هم در نظر بگیرید، زیرا پایداری ارگانیسم موجودات زنده، تشکیل پیچیده‌ترین صورتهای که هر یک به صورت یک کل می‌تواند وجود داشته باشد، نیز چنین پدیده‌ای است. اما در زیست‌شناسی ما با ساختارهای بسیار پیچیده‌ای سر و کار داریم که در طول زمان تغییر می‌کنند، و تغییرشان از نوعی است که در اینجا ضرورتی ندارد بدان بپردازیم. بهتر است به صورتهای ساده‌تری توجه کنیم که در فیزیک و شیمی مطرح هستند. وجود مواد همگن، وجود اجسام جامد، همگی بستگی به پایداری آنها دارد، درست به همین دلیل است که لامپ الکترونی وقتی از گاز معینی پر شده باشد، همواره نوری به یک رنگ گسیل می‌کند و طیفی دارد که خطوط آن همواره دقیقاً یکسان است. این مسائل به هیچ وجه بدیهی نیستند، بلکه برعکس برحسب اصل اساسی فیزیک نیوتنی نامفهوم‌اند، اصلی که بر طبق آن همه معلولها دقیقاً علت‌های معینی دارند، اصلی که بر طبق آن حالت فعلی یک پدیده یا فرایند را تنها فرایندی که بلافاصله پیش از آن رخ داده است معین می‌کند. نخستین بار که من متوجه فیزیک اتمی شدم، این واقعیت مرا بسیار آزار می‌داد.

«اگر در چند دهه اخیر تجربیات مهمی از نوعی دیگر روشنائی تازه‌ای بر این موضوع نمی‌افکند، شاید معجزه پایداری مدت طولانی‌تری از نظرها دور می‌ماند. همچنان که می‌دانید پلانک کشف کرد که انرژی هر دستگاه اتمی به طور ناپیوسته تغییر می‌کند و دریافت که وقتی چنین دستگاهی انرژی گسیل می‌کند از حالات معینی

با مقادیر انرژی معین می‌گذرد. خود من بعدها این حالتها را 'حالتهای مانا' نامیدم. موضوع دیگر مطالعات حساس رادرفورد درباره ساختمان اتم است. من نخستین بار در آزمایشگاه رادرفورد در منچستر با این مسائل آشنا شدم. در آن زمان سن من از امروزها چندان بیشتر نبود و با پرسشهای کش دار رادرفورد را به ستوه می‌آوردم. فیزیکدانها توجه به پدیده درخشندگی را آغاز کرده و سرگرم تعیین خواص خطوط طیفی عناصر شیمیایی گوناگون بودند. گفتن ندارد که شیمیدانها نیز اطلاعات فراوانی درباره رفتار اتمها به دست آورده بودند. من این امتیاز را داشتم که از نزدیک شاهد این پیشرفتها باشم و این امر مرا به این فکر فرو می‌برد که چگونه همه این چیزها به هم ارتباط پیدا می‌کنند. منظورم از نظریه‌ای که در طرح آن کوشیده‌ام، چیزی جز برقرار کردن این ارتباط نیست.

«اما این وظیفه دشواری بود که با کارهای دیگری که فیزیکدانها معمولاً با آنها دست به گریبانند تفاوت داشت، زیرا تاکنون به طور کلی در فیزیک یا در دیگر شاخه‌های علوم سعی بر این بود که هر پدیده تازه را با کمک مفاهیم و روشهای قبلی به پدیده‌ها یا قوانین شناخته شده برگردانند. لیکن در فیزیک اتمی مفاهیم قبلی کفایت لازم را نداشتند. پایداری ماده به ما نشان می‌دهد که فیزیک نیوتنی در مورد درون اتم به کار نمی‌آید و خیلی که باشد فقط گاهی می‌تواند سرنخی به دست بدهد. نتیجه اینکه هیچ نوع بیان تصویری برای ساختمان اتم نداشتیم، زیرا هر گونه بیان تصویری ناچار باید بر مبنای مفاهیم فیزیک کلاسیک به عمل می‌آمد که همچنان که دیدیم دیگر کاربردی نداشت. پس متوجه می‌شوید که هر کس می‌خواست چنین نظریه‌ای بسازد در واقع دست به کاری ناممکن زده بود. زیرا منظور ما این بود که چیزی درباره ساختمان اتم بگوییم ولی زبانی نداشتیم که با آن حرف یکدیگر را بفهمیم. وضع دریانوردی را داشتیم که در جزیره‌ای دورافتاده رها شده است که در آنجا شرایط اساساً با آنچه او می‌شناخته است تفاوت دارد و بدتر از همه مردم آن جزیره با زبانی کاملاً بیگانه گفتگو می‌کنند. البته او باید منظور خود را بفهماند ولی وسیله‌ای برای این کار ندارد. در چنین وضعی نظریه نمی‌تواند به معنای علمی کلمه چیزی را توضیح دهد. تنها چیزی که می‌توان امید به آن داشت آشکار ساختن روابط است و بقیه کار این است که با بیشترین تلاش کورمال کورمال راه را پیدا کنیم. این درست همان منظوری است که در محاسبات کرامرز نهفته است - شاید من در سخنرانی خود به قدر کافی درباره این مطلب تأکید نکرده باشم - و کاری بیش از این خارج از امکانات فعلی ماست.»

از اظهارات بور کاملاً آشکار بود که او با تمام تردیدهایی که ما داشتیم آشناست. ولی برای اطمینان بیشتر از فهمیدن توضیحات او، پرسیدم: «اگر این تنها کاری است که ما می‌توانیم بکنیم، پس منظور از آن تصویرهای اتمی که شما به وجود آورده‌اید و از درستی آن در چند سخنرانی گذشته دفاع می‌کردید چیست؟ چه چیزی را سعی می‌کردید با آنها اثبات کنید؟»

بور پاسخ داد: «این تصویرها نتایجی، و یا اگر بیشتر می‌پسندید حدسهایی، است که از آزمایش به دست آمده است نه از محاسبات ریاضی. من امیدوارم این تصویرها ساختمان اتم را آنچنان که با زبان توصیفی فیزیک کلاسیک میسر است، و فقط در این حد، بیان کند. اما باید دانست که وقتی بحث اتم در میان باشد، زبان را فقط به آن صورت می‌توان به کار برد که در شعر به کار می‌رود. شاعر نیز نمی‌خواهد وقایع را دقیق بیان کند، بلکه می‌خواهد در ذهن شنونده تصاویری تولید کند و ارتباطات ذهنی برقرار کند.»

«ولی در چنین وضعی، چگونه می‌توانیم پیشرفتی حاصل کنیم؟ به هر حال فیزیک یک علم دقیق است.»

«محمّل به نظر می‌رسد که پارادوکسهای نظریه کوانتومی، یعنی آن جنبه‌های درک ناپذیری که پایداری ماده را منعکس می‌کند، با آزمایشهای تازه‌ای روشنتر و دقیقتر شود. اگر چنین باشد، امید می‌توان داشت، که به موقع خود، مفاهیم جدیدی ظهور کند و تا حدی ما را در فهم این فرایندهای غیر قابل توصیف درون اتم یاری دهد، ولی هنوز تا آنجا راه درازی در پیش داریم.»

این حرف بور مرا به یاد حرفهای رویرت می‌انداخت که وقتی در کنار دریاچه اشتارن برگ قدم می‌زدیم گفته بود: آنها شیء نیستند. زیرا با اینکه بور معتقد بود مطالب بسیاری درباره ساختمان درون اتم می‌داند، به الکترونها پسته اتمی به چشم «شیء» به آن معنی که در فیزیک کلاسیک مطرح است و با مفاهیمی از قبیل مکان و سرعت و انرژی و بعد سر و کار دارد نمی‌نگریست. بنابراین من از او پرسیدم «اگر آنچنان که شما می‌گویید ساختمان درونی اتم توصیف ناپذیر باشد و ما واقعاً زبانی برای بیان آن نداشته باشیم، چگونه می‌توانیم به فهم آنها امید داشته باشیم؟»

بور پس از لحظه‌ای تردید گفت: «به نظر من این کار را به هر حال می‌توان کرد، ولی شاید اول لازم باشد که معنای کلمه 'فهمیدن' را یاد بگیریم.»

ما ضمن گردش کوتاه خود به قلّه کوه هاین و به مهمانخانه‌ای که به نام کهر<sup>۱</sup>

۱. کهر (Kehr) در آلمانی به معنای بازگشت است... م.

مشهور است رسیدیم. وجه تسمیه این مهمانخانه آن است که از زمانهای گذشته مردم عادت داشته‌اند از این نقطه برگردند. ما نیز راهی پایین شدیم، اما این بار در جهت جنوب به راه افتادیم و به تپه‌ها، جنگلها و روستاهایی که اکنون مدتهاست جزو شهر گوتینگن شده است، می‌نگریستیم.

بور دنباله سخن را گرفت و گفت: «ما درباره بسیاری از مسائل مشکل گفتگو کردیم و برایتان گفتم که چگونه در این میدان قدم گذاشتم، ولی من چیزی درباره شما نمی‌دانم. شما خیلی جوان به نظر می‌رسید. از پرسشهای شما چنین برمی‌آید که ابتدا کار خود را از نظریه اتمی شروع کرده‌اید و بعد به سراغ فیزیک قدیم رفته‌اید. لابد زومرفلد در آغاز کار شما را به دنیای پرماجرایی اتم وارد کرده است. کمی در این باره و همچنین درباره کارهایی که در جنگ کرده‌اید برایم صحبت کنید».

به او گفتم که بیست سال دارم، نیمسال چهارم دانشگاه را می‌گذرانم و اطلاعاتم درباره فیزیک بسیار کم است. درباره کلاس زومرفلد و اینکه در آنجا جذب ویژگیهای مرموز و غیر قابل توضیح نظریه کوانتومی شده‌ام حرفهایی زد. همچنین به او گفتم که سن من برای خدمت نظام کم بود، ولی پدرم در فرانسه افسر ذخیره بود و من خیلی نگران او بودم. او در سال ۱۹۱۶ زخمی شد و به خانه بازگشت. آخرین سال جنگ به عنوان کارگر مزرعه در باواریای سفلی آلپ کار می‌کردم تا زیاد گرسنگی نکشم، از اینها که بگذریم، چیز دیگری از جنگ ندیده‌ام.

بور گفت: «من میل دارم چیزهای بیشتری برایم بگویید. می‌خواهم درباره کشورتان و درباره نهضت جوانان که همکاران من در گوتینگن زیاد از آن گفتگو می‌کنند چیزهایی بدانم. شما باید در کپنهاگ به دیدار ما بیایید، شاید هم بتوانید يك نیمسال در آنجا بمانید و با هم کمی کار فیزیکی کنیم. آن وقت من گوشه و کنار کشور کوچک خودمان را به شما نشان خواهم داد و از تاریخ آن با هم گفتگو خواهیم کرد».

وقتی که به شهر نزدیک می‌شدیم گفتگوی ما به بحث درباره فیزیکدانان و ریاضی‌دانان گوتینگن، ماکس بورن، جیمز فرانک، ریچارد کورانت و دیوید هیلبرت که من فقط چهره‌شان را دیده بودم کشید. بور گفت که من باید قسمتی از مطالعات خود را زیر نظر آنها انجام بدهم. با این گفته ناگهان آینده برای من پر از امید و امکانات تازه شد و پس از همراهی بور تا منزلش، این چشم‌انداز را در تمام راه تا خانه با رنگهای پرشکوه تزیین می‌کردم.

## درسهایی در سیاست و تاریخ (۱۹۲۲-۱۹۲۴)

تابستان ۱۹۲۲ با حادثه‌ای پایان یافت که برای من تجربه‌ی یأس‌آوری بود. استادم زومرفلد به من پیشنهاد کرده بود که در کنگره‌ی فیزیکدانان و دانشمندان آلمان در لایپزیگ شرکت کنم، قرار بود که اینشتین یکی از سخنرانان اصلی کنفرانس باشد و درباره‌ی نظریه‌ی نسبیت عام سخنرانی کند. پدرم بلیط دوسره‌ای از مونیخ برایم خرید و من سخت منتظر بودم تا فرصت موعود فرا رسد و سخنان کاشف نسبیت را از دهان خودش بشنوم. وقتی به لایپزیگ رسیدم، به یکی از ارزانترین مهمانخانه‌ها در فقیرنشین‌ترین محله‌ی شهر رفتم. پول بیشتر از این را نداشتم. بعد به تالار سخنرانی رفتم و در آنجا چند نفری از فیزیکدانان جوان را که در اثنای 'جشنواره‌ی بور' در گوتینگن با آنها آشنا شده بودم دیدم و راجع به سخنرانی اینشتین که قرار بود چند ساعت بعد ایراد شود از ایشان سؤال کردم. اما حس کردم که محیط اطرافم گرفته است، و این به نظرم غریب آمد، ولی به هر حال لایپزیگ که گوتینگن نمی‌شد. برای گذراندن چند ساعت وقتی که داشتم، پیاده به دیدار بنای یادبود جنگ بزرگ لایپزیگ رفتم و در آنجا، گرسنه و خسته از سفر شبانه با قطار، روی چمن دراز کشیدم و تا چشم برهم گذاشتم خوابم برد. ضربه‌های دختر بچه‌ای که مرا گوجه‌باران کرده بود از خواب بیدارم کرد، دخترک کنار من نشست و با دست و دل‌بازی از میوه‌های سبد پرمیوه‌اش به من تعارف کرد و با هم آشتی کردیم.

سالن سخنرانی تالار بزرگی بود با درهائی در همه طرف. وقتی یا به داخل سالن می‌گذاشتم جوانی - که بعداً فهمیدم دستیاریا شاگرد یکی از استادان معروف فیزیک

در یکی از دانشگاه‌های جنوب آلمان است. اعلامیه‌ای توی مشتم فشرده که مرا از اینشتین و نسبیت بر حذر می‌داشت، و می‌گفت که سرپای این نظریه جزم مشقی تخیلات لجام گسیخته نیست که مطبوعات یهودی بزرگش کرده‌اند و بکلی با روح آلمانی بیگانه است. اول گمان کردم که اعلامیه از اصل کار آدم خلی است، چون دیوانه‌ها معمولاً در گرده‌های بزرگ پیدایش می‌شود، اما وقتی شنیدم که نویسنده آن شخصی است که از بابت کارهای آزمایشگاهی شهرتی داشت، و زومرفلد بارها در درسش از او نام برده بود، حس کردم که بخشی از دنیایم فرو می‌ریزد. تا آن زمان اعتقاد راسخ داشتم که دست کم علم از آن نوع کشاکشهای سیاسی که به جنگ داخلی در مونیخ انجامیده بود برکنار است، و امیدوار بودم که دیگر پایم به چنان ماجراهایی کشیده نشود. اما آن روز دریافتم که مردمانی با سرشت ضعیف یا بیمار می‌توانند احساسات منحرف سیاسی خود را حتی به پیکر زندگی علمی تزریق کنند. نیازی به گفتن نیست که اولین اثر آن اعلامیه بر من این بود که همه تردیدهایم را درباره نظریه اینشتین - یا بهتر بگویم درباره چیزهایی که از این نظریه در خلال گفتگوهای گاه‌به‌گاه خود با ولفگانگ فهمیده بودم - کنار بگذارم. زیرا مهمترین درسی که از تجارب خود در دوران جنگ داخلی گرفته بودم این بود که هرگز درباره يك جنبش سیاسی بر پایه هدفهایی که آشکارا اعلام می‌کند، یا حتی واقعاً در راه رسیدن به آنها می‌کوشد، داوری نکنم، بلکه داوریم فقط بر اساس وسایلی باشد که برای رسیدن به آن هدفها به کار می‌برد. کسی که به وسایل بدروی می‌آورد، با این کار خود ثابت می‌کند که دیگر به نیروی اقناعی استدلال‌ات اصلیش اعتقاد ندارد. در این مورد، وسایلی که فیزیکدان نامی برای رد نظریه نسبیت به کار گرفته بود به قدری بد و بی‌پایه بود که فقط می‌توانست به يك چیز دلالت کند: او از اینکه بتواند نظریه نسبیت را با استدلال علمی رد کند بکلی مأیوس شده بود.

با این حال، آنقدر از این حادثه دلگرفته بودم که حتی نتوانستم به سخنرانی اینشتین توجه کافی کنم، و در پایان سخنرانی، پیشنهاد زومرفلد را هم که گفته بود مرا به اینشتین معرفی خواهد کرد از یاد بردم. پریشان‌حال به مهمانخانه برگشتم و در آنجا دیدم که دزد دار و ندارم را برده است: کوله‌پشتیم، ملاقه‌هایم، جوراهایم و یکدست لباس عوضیم. خوشبختانه بلیط برگشت برایم مانده بود. به ایستگاه رفتم و با اولین قطار به مونیخ برگشتم. خیلی ناراحت بودم، زیرا می‌دانستم جبران این خسارات برای پدرم بسیار دشوار است. این بود که وقتی دیدم پدر و مادرم در شهر نیستند، به



کار هیزم شکنی در پارک فورستن رید<sup>۱</sup> در جنوب شهر مشغول شدم. کاجهای آنجا به آفت سوسک درخت دچار شده بود و ناچار شده بودند که بسیاری از درختها را بریزند و چوبشان را بسوزانند. هنگامی که آنقدر پولدار شدم که توانستم کمد محقرم را پر لباس کنم، به سر درس برگشتم.

من با نقل این داستان غم انگیز نمی خواهم یاد حوادثی را که بهتر است فراموش شوند، دوباره زنده کنم، بلکه دلیل نقل آن این است که گفتگوهای من و بوریک وقت به این مسأله کشیده شد، و نیز این حادثه بر رفتار من در برهوت پر خطر میان علم و سیاست تأثیر داشت. در ابتدا، ماجرای لایپزیگ مرا به ناامیدی عمیقی دچار کرد و در من تردیدهایی را درباره ارزش علم به طور کلی برانگیخت، زیرا اگر موضوع علم هم بیشتر خونخواهیهای خصوصی باشد تا کشف حقیقت، چه سودی دارد که انسان خود را برای آن به زحمت بیفکند؟ خوشبختانه سرانجام خاطره گردشهایم با بور پرده ای روی همه آن افکار بدبینانه کشید. امید داشتم که روزی به دعوت پر محبت او پاسخ مثبت بدهم و در کهنه‌گفتگوهای دیگر و بیشتری با او داشته باشم.

اما یک سال و نیم دیگر گذشت تا چنین فرصتی نصیبم شد. در این مدت یک ترم را در گوتینگن گذراندم، ترم را درباره جریان آرام سیالات نوشتم و گذراندم، امتحاناتم را در مونیخ دادم، و یک ترم دیگر را به دستکاری ماکس بورن در گوتینگن مشغول بودم. سرانجام در تعطیلات عید پاک سال ۱۹۲۴ در وارنه‌مونده<sup>۲</sup> بر کشتی نشستم و رهسپار دانمارک شدم. در طول سفر چشمم را از چشم انداز انبوه کشتیهای رنگارنگ که در میانشان چند کشتی چهاردکله هم بود، و بادبان کشیده می‌رفتند، پر کردم. در جنگ اول جهانی، بسیاری از کشتیهای تجاری به قعر دریا رفته بودند و چشم انداز دریا را کشتیهای بادبانی قدیمی که دوباره به کار افتاده بودند، رنگین کرده بودند. گویی یک قرن به عقب برگشته بودیم. هنگامی که از کشتی پیاده شدم، در گمرک کارم کمی گره خورد، زبان دانمارکی نمی‌دانستم و نمی‌توانستم کارهایم را روبراه کنم. اما همین که معلوم شد قرار است در انستیتوی پروفیسور بور کار کنم، راه برایم همواره و همه درها به رویم گشوده شد. و از همان آغاز در پناه یکی از بزرگترین شخصیتهای این کشور کوچک و دوست‌داشتنی احساس ایمنی کردم.

اما روزهای اول، کار من در انستیتوی بور آسان نبود. یکباره خود را مواجه با عده زیادی جوان با استعداد از چهار گوشه جهان دیدم که همگی هم در زبان‌دانی و

1. Forstenried

2. Warnemünde

زبان آوری و حسن معاشرت و هم در آشنایی با فیزیک از من بسیار برتر بودند. بوررا زیاد نمی دیدم، ظاهراً سرش به کار اداره انستیتو گرم بود و بدیهی بود که من حق نداشتم بیش از دیگر اعضای انستیتو مزاحم وقت او شوم. اما چند روز بعد، به اتاق من آمد و از من خواست که چند روزی برای پیاده گردی در جزیره زیلند با او همراه شوم. گفت که در خود انستیتو فرصت چندانی برای گفتگوهای طولانی نیست و می خواهد مرا بهتر بشناسد.

و این بود که دو نفری کوله بر پشت به راه افتادیم. ابتدا با تراموا به شمال شهر رفتیم، سپس پارک گوزنها را که زمانی شکارگاه بوده پیمودیم، از دیدن قصر کوچک و زیبای هرمیتهج<sup>۱</sup> که در وسط پارک است لذت بردیم و گله های بزرگ گوزن را که در جاهای بی درخت آن چرامی کردند تماشا کردیم. سپس راه شمال را در پیش گرفتیم، گاه از کنار ساحل می رفتیم، و گاه به دل جنگل می زدیم و از کنار دریاچه های آرامی که در ساحلشان خانه های تابستانی هنوز در خواب زمستانی بودند می گذشتیم. اوایل بهار بود و تازه جوانه های ترد داشت بر تن درختان می روید. صحبت ما به اوضاع و احوال در آلمان کشیده شد و بور از من پرسید که از ده سال پیش که جنگ شروع شد، چه خاطراتی دارم. گفت:

«راجع به آن روزها خیلی چیزها شنیده ام. برخی از دوستان ما، که در اوایل اوت ۱۹۱۴ در آلمان سفر کرده اند صحبت از یک موج عظیم شور و جذبه می کنند که در آن روزها، گذشته از همه ملت آلمان حتی بیگانگان را در چنگال خود اسیر می کرد، البته احساسات بیگانگان آمیخته با وحشت بود. آیا عجیب نیست که همه افراد ملتی با روحیه ای تب آلود به جنگی دست بزنند، در حالی که حتماً می دانسته اند که این جنگ چه تعداد از دوست و دشمن را به کام خود خواهد کشید، و هر دو طرف چه ظلمهایی خواهند کرد؟ هیچ می توانی این را توضیح بدهی؟»

جواب دادم: «من آن زمان دوازده سال بیشتر نداشتم و طبعاً پایه نظر من بر چیزهایی بود که از صحبت های پدر و مادر و پدر بزرگ و مادر بزرگم دستگیرم می شد. باین حال، گمان نمی کنم که بتوان بر آن حالت اسم 'تب جنگ' گذاشت، هیچ يك از کسانی که من می شناختم از آینده ای که در انتظار ما بود خوشحال نبود، و هیچ کس از شروع جنگ رضایت نداشت. اگر از من می خواهید که بگویم چه شد، می گویم که ما يك دفعه حس کردیم که اوضاع وخیم است. حس کردیم که در جهان رؤیاها

زندگی می کرده ایم، و این جهان قشنگ را کشته شدن ولیعهد اتریش برهم ریخته است. یکباره با واقعیت روبرو شدیم، ندایی به ما رسیده بود که هیچ کس نمی توانست به آن لبیک نگوید، و هر چه بادا باد لبیک گفتیم - با سنگدلی اما نه با بزدلی. البته همه ما هدف آلمان را درست می دانستیم، زیرا آلمان و اتریش مثل يك کشور بودند، و قتل آرشیدوک فرانسیس فردیناند و زنی را توسط يك سازمان مخفی صربی جنایتی می دانستیم که بر همه ما رفته است. این بود که تصمیم گرفتیم از خود دفاع کنیم، و همان طور که گفتیم، بیشتر آلمانیها از صمیم دل این تصمیم را گرفتند.

«اما در این نوع تصمیم گیریهای همگانی يك عامل اغواگر هست، يك عامل راز آمیز و غیر عقلانی، و من در همان اوت ۱۹۱۴ این را حس می کردم. با پدر و مادرم از مونیخ به ازنا بروك<sup>۱</sup> می رفتیم، تا پدرم که افسر ذخیره بود خود را در آنجا به ارتش معرفی کند. همه ایستگاههای راه آهن پر از مردمان هیجان زده ای بود که فریاد می کشیدند. واگونها، که با گل و برگ زینت شده بودند، پر از سر باز و تفنگ بودند. زنان جوان و کودکان کنار واگونها ایستاده بودند، و تا قطار حرکت نمی کرد فریاد سرودخوانی قطع نمی شد. انسان با هر بیگانه ای که می خواست سر صحبت را باز می کرد، گویی که آشنای دیرینه ای است. هر کس به هر کس دیگر كمك می کرد. سرنوشت میان ما پیمان برادری بسته بود. دلم نمی خواهد که خاطره آن روز از ذهنم زدوده شود. و در آن روز باور نکردنی، در آن روز تصور نکردنی، روزی که هیچ بیننده ای نمی توانست فراموشش کند، چیزی نبود که بتوان اسمش را تب جنگ گذاشت. گمان می کنم که بعدها تمام ماجرا را تحریف کرده باشند.»

بور گفت: «باید بدانید که ما در این کشور كوچك، نظرم آن درباره این گونه چیزها بکلی فرق می کند. قضیه را تاریخی نگاه کنیم. شاید در قرن گذشته پیروزی بسیار آسان به جنگ آلمان آمد. ابتدا در ۱۸۶۴ با کشور ما جنگیدید که منشأ دشمنی شدیدی میان ما شد. سپس در ۱۸۶۶ بر اتریش و در ۱۸۷۰ بر فرانسه پیروز شدید. ظاهراً آلمانیها گمان بردند که امپراتوری عظیم اروپای مرکزی را می توان یکشبه ساخت. اما کار به این آسانیها نیست. کسی که بخواهد امپراتوری بنا کند اول باید دل مردمان را به دست آورد. پروسیها، با همه کارآمدیشان، در این کار درماندند، شاید به این دلیل که شیوه زندگی شان بسیار سختگیرانه بود، و یا شاید به این دلیل که تصور ایشان از نظم برای دیگران جاذبه ای نداشت؛ و آلمان وقتی این حقیقت را دریافت که

---

1. Osnabrück

دیگر خیلی دیر شده بود. به هر حال، حمله آلمان را به کشور کوچک بلژیک جهانیان یک نوع تجاوز آشکار دانستند که حتی قتل وارث تاج و تخت اتریش هم نمی توانست آن را توجیه کند. زیرا بلژیک اصلاً در این قتل دست نداشت، و در هیچ اتحادی علیه آلمان هم شرکت نکرده بود.»

ناچار پذیرفتم و گفتم: «شک نیست که آلمانیها کارهای زشت فراوانی در جنگ انجام دادند، همچنانکه خصم ما هم از این نوع کارها می کرد. اما بدی در جنگ چیز عجیبی نیست. و باید قبول کنم که تنها دادگاهی که در این دعوا می تواند حکم کند - دادگاه تاریخ - به زیان ما رأی داده است. سن و سال من آنقدر نیست که بگویم کدام سیاستمداری تصمیم درست یا غلطی گرفت و در کدام کشور، اما دو چیز است که همیشه مایه پریشانی خاطر من بوده است و دلم می خواهد نظر شما را درباره آنها بدانم. «گفتم که وقتی جنگ آغاز شد، یکباره تمام جهان در نظر ما دگرگون شد. همه حسابگریهای حقیر معمولی از یاد رفت. روابط شخصی و خانوادگی، که روزگاری کانون زندگی ما بود، جای خود را به همبستگی وسیع ملتی داد که سر نوشت واحدی داشت. خانه ها، خیابانها، جنگلها، همه عوض شده بودند، و به قول یاکوب بورکهارت، 'گویی آسمان هم به رنگ دیگری در آمده بود.' نزدیکترین دوست من، پسر خاله ام که اهل ازنا بروک و دوسه سالی از من بزرگتر بود، به سر بازی رفت، اما نمی دانم که او را فراخواندند یا خودش داوطلب شد. هیچ کس چنین سوالی نمی کرد. تصمیم بزرگ گرفته شده بود، و هر کس که توانایی جسمی داشت به ارتش می پیوست. خاله زاده من از آن آدمهایی نبود که بخواهد با کسی جنگ راه بیندازد یا در راه فتوحات آلمان بجننگد، گرچه از پیروزی ما مطمئن بود و این را من از آخرین گفتگویی که پیش از رفتنش با او داشتم دریافتم. فقط می دانستیم که از او هم، مثل هر کس دیگر، خواسته بودند که جاننش را در طبق اخلاص بگذارد و فدا کند. شاید هم اولش خیلی ترسیده بود، با این حال مثل هر کس دیگر پاسخ مثبت داده بود، و من هم اگر سنم چند سالی بیشتر بود شاید همان کار را می کردم. پسر خاله من در فرانسه کشته شد. واقعاً به نظر شما او باید به خودش می گفت که قضیه جنگ کلاً بی معنی است، تبی بیش نیست، و تلقینات توده ای است، و بعد هم از لپیک گفتن به آن دعوت سر بازی زد؟ چه کسی باید تصمیم می گرفت؟ جوانی که شاید به فکرش هم نرسد که به اسرار پشت پرده سیاست جهانی پی ببرد، و فقط از چند واقعیت محدود خبر دارد، که حتی آن واقعیتها هم برایش درک ناکردنی اند: قتلی در سارایه و حمله ما به بلژیک؟»

بور در جوابم گفت «حرفهای شما مرا بسیار غمگین می کند، زیرا بگمانم می دانم

که این حرفها به کجا می کشد. شاید احساسی که این جوانان معتقد به هدف هنگام رفتن به جنگ داشته‌اند، از بزرگترین سعادت‌هایی باشد که انسان در زندگی می‌تواند داشته باشد. اما یقیناً این حقیقت هولناکی است. فکر نمی‌کنید که وقتی انسانها به میدان جنگ می‌روند، تا حدودی شبیه پرنده‌گان مهاجری هستند که پاییزها دسته‌جمعی به سوی جنوب پرواز می‌کنند؟ هیچ‌یک از این پرنده‌گان نمی‌داند که فرمان کوچ را چه کسی صادر کرده و اصلاً چرا باید کوچ کند. اما همه آنها در چنگال همان پریشانی غالب و اشتیاق پیوستن به دیگران اسیرند، حتی اگر فرجام کوچشان مرگ باشد. نکته گفتنی در مورد انسان این است که واکنش او در چنین موردی از یک طرف بسیار ابتدایی و مهارنکردنی است، مثل آتشی که به جنگلی بیفتد یا هر پدیده طبیعی دیگر، و از طرف دیگر احساس آزادی بی‌حد و مرز در او بیدار می‌شود. جوانی که به جنگ می‌رود، بار سنگین پرواها و نگرانیهای عادی را از دوش می‌افکند، وقتی پای مرگ و زندگی در میان باشد، همه ملاحظات حقیر و پیش‌پاافتاده که زندگی عادی ما را محصور و محدود می‌کنند، به باد سپرده می‌شود، فقط یک هدف داریم: پیروزی؛ و زندگی به طور بی‌سابقه‌ای ساده و روشن به نظر می‌آید. شاید این لحظه بی‌نظیر که در زندگی جوانان پیش می‌آید، در هیچ‌جایی به زیبایی سرود سواران در *والنشتاین*<sup>۱</sup> شیلر توصیف نشده باشد. حتی بیت‌های آخر آن به یادتان هست: 'هر که جان در تن دارد باید خود را به خطر افکند؛ آنکه از رفتن به کام خطر دوری می‌جوید هرگز برنده نخواهد شد، و آنکه خطر می‌کند شاید بازنده شود' شاید این حرف درست باشد، با این حال، باید نه گفت، باید تا آنجا که در توان داریم بکوشیم که جنگ نشود، تا هر نوع برخورد میان کشورها که سبب جنگ می‌شود از بین برود. شاید پیاده‌گردی ما در *دانمارک* قدم کوچکی در این راه باشد.»

گفتم: «اگر اجازه می‌دهید سؤال دوم را بپرسم. شما ذکر کردید از روحیه نظم‌جوی پروسیها کردید و گفتید که برای اقوام دیگر جاذبه ندارد. خود من در جنوب آلمان بزرگ شده‌ام، و سنت ما طوری است که طرز فکرمان با مردمی که میان ماگده بورگ<sup>۲</sup> و کونیگزبرگ<sup>۳</sup> زندگی می‌کنند فرق دارد. با این حال اصول زندگی پروسی - مقدم داشتن نفع عمومی بر اهداف شخصی، میانه‌روی در زندگی خصوصی، شرافت و فسادناپذیری، شجاعت و وقت‌شناسی - همیشه برایم جاذبه داشته است. من نمی‌توانم این اصول را دوست نداشته باشم، هر چند سیاستمداران از آن

1. Wallenstein

2. Magdeburg

3. Königsberg

سوءاستفاده کرده باشند. چرا، مثلاً، شبا دانمارکیها این قدر با ما فرق دارید؟»  
 بور گفت: «گمان می‌کنم که ما هم فضایل پروسی را درک و ستایش کنیم، اما دوست داریم که میدان آزادی فردی را بازتر بگذاریم، بازتر از آنچه در اصول پروسی مورد قبول است. ما دوست داریم عضو جماعتی از آزاد مردان باشیم که هر يك حق دیگران را کاملاً بشناسد. برای ما آزادی و استقلال فردی مهمتر از قدرتی است که از نظم خارجی سرچشمه بگیرد. راستی عجیب است که تصور ما را از زندگی خوب غالباً الگوهای تاریخی به قالب می‌ریزند، و هر چند این الگوها فقط در افسانه‌ها و اساطیر باقی مانده‌اند ما هنوز اسیرشان هستیم. به نظر من پروسیها الگوی خود را از شهسواران تویتونی<sup>۱</sup> می‌گیرند، که چون راهبان سوگند فقر و عفت و اطاعت می‌خوردند و تیغ بر کف نور مسیحیت را می‌پراکنند. ما دانمارکیها قهرمانان حماسه‌های ایسلندی را بیشتر دوست داریم، مثل اگیل<sup>۲</sup> شاعر، پسر اسکالاگرم<sup>۳</sup>، که در سن سه سالگی پند پدر را نشنیده گرفت، بر اسبی نشست و به دنبال پدر به سفری دور و دراز رفت، یا نهیل<sup>۴</sup> خردمند که بیش از همه مردم جزیره به قوانین احاطه داشت و همه دعاوی را به داوری پیش او می‌بردند. این مردمان، یا نیاکانشان، به ایسلند مهاجرت کرده بودند، زیرا نمی‌خواستند پیش شاهان قدرتمند نروژ سر تسلیم فرود بیاورند. نمی‌خواستند در خدمت شاهان باشند و به دستور آنها به جنگهایی بروند که جنگ شاه بود نه جنگ خود آنها. همه آنها جنگجویان شجاعی بودند و ظاهراً بیشتر از راه غارتگری زندگی می‌کردند و وقتی این حماسه‌ها را می‌خوانید شاید از این همه حرف جنگیدن و کشتن به وحشت بیفتید. اما این مردم آزادی را از همه چیز بیشتر دوست داشتند و به دیگران هم حق می‌دادند که مثل خود آنها آزاد باشند. بر سر مال و شرف می‌جنگیدند، اما بر سر حکومت کردن بر دیگران هرگز.»  
 «طبعاً نمی‌توانم بگویم که در این حماسه‌ها چقدر واقعیت تاریخی هست، ولی ما در این وقایعنامه‌های فشرده زندگی در ایسلند نیروی شاعرانه عظیمی حس می‌کنیم. پس عجب نیست که تا به امروز تصور ما از آزادی در قالب این حماسه‌ها شکل گرفته باشد. زندگی بریتانیاییها هم، که زمانی نرمانها برایشان حکومت کرده‌اند، مهر و نشان این روحیه استقلال طلب را دارد. نوع بریتانیایی دموکراسی، روحیه انصاف و احترام به عقاید و منافع دیگران، ارج گذاشتن به عدالت و قانون، شاید همه از يك ریشه باشند. بی‌شک، به همین دلیل بریتانیاییها توانسته‌اند امپراتوری بزرگی بنا

1. Teutonic

2. Egill

3. Skallagrim

4. Njáll

کنند. البته، کارنامه آنها هم، مثل وایکینگهای قدیم، از کارهای خشونت آمیز خالی نیست.»

حالا دیگر عصر شده بود و ما داشتیم کنار ساحل راه می رفتیم و از دهکده های کوچك ماهیگیر نشین می گذشتیم. آن سوی اوره سوند<sup>۱</sup> ساحل سوند دیده می شد که چند کیلومتری با ما فاصله داشت و در نور خورشید رویه غروب غوطه ور بود. هوا داشت تاریک می شد که به هلسین گور<sup>۲</sup> رسیدیم. با این حال تصمیم گرفتیم که به سرعت ناحیه قلعه<sup>۳</sup> کرونبوره را که بر باریکترین بخش اوره سوند مشرف است، و بر کنگره آن توپهای قدیمی از قدرتی بر باد رفته حکایت می کنند، ببینیم. بور داستان این قلعه را برای من حکایت کرد. فردریک دوم شاه دانمارک در اواخر قرن شانزدهم این قلعه را به سبک رنسانس دانمارکی ساخته است. دیوارهای قصر، و نیز برج برآمده آن که بر اوره سوند سایه افکن است، یادآور گذشته نظامی آنند، و در قرن هفدهم هنوز اسیران سوئدی را به پنجره های مشبك آن زنجیر می کردند. اما آن روزم غروب که ما کنار توپهای قدیمی ایستاده بودیم و نگاهمان را گاهی به قایقهای ماهیگیری روی اوره سوند و گاهی به بنای بلند رنسانسی پشت سر می انداختیم، هماهنگی منطقه ای را که دیرگاهی است جنگ در آن پایان یافته، آشکارا حس می کردیم. البته هنوز فشار نیروهایی که زمانی مردمان را رودروی یکدیگر قرار می دادند، تا کشتیها را به آتش بکشند و فریادهای پیروزی و ناله های نومیدی سر دهند، احساس می شد، اما معلوم بود که دیگر این نیروها بر زندگی مردم حاکم نیستند. آرامشی که بر همه جا سایه گسترده بود به صورتی مستقیم و حتی جسمانی حس می شد.

قلعه کرونبوره - یعنی جایی که قلعه در آن بنا شده است - با افسانه هملت، شاهزاده دانمارکی پیوند دارد که دیوانه شد یا خود را به دیوانگی زد تا از دسیسه های عموی جنایتکارش بگریزد. بور یادی از آن افسانه کرد و سپس گفت: «به نظر تو عجیب نیست که وقتی انسان فکر می کند هملت در اینجا زندگی می کرده است، یکباره قلعه در نظرش عوض می شود؟ ما اهل علم عقیده داریم که قلعه فقط از سنگ ساخته شده است و معماری را که این سنگها را این چنین کنار هم نهاده ستایش می کنیم. قلعه چیزی نیست جز این سنگها، سقف سبزی که گذشت زمان زیبایش کرده است، و کنده کارهای روی چوب کلیسای آن. یادآوری اینکه هملت در اینجا

1. Öresund

2. Helsingör

3. Kronborg

زندگی می کرده است نباید هیچ يك از اینها را تغییر دهد، اما تغییر می دهد. یکبارہ دیوارها و کنگره ها به زبان دیگری سخن می گویند. حیاط قلعه همه جهان می شود، و يك کنج تاریک ما را به یاد تاریکیهای روح انسان می اندازد، صدای 'بودن یا نبودن' هملت را می شنویم. با این حال تنها اطلاع دقیقی که از هملت داریم این است که نام او در وقایعنامه ای از قرن سیزدهم آمده است. هیچ کس نمی تواند اثبات کند که چنین کسی در واقع وجود داشته است، چه رسد به اینکه در اینجا زندگی کرده باشد. اما همه کس پرسشهایی را که شکسپیر از زبان او طرح کرده و آن ژرفاهای روح انسانی را که در قالب او آشکار کرده، می شناسد؛ پس او هم باید در نقطه ای بر روی زمین، در اینجا، در کرونبوره، زندگی کرده باشد. و همین که این را بدانیم، کرونبوره در نظرمان یکسره دگرگون می شود.»

همچنان که حرف می زدیم غروب گذشته و شب شده بود، باد سردی که بر او رسیده سوند می وزید ما را ناچار از ترك آن محل کرد.

صبح فردا، باد شدیدتر شده بود، هوا صاف و بی ابر بود، و آن سوی دریای آبی و روشن بالتیک می توانستیم ساحل سوئد را، تا شبه جزیره کولن<sup>۱</sup> در شمال، ببینیم. از کنار ساحل شمالی زیلند، که حدود بیست سی متر از سطح دریا بلندتر بود، به سمت غرب راه افتادیم. گاهی امواج درست زیر پای ما بود. بور که کولن را نگاه می کرد گفت: «تو در مونیخ بزرگ شده ای که نزدیک کوهستان است، و راجع به کوهپیماییها با هم زیاد صحبت کرده ایم. می دانم که دانمارک برای کوه نشینان خیلی هموار و خسته کننده است و شاید هیچ وقت نتوانی کشور ما را دوست داشته باشی، اما برای ما دریا مهمترین چیز است، وقتی نگاهمان را روی آن می گردانیم، انگار بخشی از بینهایت را در دسترس خود داریم.»

جواب دادم: «می فهمم چه می گویند، این نکته را در نگاه ماهیگیرانی که دیروز لب دریا دیدیم می خواندم. مردم اینجا نگاه آرامی دارند و دور دستها را می نگرند. در کوهستان وضع به کلی فرق می کند. در آنجا نگاه انسان از منظره پیش چشمش به تخته سنگهای مضرس و از آنجا به آسمان می افتد. شاید بدین دلیل است که مردم ما اینقدر شادند.»

بور توضیح داد: «ما در دانمارک فقط يك کوه داریم که ارتفاعش حدود صدوپنجاه متر است، اما آن قدر به نظر ما با شکوه است که آن را قلعه آسمانی می نامیم.»



می گویند يك روزی یکی از هم میهنان ما سعی کرد چشم يك نفر نروژی را با این منظره<sup>۱</sup> با شکوه خیره کند، مهمان با تحقیر نگاهی به آن کرد و گفت 'ما در نروژ به این چیزها می گوئیم پشته' خدا کند که تو در مورد چشم انداز مملکت ما این قدر سختگیر نباشی. اما لطفاً راجع به کوهیما بیهایت بادوستانی که در جنبش جوانان داری چیزی بگو.»

«خیلی وقتها به گردشهای چند هفته ای می رویم. تابستان گذشته از وورتس بورگ<sup>۲</sup> راه افتادیم و جبال روهن<sup>۳</sup> را پیمودیم تا به حد جنوبی کوههای هارتس<sup>۴</sup> رسیدیم، و از آنجا از راه ینا<sup>۵</sup> و وایمار و جنگل تورینگ<sup>۶</sup> برگشتیم و سرانجام از بامبرگ<sup>۶</sup> سر در آوردیم. وقتی هوا چندان سرد نباشد در هوای آزاد می خوابیم، ولی بیشتر وقتها شب را در چادر می گذرانیم و اگر هوا خیلی سرد باشد در انبار گاه دهقانان بیتوته می کنیم. گاهی برای اینکه هزینه خوابگاهان را پرداخته باشیم در درو به دهقانان کمک می کنیم، و گاهگاه که دستیار خوبی از کار در می آیم همه نوع غذاهای اشتها انگیز روستایی را هم پاداش می گیریم. اما مواقع دیگر خودمان غذا می پزیم، معمولاً روی اجاقهای اتراقگاههای داخل جنگل. و سر شب در شعله هیزم داستان می خوانیم یا سرود سر می دهیم و آهنگ می نوازیم. اعضای جنبش جوانان خیلی از سرودهای عامیانه قدیمی را جمع کرده اند و برای اجرا با همراهی ویولن یا فلوت تنظیم کرده اند. این آهنگها به ما لذت بسیاری می دهد، گرچه اجراهایمان بیشتر وقتها خوب نیست.

«شاید گاهی خود را شبیه طلاب سیاحتگر قرون وسطی می بینیم، و مصیبت جنگ اخیر و کشاکشهای سیاسی پس از آن را با هرج و مرج کاملی که بعد از جنگهای سی ساله حاکم شد مقایسه می کنیم، که می گویند با وجود همه بلاهایش منبع بسیاری از این سرودها بوده است. ظاهراً جوانان سراسر آلمان با آن روزگار احساس يك نوع قرابت می کنند. یاد می آید که يك روز پسر ناشناسی در خیابان جلویم را گرفت و از من خواست که به يك اجتماع عمومی جوانان در قلعه ای قدیمی بروم. وقتی به آنجا رسیدم، دیدم که دهها جوان دیگر به طرف آن محل راه افتاده اند. این قلعه در زیباترین نقطه یورای فرانکونیا بر فراز تخته سنگی که تقریباً به طور عمودی بر دره آلت موهل مشرف است، قرار دارد. قدرتی که در این اجتماع بی مقدمه

1. Würzburg

2. Röhn

3. Harz

4. Jena

5. Turing

6. Bamberg

دیدم، مثل آن صحنه اول اوت ۱۹۱۴، مرا سخت تحت تأثیر قرار داد. از این که بگنیریم، جنبش جوانان ما اصلاً کاری با سیاست ندارد.»

«این نوع زندگی که تو می‌گویی به نظر من خیلی رمانتیک است، و من هم بدم نمی‌آید که جزء شما باشم. گذشته از این می‌بینم که آرمانهای شهسواران، که دیر روز درباره‌اش صحبت می‌کردیم، بر وجود شما مستولی است، اما راستی پیش از پیوستن به جنبش باید، مثل فراماسونها، سوگند بخورید؟»

«نه هیچ قاعده نوشته یا ننوشته‌ای نیست که مجبور به رعایت آن باشیم. بیشتر ما نظر خوشی نسبت به این گونه شعائر نداریم. اما شاید بد نباشد این را هم بگویم که ما به بعضی چیزها پایبند هستیم، گرچه هیچ کس به ما دستور نمی‌دهد. مثلاً اهل دود نیستیم، مشروب خیلی کم می‌خوریم، پوشاکمان ساده‌تر از آنی است که پدر و مادرهایمان می‌پسندند، و گمان نمی‌کنم کسی از ما اهل کافه‌روی و شب‌زنده‌داری باشد. ولی البته هیچ قانون مکتوبی نداریم.»

«و اگر کسی از این قواعد سرپیچی کند چه می‌کنید؟»

«نمی‌دانم. شاید فقط به او بخندیم. البته کسی سرپیچی نمی‌کند.»

بور گفت: «راستی این غیر عادی نیست، و بهتر بگویم عجیب نیست، که تصاویر ذهنی کهن چنان نیروی سحرآمیزی دارند که هنوز پس از قرن‌ها بر مردم تأثیر می‌گذارند بی‌آنکه قانون مکتوب یا فشار خارجی در کار باشد؟ دیروز راجع به سوگند راهبان صحبت می‌کردیم. دو قاعده اول آنها بسیار در خور توصیه‌اند. معنی این دو قاعده امروزه عبارت است از میان‌روی و میل به در پیش گرفتن زندگی سخت‌تر و توأم با امساک بیشتر. اما امیدوارم که شما زود به فکر قاعده سوم، یعنی اطاعت، نیفتید. چون این کار عواقب سیاسی خطرناکی دارد. می‌دانی که من آن دو ایسلندی، اگیل و نهیل، را از رهبران طریقه‌های پروسه‌ای بسیار خبیلی بیشتر می‌پسندم. «گفتی که در زمان جنگ داخلی در مونیخ بوده‌ای، و حتی به مسایل کلی مثل نقش دولت در جامعه فکر کرده‌ای. این قضایا چه تأثیری در زندگی تو در جنبش جوانان دارد؟»

جواب دادم: «من در زمان جنگ داخلی طرف دولت را گرفتم، چون این پیکار به نظرم بکلی بی‌معنی بود، و امید داشتم که با این کارم جنگ زودتر پایان یابد. اما باید اعتراف کنم که نظرم نسبت به دشمن درست نبود. آلمانیهای معمولی، بخصوص کارگران، از صمیم دل برای پیروزی آلمان جنگیده بودند و مثل همه مردم دیگر فداکاری کرده بودند. انتقاد آنها از طبقه حاکم کاملاً بجا بود، زیرا حاکمان ما مردم

آلمان را با مشکلات حل نشدنی روبرو کرده بودند. این بود که حس می کردم وقتی جنگ پایان یابد، باید حتماً با کارگران روابط دوستانه‌ای برقرار کنم. و بسیاری دیگر از اعضای جنبش جوانان همین نظر را داشتند.

«مثلاً چهار سال پیش با کمک ما کلاسهای فوق العاده‌ای در مونیخ دایر شد، و خود من از روی جوانی و گستاخی یک سلسله درس درباره نجوم دادم، به چند صد نفر کارگر و همسرانشان صورتهای فلکی مختلف را نشان می دادم، حرکات سیارات و فاصله آنها را با یکدیگر بیان می کردم، و سعی داشتم توجه آنها را به ساختمان کهکشان راه شیری جلب کنم. به کمک یک بانوی جوان، درسهایی هم در زمینه اپرا دادم. آن خانم قطعات آوازی را می خواند و من با پیانو او را همراهی می کردم و بعد او توضیح مختصری از تاریخچه و ساختمان اپراهای مختلف می داد. کار ما از هر جهت غیر حرفه‌ای بود، اما به گمان من شنوندگان به حسن نیت ما وقوف داشتند و از اجراهای ما به اندازه خودمان لذت می بردند. بسیاری از جوانان عضو جنبش هم به تدریس در مدارس ابتدایی روی آوردند، و در نتیجه کار آنها به نظرم معلمان بسیاری از مدارس ابتدایی ما خیلی بهتر از معلمان دبیرستانهایمان باشند.

«من خوب می فهمم که چرا خارجیها جنبش جوانان ما را خیلی رمانتیک و آرمانگرا می دانند، و چرا بیم دارند که این جنبش به مجراهای غلط سیاسی بیفتد. اما من، دست کم در حال حاضر، از این بابت هراسی ندارم زیرا تا همین الان هم این جنبش نتایج خوبی داشته است. بخصوص منظورم احیای علاقه به موسیقی کهن - موسیقی باخ و آوازهای ساده و سرودهای پهلوانی - کوشش در راه زنده کردن صنایع دستی قدیمی، بردن زیبایی حتی به خانه فقیرترین مردم، و همه کوششهایی است که صورت گرفته تا از راه گروههای غیر حرفه‌ای موسیقی یا تئاتر علاقه به هنر را در مردم بیدار کند.»

بورگفت: «از اینکه می بینم تو این قدر خوشبینی خوشحالم. اما در روزنامه‌های ما راجع به گرایشهای شوم ضد یهودی در آلمان هم چیزهایی می نویسد. ظاهراً عوامفریبها به این گرایشها دامن می زنند. تو خودت تا کنون با چنین چیزی برخورد کرده‌ای؟»

«بله، در مونیخ این نوع گروهها دارند سروصدای زیادی به پا می کنند. بعضی از افسران قدیمی هم که نتوانسته‌اند شکست آلمان را بپذیرند از آنها حمایت می کنند. اما ما این گروهها را زیاد جدی نمی گیریم، زیرا بالاخره نمی توان سیاستی عقلایی داشت که فقط بر پایه نفرت بنا شده باشد. بدتر از همه این است که بعضی از

دانشمندان معروف هم مثل طوطی این مهملات را تکرار می کنند.»  
و تجربه ام را در لایبزیگ، که نظریه نسبیت موضوع تهمت زنی سیاسی شده بود، برای او حکایت کردم. در آن زمان هیچ يك از ما اصلاً تصور نتایج وحشتناکی را که ممکن بود روزی از این کج رویهای بظاهر بی اهمیت سیاسی حاصل شود، نمی کرد. اما راجع به این موضوع در جای دیگری صحبت خواهم کرد. پاسخی که آن روز بور به من داد، هم به افسران پیر مربوط می شد و هم به فیزیکدانی که نمی خواست زیر بار نظریه نسبیت برود:

«می دانید، در این مورد هم من رفتار انگلیسیها را بیش از رفتار آلمانیها می پسندم. انگلیسیها سعی می کنند که خوب بازی کنند اما سعی می کنند که بازندگان خوبی هم باشند. پروسیها باختن را بی آبرویی می دانند؛ گرچه آنها هم بلند نظری هنگام پیروزی را توصیه می کنند، و من این را خیلی ارزشمند می دانم. اما انگلیسیها يك قدم هم جلوتر می روند. آنها از شکست خوردگان هم توقع دارند که نسبت به فاتح بلند نظری به خرج بدهند، شکست خود را بپذیرند و باری به دل نگیرند. اگر بتوانند این کار را بکنند، به چیزی دست یافته اند که چندان کم از پیروزی نیست: آزادمردانی خواهند بود در میان آزادمردان دیگر. این هم مرا به یاد وایکینگهای قدیم می اندازد. شاید این طور من در نظر شما خیلی رمانتیک جلوه کنم، اما من این حرفها را بیش از آنکه تصور می کنید جدی می گیرم.»

گفتم: «البته می فهمم که جدی صحبت می کنید.»

ضمن این حرفها به ژیله لی<sup>۱</sup> در منتها الیه شمالی زیلند رسیده بودیم. ساحل، که تابستانها از مردم شادی پر می شود که تعطیلات خود را در آنجا می گذرانند، در این روز سرد کاملاً خلوت بود. چند سنگ تخت برداشتیم و سعی کردیم مهارقان را در جهانندن آنها از سطح آب بیازماییم و به طرف سبدهای کهنه ماهیگیران یا تخته پاره هایی که موج به ساحل افکنده بود نشانه رفتیم. بور به من گفت که کمی پس از پایان جنگ، با کرامر زوزنش به اینجا آمده بودند و يك مین آلمانی را دیده بودند که چاشنی اش از امواج بیرون زده بود. سعی کرده بودند با سنگ چاشنی را نشانه بگیرند اما سنگشان به خود مین می خورده است، تا اینکه بالاخره فهمیده بودند که اگر سنگشان درست به هدف بخورد، دیگر کسی نمی ماند که این ماجرا را حکایت کند.

باقی گردشمان را به پراندن سنگ به اشیاء دور دست گذراندیم. در يك مورد این کار منجر به بحثی درباره قدرت تخیل شد. من تیر تلگرافی را در دور دست دیدم که به نظر نمی آمد در سنگ انداز من باشد، اما وقتی که کار نامحتمل رخ داد و با اولین سنگ تیر را زدم فکری به خاطر بور رسید: «اگر اول درباره هدف یا درباره درست بودن زاویه بازو و مچت فکر می کردی، اصلاً امکان نداشت که بتوانی هدف را بزنی. اما چون به سرت زد که می توانی بدون سعی چندانی این کار را بکنی، خوب، زدی.» بعد درباره نقش تصویرها و مفاهیم در فیزیک اتمی بحث مفصلی کردیم. اما این موضوع بماند برای يك فصل دیگر.

شب را در مهمانخانه دنجی در کنار جنگل در بخش شمال غربی جزیره گذراندیم. صبح روز بعد، بور خانه بیلاقیش را در تیس ویلده<sup>۱</sup> که بعدها در آن گفتگوهای بسیاری درباره فیزیک اتمی داشتیم، نشان من داد. در آن فصل سال، هنوز خانه برای پذیرایی از مهمان آماده نبود. آنگاه به طرف کپنهاگ راه افتادیم و در هیلرود<sup>۲</sup> توقف کوتاهی کردیم تا به قصر فردریکس بوره<sup>۳</sup>، که ساختمان زیبایی است از دوره رنسانس به سبک هلندی، نگاهی بیندازیم. دور قصر را دریاچه و پارکی فرا گرفته بود که ظاهراً روزگاری شکارگاه سلطنتی بوده است. حس می کردم که بور قصر هملت را در کرونبوره از این یادگار معمولی زندگی شاهانه بیشتر دوست دارد. این بود که بحث ما دوباره به فیزیک اتمی کشیده شد، موضوعی که بعدها اندیشه ما را عمدتاً به خود مشغول داشت و شاید مهمترین بخش زندگی ما را تشکیل داد.

1. Tisvilde

2. Hilleröd

3. Frederiksborg

## مکانیک کوانتومی و گفتگویی با اینشتین (۱۹۲۵-۱۹۲۶)

در این سالهای حساس، سیر فیزیک تقریباً به همان صورتی بود که نیلس بور هنگام گردش در کوهستان هاین پیش بینی کرده بود. نه فقط به نظر می آمد که مشکلات و تعارضهای درونی که مانع فهم درست آنها و پایداری آنها می شد از بین رفتنی نیست، بلکه این مشکلات روز بروز پیچیده تر می شد، و چنین می نمود که هر کوششی برای غلبه بر آنها با ابزار مفاهیم فیزیک کهن محکوم به شکست است.

مثلاً فیزیکدان آمریکایی، آرتور هالی کامتون<sup>۱</sup>، کشف کرد که طول موج نور (یا دقیقتر بگوییم، پرتوهای ایکس)، هنگامی که تابش را الکترونهاي آزاد پراکنده کنند، تغییر می کند. این نتیجه را با فرضیه اینشتین می شد توضیح داد که نور عبارت است از ذرات یا بسته‌هایی از انرژی، که با سرعت زیاد در فضا حرکت می کنند و گاه به گاه - مثلاً در فرایند پراکندگی - با الکترونی برخورد می کنند. اما از طرف دیگر، از شواهد آزمایشی بسیاری چنین بر می آمد که تنها فرق نور با امواج رادیویی در کمتر بودن طول موج آن است؛ به عبارت دیگر، پرتوهای نور موج اند نه جویباری از ذرات. علاوه بر این، کوششهایی که فیزیکدان هلندی، ارنشتاین<sup>۲</sup> برای تعیین نسبت شدت خطوط طیفی در مولتیپلت ها کرده بود، نتایج بسیار عجیبی به بار آورده بود. این نسبتها را می توان به کمک نظریه اتمی بور تعیین کرد، اما معلوم شد که هر چند فرمولهایی که از نظریه بور به دست می آید درست نیست، با يك تعديل كوچك در آنها می توان فرمولهای جدیدی به دست آورد که با نتایج آزمایش سازگار

1. Arthur Holly Compton      2. Ornstein

باشند. بدین طریق فیزیکدانان به تدریج یاد گرفتند که خود را با کوهی از مشکلات و مسائل وفق دهند، و کم کم به این واقعیت خو گرفتند که مفاهیم و الگوهای فیزیک کلاسیک را نمی توان در مورد فرایندهایی که در مقیاس اتمی رخ می دهند به دقت به کار برد. از سوی دیگر فهمیدند که با استفاده ماهرانه از این آزادی که به دست آورده اند، می توانند صورتبندی درست ریاضی بعضی از نتایج را به حدس دریا باند. در سمینارهایی که ماکس بورن در تابستان ۱۹۲۴ در گوتینگن می گرداند، حرف يك مکانیک کوانتومی جدید که روزی مکانیک کهن نیوتنی را از میدان به در خواهد کرد، کم کم بر سر زبانها افتاده بود، و حتی در ترم زمستانی بعد، که من در کوپنهاگ بودم و سعی داشتم نظریه کرامرز<sup>۱</sup> را درباره پدیده های پراشی توسعه دهم، کوشش ما بیش از آنکه در راه به دست آوردن روابط درست ریاضی باشد، معطوف آن بود که این روابط را از راه شباهتهایی که با نظریه کلاسیک داشتند حدس بزنیم.

وقتی می خواهم حالت نظریه اتمی را در آن ماهها مجسم کنم، همیشه به یاد يك کوهیمایی می افتم که با برخی از دوستانم در جنبش جوانان، احتمالاً در اواخر پاییز ۱۹۲۴ داشتم. این بار از کرویته<sup>۲</sup> راه افتادیم و به دریاچه آخن رسیدیم. هوای دره تعریفی نداشت و کوهها در پرده ابر پوشیده بود. هنگام صعود، من کم کم ما را در خود گرفت و چیزی نگذشت که خود را در دل انبوهی از صخره ها و بوته ها یافتیم، بی آنکه نشانی از راه دیده شود. تصمیم گرفتیم که صعود را ادامه دهیم، گرچه دلمان می خواست که اگر حادثه ناگواری روی داد، به پایین برگردیم. اما یکباره من چنان غلیظ شد که چشم چشم را نمی دیدم و ما فقط با فریاد زدن می توانستیم با هم ارتباط داشته باشیم، و در همان هنگام بالای سر ما روشنتر شد و نور یکباره رنگ عوض کرد، ظاهر آيك پارچه مه داشت از بالای سر ما رد می شد. بعد یکمرتبه، لیه يك دیواره پر شیب درست روبرویمان ظاهر شد که در نور خورشید غرق بود. لحظه ای بعد دوباره من پایین آمدم، اما آنقدر دیده بودیم که بتوانیم راهمان را از روی نقشه پیدا کنیم. پس از ده دقیقه کوهنوردی دشوار، در نور خورشید قرار گرفتیم. در بلندترین نقطه بر فراز دریای مه. در طرف جنوب قله های جبال زون وند<sup>۳</sup> و آن سوتر ارتفاعات بر فوش آلپ مرکزی دیده می شد، و همه نفس راحتی کشیدیم.

در فیزیک اتمی هم ظاهراً زمستان ۱۹۲۴-۱۹۲۵ ما را به قلمرو مه آلودی کشانیده بود، اما در همانجا نور از پشت من می زد و نوید چشم اندازهای جدید را

1. Kramers      2. Kreuth      3. Sonwend

می داد.

در تابستان ۱۹۲۵ که کار پژوهشیم را در گوتینگن از سر گرفتیم - از ماه ژوئیه ۱۹۲۴ در آن دانشگاه دانشیار شده بودم - برای اولین بار سعی کردم فرمولهایی را که می توان به کمک آنها شدت خطوط هیدروژن را بیان کرد حدس بزنم، و روشم همان روشی بود که هنگام کار با کرامرز در کوپنهاگ بسیار موفقیت آمیز از کار در آمده بود. اما کوشش من به بن بست کشیده شد - خود را در میان انبوهی از معادلات پیچیده ریاضی می دیدم و هیچ راه خروجی هم پدیدار نبود. اما این کار مرا به يك چیز معتقد کرد، و آن این بود که باید از مسأله مدار الکترونها در داخل اتمها چشم پوشید و به جای آنها بسامدها و دامنه های مربوط به شدت خطوط را به کار برد، و این کار لطمه ای هم به چیزی نمی زند، چون در هر حال، این مقادیر را می توان مستقیماً مشاهده کرد و چنانکه دوستم اوتو هنگام دوچرخه سواری در دور دریاچه والشن در بیان نظریه اینشتین گفته بود، فیزیکدان برای حل معمای اتم نباید به چیزی جز مقادیر مشاهده پذیر توجه کند. تلاش من در به کار بردن این طرح در اتم هیدروژن، به دلیل پیچیدگیهای آن مسأله خاص، ناکام مانده بود. این بود که در صدد برآمدنم دستگامی پیدا کنم که از لحاظ ریاضی ساده تر باشد، و دستگامی که پیدا کردم آونگ بود، که نوسانهای آن را می توان مدلی دانست برای ارتعاشات مولکولی که در فیزیک اتمی مورد بررسی قرار می گیرد. يك گرفتاری شخصی نه فقط کار مرا در این زمینه کند نکرد بلکه باعث پیشرفت آن شد.

در اواخر ماه مه ۱۹۲۵ به تب یونجه دچار شدم و چنان بیمار شدم که از برون دو هفته مرخصی گرفتم. فوراً راه افتادم و به هلر گولند<sup>۱</sup> رفتم، امید داشتم که در آنجا در آغوش هوای دریا و دور از شکوفه ها و چمنزارها سرعت شفا یابم. ظاهراً هنگامی که به آنجا رسیدم قیافه ای تماشایی داشتم، چون بانوی میزبانم نگاهی به من انداخت و پیش خودش گفت که حتماً کتک کاری کرده ام و قول داد که در دوران نقاهت از من پرستاری کند. اتاقم در طبقه دوم بود، و چون خانه در ارتفاعات حد جنوبی آن جزیره صخره ای بنا شده بود، چشم انداز باشکوه دهکده و تپه های شنی و دریا زیر پایم بود. وقتی روی بالکن نشستم، فرصتی یافتم تا به این حرف بوربندیشم که وقتی انسان به دریا می نگرد انگار بخشی از بینهایت را در دسترس خود دارد. بجز گردشهای روزانه و شناهای طولانی، چیزی در هلر گولند نبود که توجه مرا

1. Heligoland



از مسأله‌ای که داشتم به خود معطوف کند، و بنابراین سرعت پیشرفتم بسیار بیش از گوتینگن بود. ظرف چند روز همه موانع ریاضی را که معمولاً در شروع این نوع کارها راه پیشرفت را سد می‌کند از سر راه کنار زدم و توانستم مسأله را به صورت ساده‌ای در آورم. و با چند روز دیگر کار، برایم روشن شد که در يك فیزیک اتمی که نخواهد چیزی جز کمیتهای مشاهده‌پذیر را به خود راه بدهد، چه چیزی باید جای شرایط کوانتومی بور-زومرفلد را بگیرد. همچنین برایم روشن شد که با وارد کردن این فرض اضافی قید حساسی را در نظریه‌ام وارد کرده‌ام. بعد دریافتم که هیچ معلوم نیست از این طرح جدید ریاضی بتوان بدون دچار شدن به تناقض استفاده کرد، و بخصوص اصلاً نمی‌دانستم که آیا اصل بقای انرژی همچنان برقرار خواهد بود یا نه؛ و خوب می‌دانستم که مرگ و زندگی طرحی که افکنده بودم در گرو این اصل است.

از اینکه بگذریم، با محاسباتی معلوم شد که طرح من کاملاً سازگار به نظر می‌آید. این بود که کوشش خود را وقف اثبات برقرار بودن اصل بقای انرژی کردم، و يك روز عصر به جایی رسیدم که می‌توانستم تك تك جمله‌های جدول انرژی-یا به بیان امروزی، ماتریس انرژی-را با روشهایی که اکنون بسیار کند و دست‌وپاگیر به نظر می‌آید محاسبه کنم. وقتی معلوم شد که اولین جمله‌ها با اصل بقای انرژی می‌خوانند، هیجان‌زده شدم و پی‌درپی در محاسبه اشتباهات بی‌شمار کردم. بنابراین وقتی نتیجه نهایی محاسبات را پیش رویم دیدم ساعت سه بعد از نصف شب بود: اصل بقای انرژی برای همه جمله‌ها صادق از کار در آمده بود، و من دیگر در انسجام و سازگاری ریاضی مکانیک کوانتومی که محاسباتم نویدش را می‌داد، تردیدی نداشتم. در آغاز، بی‌مزه شدم، حس می‌کردم که از پشت پرده پدیده‌های اتمی، به دنیای درون این پدیده‌ها، با آن زیبایی عجیبش، نگاه می‌کنم؛ و از اینکه باید این ساخت غنی ریاضی را که طبیعت با این دست‌ودل‌بازی پیش رویم گسترده است بکاوم، تقریباً گیج بودم. از فرط هیجان خوابم نبرد، و وقتی که سپیده‌زد به طرف کناره جنوبی جزیره راه افتادم. مدت‌ها بود که دلم می‌خواست از صخره‌ای که بر دریا سایه افکن بود صعود کنم. آن روز این کار را بدون زحمت انجام دادم و در آنجا به انتظار طلوع خورشید نشستم.

بی‌شک چیزی که من در آن شب در هلی‌گولند دیدم بیش از صخره‌روشنی نبود که در پاییز ۱۹۲۴ پیش چشمم ظاهر شده بود، اما وقتی نتیجه کارم را با ولفگانگ پاؤلی، که همیشه سخت از من انتقاد می‌کرد، در میان گذاشتم، او به گرمی تشویق کرد تا راهی را که در پیش گرفته‌ام ادامه دهم. در گوتینگن ماکس بورن و پاسکوال

یوردان<sup>۱</sup>، این امکانات جدید را ارزیابی کردند و در کمبریج ریاضیدان جوان انگلیسی، پل دیراک<sup>۲</sup>، روش خاصی برای حل مشکلات موجود در آن ابداع کرد، و چند ماهی طول نکشید که در نتیجه کار متمرکز این اشخاص یک چارچوب منسجم ریاضی به دست آمد که به نظر می آمد می تواند همه جنبه های گوناگون فیزیک اتمی را در خود جای دهد. من در اینجا راجع به کار بسیار فشرده ای که در آن چند ماه فرصت نفس کشیدن به ما نمی داد چیزی نمی گویم، فقط گفتگویی را که در برلین در پی ایراد یک سخنرانی راجع به مکانیک کوانتومی با آلبرت اینشتین داشتم، نقل می کنم.

در آن زمان دانشگاه برلین پایگاه فیزیک در آلمان شمرده می شد، با چهره های معروفی چون پلانک، اینشتین، فون لاوه<sup>۳</sup>، و نرنست<sup>۴</sup>. در اینجا بود که پلانک نظریه کوانتومی را کشف کرده و روبنزه آن را با اندازه گیریهای خاص تابش گرمایی تأیید کرده بود، در اینجا بود که اینشتین در ۱۹۱۶ نظریه نسبیت عام و نظریه گرانش خود را تنظیم کرده بود. کانون زندگی علمی فیزیکدانان سمینار فیزیک بود که ظاهراً از زمان هلمهولتز<sup>۵</sup> شروع شده بود و معمولاً همه اعضای بخش فیزیک در آن شرکت می کردند. در بهار ۱۹۲۶ از من دعوت شد که در حضور این مجمع محترم درباره نظریه کوانتومی جدید سخنرانی کنم، و چون اولین باری بود که این همه آدم سرشناس را می دیدم، نهایت سعیم را کردم تا مفاهیم و مبانی آن نظریه را، که در آن زمان نظریه ای نامتعارف بود، بروشنی توضیح دهم. ظاهراً موفق شدم توجه اینشتین را جلب کنم، چون او از من دعوت کرد که پیاده به خانه اش برویم و در آنجا درباره این مفاهیم جدید با تفصیل بیشتر صحبت کنیم.

اینشتین در راه درباره مطالعات و پژوهشهای قبلی من پرسشهایی کرد، اما وقتی وارد خانه شدیم، سر صحبت را با پرسشی باز کرد که به مبانی فلسفی کار اخیر من مربوط می شد. «این چیزهایی که به ما گفتید بسیار عجیب به نظر می آید. شما وجود الکترونها را در داخل اتم قبول دارید، و به احتمال زیاد حق هم با شماست. اما از اینکه برای آنها مدارهایی در نظر بگیرید سر باز می زنید، گرچه ما رد الکترونها را در اتاق ابر می توانیم مشاهده کنیم. خیلی دلم می خواهد دلایل شما را در این فرضهای عجیب بیشتر بشناسم.»

ظاهراً جواب من این بود: «ما نمی توانیم الکترونها را در داخل اتم مشاهده کنیم،

1. Pascual Jordan

2. Paul Dirac

3. Von Laue

4. Nernst

5. Rubens

6. Helmholtz

بلکه از روی پرتوی که اتم هنگام تخلیه گسیل می‌دارد، می‌توانیم بسامدهای الکترونیهای آن، و دامنه‌های مربوط به آنها را، استنباط کنیم. به هر حال، حتی در فیزیک قدیم هم می‌توانستیم از اعداد موجی و دامنه‌ها به‌عنوان جانشین مدارها استفاده کنیم. اما چون هر نظریه خوبی باید مبتنی بر مقادیری باشد که مستقیماً مشاهده پذیرند، من شایسته‌تر دیدم که خودم را به این مقادیر محدود کنم، و با آنها طوری عمل کنم که گویی نماینده مدارهای الکترونی‌اند.»

اینشتین به اعتراض گفت: «اما واقعاً شما اعتقاد دارید که در یک نظریه فیزیکی نباید جز کمیت‌هایی که مستقیماً مشاهده پذیرند چیزی وارد شود؟» با تعجب پرسیدم: «مگر این همان کاری نیست که خود شما در نسبیت کرده‌اید؟ به هر حال شما تأکید دارید که ما مجاز نیستیم از زمان مطلق حرف بزنیم؛ به این دلیل ساده که زمان مطلق مشاهده‌پذیر نیست و فقط قرائت ساعتها، در دستگاه مرجع ساکن یا متحرک، در تعیین زمان نقش دارد.»

اینشتین اعتراف کرد: «شاید من چنین استدلالی کرده باشم، اما در هر حال این حرف مهمل است. شاید می‌توانستم حرفم را سیاستمداران‌تر بزنم و بگویم که در نظر داشتن آنچه در واقع مشاهده می‌شود به عنوان راهنمای جستجو مفید است. اما علی‌الاصول، سعی در بنا کردن نظریه فقط بر پایه کمیت‌های مشاهده‌پذیر کاملاً غلط است، و آنچه در واقع روی می‌دهد خلاف این است: نظریه است که حکم می‌کند چه چیزی مشاهده‌پذیر است. باید توجه داشته باشید که مشاهده، فرایندی بسیار پیچیده است. پدیده‌ای که در دست مشاهده داریم رویدادهایی را در دستگاه اندازه‌گیری ما ایجاد می‌کند. در نتیجه، فرایندهای دیگری در دستگاه روی می‌دهند، که سرانجام از راه‌های پیچیده‌ای ایجاد تأثرات حسی می‌کنند و به ما کمک می‌کنند که پدیده‌ها را در آگاهی خود تثبیت کنیم. در سراسر طول این مسیر - از پدیده تا تثبیت آن در حافظه ما - باید بتوانیم بگوییم که طبیعت چگونه رفتار می‌کند، دست کم باید به‌طور عملی قوانین طبیعی را بشناسیم، تا اصلاً بتوانیم ادعا کنیم که چیزی را مشاهده کرده‌ایم. فقط با نظریه، یعنی شناخت قوانین طبیعت، می‌توان پدیده‌های پنهان را از تأثرات حسی استنباط کرد. وقتی ادعا می‌کنیم که چیز تازه‌ای را می‌توانیم مشاهده کنیم، در واقع باید منظور خود را بدین صورت بیان کنیم که گرچه داریم قوانین طبیعی جدیدی را تنظیم می‌کنیم که با قوانین پیشین موافقت ندارند، با این حال فرض می‌کنیم که قوانین موجود - که سراسر مسیر از پدیده‌ها تا آگاهی ما را می‌پوشانند - طوری عمل می‌کنند که می‌توانیم بر آنها تکیه کنیم و از این روست

که می‌توانیم از 'مشاهده' سخن بگوییم.

«مثلاً در نظریه نسبیت، فرض پیشین ما این است که حتی در چارچوب مرجع متحرک، پرتوهای نور که از ساعت به چشم ناظر می‌رسند کم‌ویش همان طوری رفتار می‌کنند که انتظار داریم. در نظریه شما هم، روشن است که فرض می‌کنید ساز و کار انتقال نور از اتم مرتعش به طیف‌نما یا به چشم، همه جا همان صورتی را دارد که همواره فرض کرده‌ایم. یعنی اصولاً تابع قوانین ماکسول است. و اگر چنین نباشد، شما نمی‌توانید هیچ‌یک از کمیت‌هایی را که مشاهده‌پذیر می‌نامید مشاهده کنید. بنابراین ادعایی که می‌کنید و می‌گویید که جز کمیت‌های مشاهده‌پذیر را به نظریه خود راه نمی‌دهید، فرضی است درباره یکی از خصوصیات نظریه‌ای که می‌خواهید بسازید، یعنی در واقع فرض می‌کنید که این نظریه از جهات اصلی با توصیف قبلی پدیده‌های تابشی تعارضی ندارد. البته ممکن است حق با شما باشد، ولی نمی‌توانید در این مورد یقین داشته باشید.»

گرچه استدلال‌ات اینشتین برایم قانع‌کننده بود، دید او باعث شگفتیم شده بود. این بود که گفتم: «این فکر که نظریات خوب چیزی جز فشرده‌شده‌ی مشاهدات بر طبق اصل 'اقتصاد در فکر' نیستند اصلش از ماخ است، و گفته‌اند که مفهومی‌های ماخ‌ها از ماخ در نظریه نسبیت شما نقش قاطعی داشته‌اند. اما از حرف‌های الان شما عکس این استنباط می‌شود. من بالاخره چه نتیجه‌گیری باید بکنم؟ یا بهتر بگوییم، نظر خود شما در این باره چیست؟»

«گرچه داستان طولانی است، ولی اگر شما می‌خواهید واردش می‌شویم. نظریه ماخ درباره اقتصاد در فکر شاید زیاد خالی از حقیقت نباشد، ولی به نظر من کمی ساده‌اندیشانه می‌آید. اجازه بدهید اول استدلال‌هایی در تأیید آن بکنم. واضح است که ما دنیا را از راه حواسمان درک می‌کنیم، حتی بچه‌های کوچک هم حرف زدن و فکر کردن را از این راه یاد می‌گیرند که در می‌یابند تأثرات حسی بسیار پیچیده‌ای را که در عین حال نوعی ارتباط با یکدیگر دارند، می‌توان با يك کلمه تنها، مثلاً کلمه «توب»، توصیف کرد. این کار را بچه‌ها از بزرگترها یاد می‌گیرند، و از اینکه می‌بینند دیگران هم منظورشان را می‌فهمند احساس رضایت می‌کنند. به عبارت دیگر، می‌توان گفت که ساخته شدن واژه «توب» و در نتیجه مفهوم آن، يك نوع اقتصاد در فکر است که کودک به کمک آن می‌تواند تأثرات حسی بسیار پیچیده‌ای را به صورت ساده‌ای با هم ترکیب کند. در اینجا ماخ اصلاً وارد این مسأله نمی‌شود که انسان یا کودک پیش از آنکه فرایند ارتباط آغاز شود باید دارای چه استعداد‌های روانی یا

جسمانی باشد، زیرا چنانکه همه می دانیم در مورد حیوانات عمل این فرایند بسیار کم بهره تر است، اما در این باره فعلاً حرفی نمی زنیم. ولی ماخ اعتقاد دارد که ساخته شدن مفاهیم علمی نیز، هر چه هم پیچیده باشند، به چنین طریقی صورت می گیرد. یعنی ما سعی می کنیم که پدیده ها را مرتب کنیم، آنها را به صورت ساده ای تحویل کنیم، تا به جایی برسیم که بتوانیم عده زیادی از آنها را به کمک معدودی مفهوم ساده توصیف کنیم.

«این نظر کاملاً معقول می نماید، با این حال باید از خود پرسیم که اصل اقتصاد در فکر به چه مفهومی در اینجا به کار می رود: آیا منظورمان اقتصاد روانی است یا اقتصاد منطقی؟ و نیز آیا با جنبه عینی پدیده ها سر و کار داریم یا با جنبه ذهنی آنها؟ آیا وقتی که کودک مفهوم 'توپ' را می سازد، فقط یک نوع ساده سازی روانی صرف را وارد کار می کند، و در این کار تأثرات پیچیده حسی را با ابداع این مفهوم با هم متحد می کند؟ یا نه، واقعاً توپی وجود دارد؟ شاید ماخ جواب بدهد که اصولاً فرقی بین این دو حرف نیست، اما اگر چنین جوابی بدهد اشتباه کرده است. زیرا، وقتی می گوئیم که 'توپ واقعاً وجود دارد' این حرف ما شامل گزاره هایی است درباره تأثرات حسی ممکن که شاید در آینده رخ دهند. اما امکانات و انتظاراتی که ممکن است در آینده متحقق شوند بخش بزرگی از واقعیت را تشکیل می دهند و نباید بسادگی فراموششان کرد. گذشته از این، باید به یاد داشت که استنتاج مفاهیم و اعیان خارجی از تأثرات حسی، یکی از پیش فرضهای اصلی هر گونه تفکر است و بنابراین اگر بخواهیم از چیزی جز تأثرات حسی حرف نزنیم، باید گریبان خود را از دست زبان و اندیشه هم رها کنیم. به عبارت دیگر، ماخ این واقعیت را نمی بیند که جهان وجود واقعی دارد، و تأثرات حسی ما بر یک امر عینی مبتنی اند.

«هیچ دلم نمی خواهد که هوادار واقعگرایی ساده دلانه جلوه کنم، زیرا می دانم که این مسایل بسیار دشوار اند، اما تصور ماخ از مشاهده هم خیلی ساده دلانه است. او وانمود می کند که معنی لفظ 'مشاهده' را خوب می داند و گمان می کند که این امر او را از آنکه میان پدیده های 'عینی' و 'ذهنی' تفکیکی قائل شود معاف می کند. عجیب نیست که اصل او عنوانی چنان کاسبکارانه دارد - 'اقتصاد در فکر' - که سوءظن انسان را برمی انگیزد. تصور او از سادگی هم به نظر من خیلی ذهنی است. در واقع، سادگی قوانین طبیعی یک جنبه عینی هم دارد. و در هر انگاره درست مفهومی باید میان جنبه ذهنی سادگی و جنبه عینی آن توازن برقرار شود. اما این کار بسیار دشوار است. پس به سخنرانی شما برگردیم.

«گمان من این است که، درست به دلیل همین مشکلاتی که الان درباره اش بحث کردیم، این نظریه شما يك روز به دودسرتان خواهد انداخت. بدم نمی آید که این مسأله را با تفصیل بیشتر توضیح بدهم. وقتی پای مشاهده در میان می آید، رفتار شما طوری است که گویی نیاز به تغییر هیچ چیزی نیست، یعنی طوری رفتار می کنید که گویی همان زبان توصیفی کهن را می توان به کار برد. در این صورت مجاز هم هستیم که بگوییم: در اتاقک ابر می توانیم مسیر الکترون را مشاهده کنیم. در عین حال، شما مدعی هستید که چیزی به اسم مسیر الکترون در داخل اتم وجود ندارد. واضح است که این حرف بی معنی است، چون فقط با محدود کردن فضایی که الکترون در آن حرکت می کند نمی توانید گریبان خود را از چنگ [مفهوم] مسیر رها کنید.»

سعی کردم که از مکانیک کوانتومی جدید دفاع کنم: «در حال حاضر، ما به هیچ وجه نمی دانیم که به چه زبانی باید درباره فرایندهایی که در داخل اتم رخ می دهند صحبت کرد. البته ما يك زبان ریاضی داریم، یعنی يك گرده ریاضی داریم که به کمک آن حالات مانای اتم و یا احتمال گذر از حالتی به حالت دیگر را محاسبه می کنیم، اما نمی دانیم که دست کم در حالت کلی - این زبان با زبان فیزیک کلاسیک چه رابطه ای دارد. و البته اگر بخواهیم این نظریه را در مورد آزمایشها به کار ببریم اولین چیزی که لازم داریم این ارتباط است. زیرا وقتی پای آزمایش در میان می آید ما همیشه به زبان متعارف حرف می زنیم. از این روست که من نمی توانم ادعا کنم که مکانیک کوانتومی را واقعاً فهمیده باشم. فرض من این است که آن گرده ریاضی چیز مفید و کارآمدی است. اما هنوز پیوندی با زبان متعارف برقرار نشده است، و تا وقتی این کار نشده باشد نمی توان امید داشت که بدون دچار شدن به تناقض بتوان از مسیر الکترون در اتاقک ابر سخن گفت. بنابراین شاید هنوز برای حل مشکلاتی که شما متذکر شدید خیلی زود باشد.»

اینستین گفت: «بسیار خوب، این را قبول می کنم. در این باره ظرف همین چندسال آینده دوباره بحث خواهیم کرد. اما سؤال دیگری از شما دارم. نظریه کوانتومی، به صورتی که در سخنرانی تان بیان کردید، دو وجه دارد: از يك طرف، چنانکه بور به حق تأکید کرده است، می تواند پایداری اتم را تبیین کند، و می تواند تبیین کند که چرا صورتهای معینی گاه به گاه ظاهر می شوند. از طرف دیگر، می تواند ناپیوستگی و ناپایداری غریب طبیعت را که مثلاً در درخششهای نور ناشی از يك ماده پرتوزا، بر پرده سوسوزن، می بینیم، تبیین کند. روشن است که این دو جنبه به هم مربوط اند و در مکانیک کوانتومی شما، باید هر دورا در نظر گرفت. مثلاً وقتی که از

گسیل نور توسط اتمها حرف می‌زنید، می‌توان مقادیر گسسته انرژی را، که مربوط به حالات مانا می‌شوند، محاسبه کرد، و بدین طریق نظریه شما می‌تواند پایداری برخی صورتها را که نمی‌توانند به طور پیوسته به هم تبدیل شوند، توضیح دهد. این صورتها باید به مقادیر متناهی با هم اختلاف داشته باشند، و به نظر می‌آید که تشکیل شدن دوباره آنها هم ممکن است. اما هنگام گسیل نور چه رخ می‌دهد؟ چنانکه می‌دانید پیشنهاد من این بود که وقتی اتمی یکبار از یک مقدار انرژی مانا به مقدار دیگر فرود می‌آید، تفاوت انرژی (دو حالت) را به صورت یک بسته انرژی، که اصطلاحاً آن را کوانتوم نور می‌گوییم گسیل می‌کند. در این حالت، مثال بسیار روشنی از ناپیوستگی داریم. آیا نظر مرا درست می‌دانید، یا گذر از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر را به صورت دقیقتری می‌توانید توصیف کنید؟»

ظاهر در جواب او چنین چیزی گفتم: «بور به من آموخته است که این فرایند را نمی‌توان با مفاهیم متعارف - یعنی به عنوان فرایندی که در زمان و مکان رخ می‌دهد - توصیف کرد. البته، این حرف جز جهل ما چیز دیگری را بیان نمی‌کند. در مرحله فعلی، نمی‌توانم بگویم که به کوانتومهای نور اعتقاد دارم یا نه. ظاهر در پدیده تابش، عناصر ناپیوسته‌ای وجود دارد که شما آن را کوانتومهای نور می‌نامید، از سوی دیگر، عنصر پیوسته‌ای هم وجود دارد که مثلاً در پدیده‌های تداخل ظاهر می‌شود و آن را با نظریه موجی نور با سهولت بیشتری می‌توان توصیف کرد. اما شما حق دارید بپرسید که آیا مکانیک کوانتومی درباره این مسائل فوق‌العاده دشوار حرف تازه‌ای دارد یا نه. به اعتقاد من، امید می‌توان داشت که روزی این کار را انجام دهد. «مثلاً می‌توان چنین اندیشید که اگر افت و خیزهای انرژی یک اتم را هنگام برهم‌کنش با اتمهای دیگر یا با میدان تابشی در نظر بگیریم، شاید به جواب جالبی دست بیابیم. اگر تغییر انرژی، چنانکه از نظریه شما درباره کوانتومهای نور انتظار می‌رود، به صورت ناپیوسته باشد، آنگاه افت و خیز - یا به عبارت دقیقتر ریاضی، افت و خیز میانگین مرعی - بیش از حالتی خواهد بود که تغییر انرژی پیوسته باشد. نظر شخص من این است که از مکانیک کوانتومی مقدار بیشتر به دست می‌آید، و بدین طریق ناپیوستگی ثابت می‌شود. از سوی دیگر عنصر پیوسته را هم، که در آزمایشهای تداخل ظاهر می‌شود، باید در نظر گرفت. شاید لازم باشد که گذر از یک حالت مانا به حالت بعدی را به صورت محوشدن تصاویر در فیلمها در نظر بگیریم: تغییر ناگهانی نیست - تصویری بتدریج محو می‌شود و ضمن آن تصویر دیگری روشن و واضح می‌گردد، به طوری که برای مدتی، دو تصویر درهم آمیخته می‌شوند و

انسان نمی تواند آنها را از هم تشخیص بدهد. به همین صورت، شاید در آنها هم يك حالت میانجی وجود داشته باشد، که در آن حالت نتوان گفت که اتم در حالت بالایی است یا در حالت پایینی.»

اینشتین هشدار داد: «زیر پای شما خیلی سست است، زیرا یکمرتبه به جای آنکه از طرز کار واقعی طبیعت حرف بزنید، از دانش ما از طبیعت سخن می گوید. در علم تنها چیزی که باید مورد توجه ما باشد طرز کار واقعی طبیعت است. احتمال زیاد دارد که میان آنچه من و شما از طبیعت می دانیم فرق زیادی باشد، اما این موضوع برای چه کسی جالب توجه است؟ شاید برای من و شما. هیچ کس دیگری کمترین توجهی به آن ندارد. به عبارت دیگر، اگر نظریه شما درست باشد، باید دیر یا زود به من بگویند که وقتی اتم از يك حالت مانا به حالت دیگر می رود، چه کار می کند؟»

احتمالاً چنین جواب دادم: «شاید. اما به نظر من شما در استفاده از زبان بیش از حد سختگیری می کنید. البته قبول دارم که هر چه من الان بگویم عنبر بدتر از گناه به نظر می آید. پس صبر کنیم و ببینیم که سیر نظریه اتمی چگونه خواهد بود.» اینشتین با تردید نگاهی به من انداخت: «چطور می توانید این قدر به نظریه تان ایمان داشته باشید، در حالی که از این همه مسایل مهم، هیچ يك حل نشده است؟» بی شك پیش از آنکه به پرسش او جواب بدهم، مدتی فکر کردم: «من هم درست مثل شما عقیده دارم که سادگی قوانین طبیعت يك امر عینی است، و فقط نتیجه اقتصاد در فکر نیست. اگر طبیعت ما را به صورتهای ریاضی یا سادگی زیبایی بسیار، که قبلاً کسی با آنها برخورد نکرده، رهنمون شود... منظورم از صورتهای دستگاہهای منسجم فرضیه‌ها و اصول موضوع و غیره است... ناگزیر می اندیشیم که این صورتهای «حقیقی» اند، یعنی یکی از خصوصیات واقعی طبیعت را آشکار می سازند. البته احتمال دارد که این صورتهای رابطه ذهنی ما با طبیعت را هم دربر بگیرند، یعنی عناصری از اقتصاد در فکر را هم در خود منعکس کنند. اما نفس این واقعیت که دست تنها ممکن نیست بتوان به این صورتهای رسید بلکه طبیعت آنها را بر ما آشکار می کند، قرینه نیرومندی است بر اینکه این صورتهای باید بخشی از خود واقعیت باشند، و نه تنها بخشی از اندیشه ما درباره واقعیت.

«شاید اعتراض کنید که با صحبت کردن از سادگی زیبایی، من معیارهای ذوقی را در تشخیص حقیقت وارد می کنم، و من هم بصراحت اعتراف می کنم که زیبایی و سادگی انگاره‌های ریاضی که طبیعت خود را در قالب آن به ما عرضه می کند برایم بسیار جاذبه دارد. خود شما هم باید این را حس کرده باشید: سادگی و کمال



هراس آور روابطی که طبیعت یکباره پیش چشم ما می گسترده در حالی که هیچ یک از ما کمترین آمادگی برای آن نداشته است. این احساس با احساس رضایتی که از توفیق کامل در انجام دادن یک تکلیف معین به ما دست می دهد، بکلی متفاوت است. به همین دلیل است که من امیدوارم این مسائل مورد بحث ما به نحوی حل شوند. در این مورد یکی دیگر از نتایج سادگی انگاره ریاضی این است که باید بتوان آزمایشهای بسیاری طرح کرد که نتایج آنها از روی نظریه پیش بینی پذیر باشند. و اگر این آزمایشها با پیش بینیها موافق در آیند، دیگر شکی نخواهد بود که نظریه ما طبیعت را در این قلمرو خاص به طور دقیق منعکس می کند.»

اینشتین موافقت کرد: «البته مهار کردن از راه آزمایش یکی از شرایط اصلی هر نظریه معتبری است. اما امکان ندارد که همه چیز را بیازماییم. به همین دلیل است که آنچه شما درباره سادگی گفتید برای من این همه جاذبه دارد. با این حال، هیچ گاه نمی توانم مدعی شوم که منظور از سادگی قوانین طبیعت را می فهمم.»

پس از آنکه مدتی دیگر درباره معیارهای صدق در فیزیک صحبت کردیم اجازه مرخصی خواستم. دفعه بعد که اینشتین را دیدم در کنفرانس سولوی<sup>۱</sup> در بروکسل بود؛ که در آنجا مبانی معرفتی و فلسفی مکانیک کوانتومی، یک بار دیگر، موضوع هیجان انگیزترین بحثها شد.

## قلمروهای نو

(۱۹۲۶-۱۹۲۷)

اگر از من بپرسند که بزرگترین توفیق کریستف کلمب در کشف امریکا چه بود، جواب نمی‌دهم این بود که از کروی بودن شکل زمین استفاده کرد تا از راهی دیگر به هند برسد - زیرا کسان دیگری هم پیش از او به این فکر افتاده بودند - یا اینکه اسباب سفر را به دقیقترین صورت آماده کرد و در طرح بادبانهای کشتیهایش کمال مهارت را به خرج داد - زیرا این کار از دیگران هم ممکن بود به همین خوبی ساخته باشد - بلکه به نظر من، نمایانترین کار کلمب این بود که تصمیم گرفت بخش شناخته زمین را ترك کند و رو به غرب راه بیفتد و آنقدر دور شود که دیگر با وسایل و اسبابی که داشت نتواند به وطن بازگردد.

در علم نیز گشودن سرزمینهای جدید ناممکن است، مگر آنکه انسان آماده باشد لنگرگاه امن نظریه‌های مقبول را ترك کند و خطر جهشی را به جلو که آینده‌اش نامعلوم است پذیرا شود. اینشتین با نظریه نسبیت خود مفهوم همزمانی را که جزء مبانی محکم فیزیک سنتی بودرها کرده و با این کار فیلسوفان و فیزیکدانان بسیاری را به خشم آورده و با خود دشمن خونی کرده بود. عموماً پیشرفت علمی به چیزی جز جذب و تکمیل اندیشه‌های جدید دعوت نمی‌کند، و بیشتر دانشمندان با خوشحالی به این دعوت پاسخ مثبت می‌دهند، اما وقتی نوبت به پا گذاشتن به قلمروهای جدید می‌رسد، لازم می‌آید که ساخت فکر علمی از بن دگرگون شود و بسیاری از مردم رغبتی به این کار نشان نمی‌دهند. من در کنگره لایپزیگ پی بردم که این مقاومت گاهی چقدر عظیم است، و انتظار داشتم که چنین موانعی بر سر راه فیزیک اتمی هم قرار گیرد.

در نخستین ماههای سال ۱۹۲۶، تقریباً همان وقت که من سخنرانیم را در برلین ایراد کردم، گوتینگن با کار فیزیکدان وینی، اروین شرودینگر، که از زاویه کاملاً جدیدی به نظریه اتمی پرداخته بود، آشنا شد. يك سال پیش از آن لویی دو بروی در فرانسه این نکته را تذکر داده بود که دوگانگی عجیب ذره‌ای - موجی، که به نظر می‌آمد مانع تبیین عقلانی پدیده‌های نوری است، ممکن است در رفتار ماده، و مثلاً در رفتار الکترون، هم وجود داشته باشد. شرودینگر این اندیشه را توسعه داد و به کمک يك معادله موج جدید، قانونی را که بر پخش امواج مادی تحت تأثیر میدان الکترومغناطیسی حاکم است، تنظیم کرد. در الگوی شرودینگر، حالات مانای پوسته اتمی شبیه ارتعاشات مانای دستگاهی چون فنر مرتعش شمرده می‌شود، با این تفاوت که همه مقادیری که معمولاً انرژیهای حالات مانا محسوب می‌شوند، در الگوی شرودینگر بسامدهای ارتعاشات مانا فرض می‌گردند. نتایجی که شرودینگر از این راه به دست آورد کاملاً با مکانیک کوانتومی جدید می‌خواند، و شرودینگر توانست سرعت ثابت کند که مکانیک موجی او و مکانیک کوانتومی از لحاظ ریاضی هم ارزند؛ به عبارت دیگر، دو بیان ریاضی مختلف از ساخت واحدی هستند. ناگفته پیداست که ما از این پیشرفت بسیار خوشحال شدیم، زیرا اطمینان ما را به درستی فرمولبندی جدید ریاضیمان بسیار تقویت کرد. گذشته از این، محاسبات ریاضی که تا آن زمان بار سنگینی بر دوش مکانیک کوانتومی بود، با روش شرودینگر بسیار ساده می‌شد.

اما متأسفانه، در تعبیر فیزیکی گرده ریاضی با مشکلات عظیمی مواجه بودیم. شرودینگر اعتقاد داشت که با نسبت دادن امواج مادی به ذرات روشی برای کنار زدن موانعی که راه مکانیک کوانتومی را سد کرده بود، یافته است. به نظر او، این امواج مادی کاملاً به فرایندهایی چون امواج الکترومغناطیسی یا امواج صوتی که در فضا و زمان رخ می‌دهند، شباهت دارد، و بدین طریق مفاهیم مبهمی مثل جهش کوانتومی پکلی از میان می‌رود. من به این نظریه که با تعبیر کینهای خودمان تعارض داشت اصلاً اعتقاد نداشتم، و از اینکه می‌دیدم بسیاری از فیزیکدانان از همین قسمت نظریه شرودینگر استقبال می‌کنند و گویی راه نجات خود را در آن می‌بینند، احساس ناراحتی می‌کردم. گفتگوهای فراوانی که در طول سالیان با نیلس بور و ولفگانگ پاؤلی و خیلیهای دیگر داشتم، مرا متقاعد کرده بود که نمی‌توان برای توصیف فرایندهای درون اتم، الگوی فضایی - زمانی ساخت؛ و دلیلش عنصر ناپیوسته‌ای بود که اینشتین در برلین به من تذکر داده و آن را وجه مشخص پدیده‌های

اتمی دانسته بود. البته این خصوصیت صرفاً جنبهٔ سلبی داشت و هنوز خیلی مانده بود که به تعبیر فیزیکی کاملی از مکانیک کوانتومی نایل شویم، با این حال یقین داشتیم که باید از اندیشهٔ فرایندهای عینی فضایی - زمانی دست بشویم.

اما نظر به شرودینگر بکلی منکر این ناپیوستگیها بود. و تازگی عظیمش در همین بود. مثلاً وقتی اتم از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر می رفت، دیگر گفته نمی شد که انرژی ناگهان تغییر می کند و تفاوت انرژی دو حالت را به صورت کوانتومهای اینشتینی نور، تابش می کند، بلکه تابش نتیجهٔ فرایندی شمرده می شد که بکلی با آن فرق داشت؛ یعنی نتیجهٔ تحریک همزمان دو ارتعاش مادی مانا شمرده می شد که تداخل آنها به گسیل امواج الکترومغناطیسی، از جمله نور، منجر می شد. این فرضیه از بس خوب بود به نظر من نادرست می آمد، و هر استدلالی را که در توانم بود کردم تا نشان دهم که وجود ناپیوستگیها واقعیتی است که باید بدان تن در داد، هر چند به مذاق ما خوش نیاید. البته ساده ترین استدلال، فرمول تابش پلانک بود که کسی در درستی تجربی آن نمی توانست شک کند و به هر حال پلانک را به فرضیهٔ کوانتومهای گسستهٔ نور راهبر شده بود.

در اواخر ترم تابستانی سال ۱۹۲۶ زومرفلد از شرودینگر دعوت کرد که در سمینار مونیخ سخنرانی کند. در این بین، من دوباره مدتی در کپنهاگ کار کرده و با استفاده از روش شرودینگر در مطالعهٔ اتم هلیوم، خودم را با آن آشنا کرده بودم. کارم را در مرخصی کوتاهی در کنار دریاچهٔ میوسا<sup>۱</sup> در نروژ تمام کردم، دستنویس را توی کوله پشتیم گذاشتم، کوره راهها را در پیش گرفتم و پس از پیمودن چند رشته کوه خودم را از گود برانزدال<sup>۲</sup> به خلیج زوگنه<sup>۳</sup> رساندم. چند روز در کپنهاگ توقف کردم و بالاخره به مونیخ رفتم. تا بقیهٔ ایام تعطیل را پیش پدر و مادرم بگذرانم و بتوانم در مجلس سخنرانی شرودینگر هم حاضر شوم و با شخص او دربارهٔ نظریه اش صحبت کنم. یکی از مستمعین ویلهلم وین<sup>۴</sup>، رئیس پژوهشکدهٔ فیزیک تجربی در دانشگاه مونیخ بود که به «رازوری اتمی» زومرفلد خیلی با نظر تردید می نگریست.

شرودینگر اول، با استفاده از اتم هیدروژن به عنوان مثال، میانی ریاضی مکانیک موجی را توضیح داد. همهٔ ما از اینکه می دیدیم او مسأله ای را که ولفگانگ پاولی با زحمت بسیار با استفاده از مکانیک کوانتومی حل کرده بود، با استفاده از روشهای متعارف به صورتی زیبنده و ساده حل می کند، به شغف آمده بودیم. اما متأسفانه

1. Mjösa

2. Gudbrandsdal

3. Sogne Fjord

4. Wilhelm Wien

شروودینگر در دنباله صحبتش به بحث درباره تعبیری که از مکانیک موجی داشت پرداخت و استدلالات او اصلاً مرا قانع نکرد. بنابراین در جریان بحثی که پس از آن در گرفت، اشکالاتی به نظر او گرفتم و از جمله اشاره کردم که تصور او حتی از عهده تبیین قانون تابش پلانک بر نمی آید. در اینجا ویلهلم وین به من پرید و با لحن تندی گفت که گرچه تأسف مرا از یکسره شدن کار مکانیک کوانتومی، و در کنار آن از بین رفتن مهملات راجع به جهش کوانتومی و از این قبیل، درک می کند، اما مشکلاتی که من اشاره کردم طولی نخواهد کشید که به دست شروودینگر حل خواهد شد. خود شروودینگر در پاسخی که به من داد به این اندازه مطمئن نبود، اما او هم یقین داشت که دیر یا زود جواب اشکالات من داده خواهد شد. معلوم بود که استدلالات من در کسی مؤثر نیفتاده است، حتی زومرفلد که با من بسیار مهربان بود، در برابر نیروی قانع کننده گرده ریاضی شروودینگر تسلیم شده بود.

با حال گرفته ای به خانه رفتم. ظاهراً همان روز عصر نامه ای به نیلس بور نوشتم و در آن حاصل ناخوشایند این گفتگو را شرح دادم. شاید همین نامه باعث شد که بور از شروودینگر دعوت کند چند روزی را در ماه سپتامبر در کپنهاگ بگذراند. شروودینگر موافقت کرد و من هم با شتاب به کپنهاگ رفتم.

مباحثات بور و شروودینگر در ایستگاه راه آهن شروع شد و هر روز از صبح زود تا آخر شب ادامه داشت. شروودینگر در خانه بور اقامت کرد تا چیزی مزاحم گفتگویشان نباشد، و گرچه رفتار بور با مردم معمولاً بسیار ملاحظه کارانه و دوستانه بود، حالا او به چشم من آدم متعصب و بی گذشتی جلوه می کرد که اصلاً نمی خواست در برابر حریفش کوتاه بیاید یا در جایی اقرار به اشتباه کند. انتقال دادن حالت تب آلود و هیجان زده آن گفتگوها، و اعتقادات ریشه دار هر دو طرف، که در هر عبارتی که به زبان می آوردند آشکار بود، ناممکن است. من فقط امیدوارم در اینجا نسخه بدل بیرنگی از گفتگوی دونفر عرضه کنم که هر يك با همه نیرو برای دفاع از تعبیری که از گرده جدید ریاضی داشت می جنگید.

شروودینگر: «یقیناً می فهمید که این فکر جهشهای کوانتومی سر از مهمل گویی در می آورد. اولاً مدعی هستید که وقتی اتم در حالت مانا باشد، الکترون به طور متناوب دوران می کند و از خود نوری گسیل نمی کند. و حال آنکه طبق نظریه ماکسول باید گسیل کند. بعد می گوید که الکترون از مداری به مدار بعدی می جهد و تابشی گسیل می کند. به نظر شما این جهش، تدریجی است یا دفعی؟ اگر تدریجی باشد، بسامد مداری و انرژی الکترون هم باید تدریجاً تغییر کند. اما در این صورت، چگونه

می توانید وجود خطوط ظریف [و گسسته] طیفی را تبیین کنید؟ از طرف دیگر، اگر جهش دفعی باشد، بی شک با استفاده از مفهوم اینشتینی کوانتومهای نور، می توان عدد موجی واقعی را به دست آورد. اما در این صورت هم باید از خود بپرسیم که رفتار واقعی الکترون در حین جهش چگونه است، و چرا برخلاف اقتضای نظریه الکترومغناطیسی طیف پیوسته‌ای از خود گسیل نمی کند؟ چه قوانینی بر رفتار آن در ضمن جهش حاکم اند؟ به عبارت دیگر، فکر جهش کوانتومی چیزی جز خیال‌بافی نیست.»

بور: «حرفهای شما کاملاً درست است، اما ثابت نمی کند که جهش کوانتومی وجود ندارد، فقط ثابت می کند که تصور آن در محیله ما نمی گنجد، یعنی مفاهیمی که ما برای نمایش و توصیف رویدادهای زندگی روزانه و فیزیک کلاسیک به کار می بریم وقتی پای توصیف جهشهای کوانتومی در میان می آید، بی کفایت می شوند. و البته نباید از این موضوع تعجب کرد، زیرا می دانیم که فرایندهای دخیل در این پدیده قابل تجربه مستقیم نیستند.»

شرویدینگر: «دلم نمی خواهد با شما سر یک بحث طولانی را درباره مفهوم سازی باز کنم، ترجیح می دهم این کار را به فیلسوفان واگذار کنم. من فقط می خواهم بدانم در داخل اتم چه می گذرد، و اصلاً برایم مهم نیست که چه زبانی برای توصیف آن به کار برود. اگر در داخل اتم الکترونهايي وجود داشته باشند، و اگر این الکترونها ذره باشند - که همه قبول داریم هستند - در این صورت باید حرکشان شکلی داشته باشد. در حال حاضر، کاری با توصیف دقیق این حرکت ندارم، اما علی الاصول باید بتوان حرکات الکترونها را در حالت مانا و هنگام گذار از حالتی به حالت دیگر توصیف کرد. اما روشن است که نمی توان انتظار داشت که فقط از روی صورت ریاضی مکانیک کوانتومی یا موجی پاسخ معقولی به این پرسشها داده شود. با این حال، وقتی تصویر را عوض کنیم و بگوییم که چیزی به نام الکترونهايي گسسته وجود ندارد، و فقط امواج الکترونی یا امواج مادی وجود دارند، آن وقت وضع بکلی دگرگون می شود، و دیگر وجود خطوط ظریف طیفی اسباب تعجب ما نمی شود. گسیل نور را می توان به سادگی انتقال امواج رادیویی از آنتن فرستنده توضیح داد، و چیزی که تا آن زمان تناقض لاینحل به نظر می آمد، یکباره از بین می رود.»

بور: «متأسفم که با شما موافق نیستم. تناقضات از بین نمی روند، فقط کنار نهاده می شوند. شما می گوید که اتم نور گسیل می کند یا به طور کلی، اتم با میدان تابشی پیرامون خود برهم کنش دارد، و تصور می کنید که اگر بگوییم جهش کوانتومی

وجود ندارد بلکه امواج مادی وجود دارند، تمام مشکلات حل می شود. اما همین مسأله تعادل ترمودینامیکی میان اتم و میدان تابشی را در نظر بگیرید، و مثلاً به یاد بیاورید که اینشتین قانون تابش پلانک را چگونه به دست آورده است. برای به دست آوردن این قانون از راه اینشتین لازم است فرض کنیم انرژی اتم مقادیر گسسته‌ای به خود می گیرد و در طول زمان به صورت ناپیوسته تغییر می کند؛ در اینجا اگر مقادیر بسامد را گسسته بگیریم، فایده‌ای ندارد. جداً شما می خواهید حتی در اساس نظریه کوانتومی هم شك کنید؟»

شرو دینگر: «در حال حاضر، اصلاً غرضم این نیست که بگویم همه این روابط کاملاً تبیین شده‌اند، اما شما هم بالاخره نتوانسته‌اید تعبیر فیزیکی رضایتبخشی برای مکانیک کوانتومی پیدا کنید. از کجا معلوم است که با کاربرد ترمودینامیک در نظریه امواج مادی نتوان تبیین رضایتبخشی هم برای فرمول پلانک پیدا کرد؟ که البته این تبیین با همه تبیینهای قبلی فرق خواهد داشت.»

بور: «نه، اصلاً آمیدی به چنین چیزی نمی توان داشت. ما در این بیست و پنج سال معنی فرمول پلانک را فهمیده‌ایم. از این هم که بگذریم، ما می توانیم ناپیوستگیها و جهشهای دفعی را در پدیده‌های اتمی به طور کاملاً مستقیم مشاهده کنیم - مثلاً وقتی که درخشهای نور را بر پرده سوسوزن نگاه می کنیم یا حرکت ناگهانی الکترون را در اتاقک ابر می بینیم. شما نمی توانید از بیخ منکر این مشاهدات شوید، انگار نه انگار که وجود دارند!»

شرو دینگر: «اگر این جهشهای کوانتومی کذایی ماندنی باشند، من از اینکه پام به مکانیک کوانتومی کشیده شده متأسفم.»

بور: «اما همه ما به عکس، خوشحالیم. مکانیک موجی شما سادگی و روشنی ریاضی کار را خیلی افزایش داده و بمراتب از همه صورتهای قبلی مکانیک کوانتومی پیشرفته‌تر است.»

و به این ترتیب مباحثات روز و شب ادامه داشت. بعد از چند روزی شرو دینگر، شاید در اثر تلاش طاقت فرسایی که می کرد، بیمار شد و با تب و لرزه بستر افتاد. در همان حال که خانم بور از او پرستاری می کرد و برایش چای و شیرینی می آورد، بور لب تخت او نشسته بود و به او می گفت: «اما شما باید قبول کنید که...». انتظار نمی رفت که هیچ تفاهمی میان آن دو به وجود آید، زیرا در آن زمان هیچ يك نمی توانست تعبیر کامل و منسجمی از مکانیک کوانتومی ارائه دهد. با این حال، وقتی اقامت شرو دینگر تمام شد، ما در کپنهاگ اطمینان یافتیم که مسیر درستی را

انتخاب کرده‌ایم، گرچه خوب می‌دانستیم که حتی بهترین فیزیکدانان را به دشواری می‌توان قانع کرد که از هر تلاشی برای ساختن الگوهای ادراکی برای فرایندهای اتمی دست بردارند.

در چند ماه بعد، تعبیر فیزیکی مکانیک کوانتومی موضوع اصلی همه بحثهای من و بور بود. من در طبقه بالای انستیتو در یک آپارتمان جمع‌وجور کوچک با دیوارهای شیبدار زندگی می‌کردم که از پنجره‌هایش درختان مدخل پارك فالده دیده می‌شد. بور خیلی وقتها آخر شب به آپارتمان من می‌آمد و با هم طرح همه رقب آزمایشهای ذهنی را می‌ریختیم تا ببینیم آیا آن نظریه را درست فهمیده‌ایم یا نه. ضمن این کار، پی بردیم که هر یک از ما سعی می‌کند مشکلات را به شیوه جداگانه‌ای حل کند. بور سعی می‌کرد راهی بیابد که وجود همزمان مفاهیم موجی و ذره‌ای پذیرفته شود، و اعتقاد داشت که گرچه این دو مانع‌الجمع‌اند، برای آنکه توصیف کاملی از فرایندهای اتمی داشته باشیم وجود هر دو شان ضروری است. من این رهیافت را دوست نداشتم و می‌خواستم کار خود را از این نکته شروع کنم که مکانیک کوانتومی، به صورتی که در آن زمان بر ما شناخته بود، ما را ملزم کرده است برای برخی از مقادیری که در آن یافت می‌شوند - مثل میانگین زمانی انرژی، اندازه حرکت، افت و خیزها، و غیره - تعبیر یگانه‌ای قایل شویم، و در نتیجه می‌پنداشتم که در مورد این تعبیر، دیگر هیچ‌گونه آزادی نداریم، و باید سعی کنیم که تعبیر درست کلی را فقط از راه منطقی از این تعبیر آماده و خاص به دست آوریم.

به این دلیل کار درخشانی که ماکس بورن در گوتینگن کرده بود اسباب ناراحتی من بود - و البته از این بابت در اشتباه بودم. بورن برخورد را با استفاده از روش شرودینگر بررسی کرده بود و فرض کرده بود که مربع تابع موج شرودینگر در هر نقطه از فضا و در هر لحظه از زمان احتمال یافتن الکترون را در آن نقطه و در آن لحظه اندازه می‌گیرد. من با خود نظر بورن کاملاً موافق بودم، اما از اینکه می‌دیدم از آن چنین بر می‌آید که گویا ما هنوز در تعبیر آزادی داریم، خوشم نمی‌آمد، و اعتقاد راسخ داشتم که نظر بورن هم نتیجه ضروری تعبیر ثابتی است که مقادیر خاصی در نظریه کوانتومی دارند. دو تحقیق ریاضی آموزنده که دیراک و یوردان انجام داده بودند، مرا در این اعتقاد پابرجاتر کرد.

خوشبختانه من و بور وقتی بحثهایمان پایان می‌یافت در مورد آزمایشهای خاص



فیزیکی به نتایج واحدی می‌رسیدیم، و این بود که بعید نمی‌دیدیم کوششهای متباعد ما روزی به نتیجه واحد بینجامد. از سوی دیگر، هیچ کدام نمی‌دانستیم که پدیده ساده‌ای چون مسیر الکترون در اتاقک ابر را چگونه می‌توان با بیان ریاضی مکانیک کوانتومی یا مکانیک موجی آشتی داد. مفاهیمی چون مسیر و مدار در مکانیک کوانتومی اصلاً ظاهر نمی‌شوند، و مکانیک موجی را هم در صورتی می‌شد با وجود يك باریکه مادی بسیار چگال آشتی داد که گسترش آن باریکه خیلی بیشتر از قطر الکترون باشد.

چون گفتگوی ما اغلب به بعد از نیمه شب می‌کشید، و با وجود تلاش طولانی چند ماهه‌مان به نتیجه رضایتبخشی نینجامید، هر دو بکلی خسته و عصبی شدیم. بنابراین بور در فوریه ۱۹۲۷ تصمیم گرفت برای اسکی به نروژ برود و من هم از اینکه تنها مانده بودم و می‌توانستم با خیال راحت به این مسایل دشوار بیندیشم، خوشحال بودم. ابتدا همه کوشش‌م را مصروف نمایش ریاضی مسیر الکترون در اتاقک ابر کردم، و طولی نکشید که فهمیدم بر مشکلاتی که پیش‌رو دارم نمی‌توان غلبه کرد، بنابراین از خود پرسیدم که نکنند سؤالی که در این مدت از خود می‌کردیم غلط بوده است. اما در کجا اشتباه کرده بودیم؟ واضح بود که مسیر الکترون در اتاقک ابر وجود دارد، زیرا می‌شد آن را به آسانی مشاهده کرد. چارچوب ریاضی مکانیک کوانتومی هم وجود داشت، و آنقدر قانع‌کننده بود که هیچ تغییری را پذیرا نمی‌شد. بنابراین به نظر می‌آمد ایجاد ارتباطی میان این دو، هر چه هم دشوار بنماید، می‌بایستی امکان‌پذیر باشد.

ظاهراً يك شب بعد از نیمه شب بود که یکبار به یاد گفتگویم با اینشتین افتادم، بخصوص به یاد جمله‌ای که گفته بود: «نظریه حکم می‌کند که چه چیزی را می‌توان مشاهده کرد». ناگهان حس کردم کلید دری را که مدت‌هاست بسته مانده باید در همین جا جستجو کرد. تصمیم گرفتم به گردش شبانه‌ای در پارک فالد بروم و در باره این موضوع بیشتر فکر کنم. ما تا آن زمان، بدون اینکه فکر کنیم، گفته بودیم که مسیر الکترون را در اتاقک ابر می‌توان مشاهده کرد. اما شاید آنچه ما مشاهده می‌کردیم، چیزی نبود که بتوان نام مسیر الکترون بر آن گذاشت. شاید ما رشته‌ای از نقاط گسسته و مبهم را می‌دیدیم که الکترون از آن گذشته بود، زیرا در واقع چیزی که در اتاقک ابر می‌توان دید قطره‌های منفرد آب‌اند که از الکترون خیلی بزرگترند، بنابراین سؤال درست و بجا باید این می‌بود: آیا می‌توان به کمک مکانیک کوانتومی این واقعیت را نشان داد که الکترون تقریباً در مکان معینی دیده می‌شود و تقریباً با

سرعت معینی حرکت می کند؟ و آیا می توان این تقریبها را آنقدر دقیق کرد که باعث ایجاد مشکلات تجربی نشود؟

پس از اینکه به انستیتو برگشتم با يك محاسبه مختصر بر ايم معلوم شد که چنین وضعیتی را می توان به صورت ریاضی نشان داد، و معلوم شد که بر این تقریبها اصلی حاکم است که بعدها اصل عدم قطعیت در مکانیک کوانتومی نام گرفت: حاصل ضرب عدم قطعیت‌های مقادیر اندازه گیری شده مکان و اندازه حرکت (یعنی حاصل ضرب جرم در سرعت) نمی تواند کمتر از ثابت پلانک باشد. حس می کردم که با این نحوه بیان، پیوند لازم میان مشاهدات اتاقل ابر و صورت ریاضی مکانیک کوانتومی برقرار شده است. البته هنوز باید ثابت می کردم که هر آزمایش ممکني باید به وضعیتی منجر شود که از اصل عدم قطعیت پیروی کند، اما این امر از همان اول به نظرم معقول آمد، زیرا لازم بود فرایندهایی که در آزمایشها یا مشاهدات دخالت دارند از قوانین مکانیک کوانتومی تبعیت کنند. اگر این فرض را قبول کنیم، احتمال ندارد هیچ آزمایشی به موقعیتی منجر شود که با مکانیک کوانتومی مغایرت داشته باشد. «نظریه حکم می کند که چه چیزی را می توان مشاهده کرد». تصمیم گرفتم در چند روز آینده این نکته را به کمک محاسباتی که بر آزمایشهای ساده متکی بود ثابت کنم.

در اینجا هم خاطره صحبتی که با یکی از همکلاسیه‌هایم به نام بورکهارد در روده<sup>۱</sup> در گوتینگن داشتم به کمک آمد. يك روز که داشتیم درباره مشکلات مفهوم مدار الکترون صحبت می کردیم، او گفت که علی‌الاصول باید بتوان میکروسکپی ساخت با چنان قدرت تفکیکی که بتواند مسیر الکترون را در داخل اتم مشاهده یا عکسبرداری کند. واضح بود که چنین میکروسکپی با امواج معمولی نور نمی تواند کار کند، اما شاید بتواند با پرتوهای گاما کار کند. ولی این امر با فرضیه من مغایر بود، زیرا فرضیه من می گفت که حتی بهترین میکروسکپها هم نمی تواند از حدودی که اصل عدم قطعیت تعیین می کند، پا بیرون بگذارد. پس لازم بود ثابت کنم که حتی در این مورد هم اصل عدم قطعیت برقرار است. این کار را انجام دادم و ثابت شدن آن اعتقاد مرا به انسجام تعبیر جدید تقویت کرد. بعد از چند محاسبه از این نوع، نشستم و نتایج کارم را در نامه مفصلی برای ولفگانگ پاؤلی خلاصه کردم. پاسخ دلگرم کننده او بسیار باعث خوشحالی من شد.

1. Burkhard Drude

بعد نیلس بور از اسکی برگشت و دور جدیدی از بحثهای دشوار آغاز شد، زیرا بور هم در آن مدت اندیشه‌های خودش را در بارهٔ دوگانگی ذره - موج دنبال کرده بود. در مرکز فکر او مفهوم مکمل بودن قرار داشت، که برای توصیف موقعیتی که می‌توان با دوشیوه تعبیر متمایز رویداد واحدی را درک کرد، وضع شده بود - دوشیوه که مانعة الجمع اند، اما می‌توانند یکدیگر را تکمیل کنند و فقط از راه کنار هم نهادن آنها می‌توان محتوای ادراکی پدیده‌ای را کاملاً آشکار کرد. بور اول ایرادهایی به اصل عدم قطعیت گرفت، و شاید به نظرش این اصل حالت خیلی خاصی از قاعده کلی مکمل بودن به شمار می‌آمد. اما زود پی برد که تفاوت مهمی میان این دو تعبیر وجود ندارد - و فیزیکدان سوئدی اسکار کلاین<sup>۱</sup> که در کپنهاگ کار می‌کرد به او در این کار کمک زیادی کرد - و حالا مهمترین کار این بود که جریان را به صورتی ارائه دهیم که همهٔ فیزیکدانها علی‌رغم تازگیش آن را درک کنند و بپذیرند.

این موضوع در دو کنفرانس فیزیک به تفصیل مورد بحث قرار گرفت، یکی کنگرهٔ عمومی فیزیک در کومو<sup>۲</sup>، که در آن بور گزارش جامعی از اوضاع جدید داد، و دیگر کنگرهٔ سولوی در بروکسل. بر اساس خواست بنیاد سولوی در این کنگره گروه کوچکی از متخصصان شرکت می‌کردند که می‌خواستند در بارهٔ مسایل نظریهٔ کوانتومی به تفصیل بحث کنند. همهٔ ما در یک هتل اقامت داشتیم، و بحث در سر میز غذا در هتل شدت می‌گرفت نه در تالار کنفرانس، و بور و اینشتین کانون همهٔ بحثها بودند. اینشتین اصلاً نمی‌خواست نظریهٔ کوانتومی جدید را که از بن سرشت آماری داشت بپذیرد. ناگفته پیداست که او با گزاره‌های آماری در مواردی که همهٔ جزئیات دستگاه خاصی شناخته نباشد، مخالفتی نداشت - زیرا به هر حال مکانیک آماری قدیم و ترمودینامیک بر چنین گزاره‌هایی بنا شده بود - با این حال نمی‌خواست قبول کند که حتی علی‌الاصول هم امکان ندارد بتوان همهٔ واقعیات جزئی را که برای توصیف کامل هر فرایند فیزیکی لازم است، کشف کرد. جمله‌ای که ما بارها در این گفتگوها از دولب او شنیدیم این بود که «خدا شیر یا خط بازی نمی‌کند»، بنابراین بی‌رودرباستی از پذیرفتن اصل عدم قطعیت سر باز می‌زد و سعی می‌کرد در عالم فکر مواردی را بیابد که این اصل صادق نباشد.

گفتگو معمولاً از سر میز صبحانه شروع می‌شد، و اینشتین آزمایش ذهنی جدیدی را که فکر می‌کرد به طور قطعی اصل عدم قطعیت را رد خواهد کرد جلوی

1. Oskar Klein

2. Como

ما می گذاشت. ما همان جا تحفه جدید را امتحان می کردیم و در راه تالار کنفرانس، که من هم معمولاً بور و اینشتین را همراهی می کردم، بعضی از نکات آن را روشن می کردیم و در باره مناسبت آنها به بحث می پرداختیم. بعد در طول روز درباره موضوع بیشتر بحث می کردیم و معمولاً سر شام به جایی می رسیدیم که نیلس بور به اینشتین ثابت می کرد که حتی این آخرین آزمایش او هم نمی تواند لرزه در بنیان اصل عدم قطعیت بیفکند. اینشتین کمی ناراحت می شد، اما صبح روز بعد با يك آزمایش خیالی دیگر، پیچیده تر از آزمایش قبلی، سر می رسید و پیش بینی می کرد که این آزمایش حتماً بی اعتباری اصل عدم قطعیت را ثابت خواهد کرد. اما شب که می شد معلوم شده بود که آزمایش جدید هم دست کمی از آزمایش قبلی ندارد. بعد از چند روز دوست اینشتین پاؤل اهرن فست<sup>۱</sup>، که فیزیکدانی بود اهل لیدن در هلند، گفت: «اینشتین، من به جای تو خجالت می کشم، استدالات تو در برابر مکانیک کوانتومی جدید شبیه استدالاتی است که مخالفان در رد نظریه نسبیت می کنند.» اما این سرزنش دوستانه هم ناشنیده ماند.

يك بار دیگر بر من معلوم شد که رها کردن نظری که همه کار و رویکرد علمی شخص بر آن استوار است، چقدر دشوار است. اینشتین زندگی خود را وقف کاوش در جهان عینی فرایندهای فیزیکی کرده بود که بر طبق قوانینی محکم و مستقل از ما، راه خود را در فضا و زمان می پیماید. در نظر او، نمادهای ریاضی فیزیک نظری، نمادهای این جهان هم بودند و از این حیث، دانشمند می توانست به کمک آنها پیش بینی هایی در باره رفتار آینده جهان بکند. و حالا گفته می شد که در مقیاس اتمی، این جهان عینی فضایی و زمانی اصلاً وجود ندارد، و نمادهای ریاضی فیزیک نظری هم از امکانات سخن می گویند نه از واقعیات. اینشتین نمی خواست ما را رها بکند تا دست به کاری بزنیم که به نظر او زیر پایش را سست می کرد. در اواخر زندگی هم که نظریه کوانتومی مدتها بود جزء لاینفک فیزیک جدید شده بود، نتوانست نظرش را عوض کند، حداکثر توانست وجود مکانیک کوانتومی را به عنوان يك تدبیر موقتی بپذیرد. «خدا شیر یا خط بازی نمی کند» اصل مسلم او بود، و به کسی اجازه نمی داد که در این اصل شك کند، و بور در جواب او می گفت: «ما هم وظیفه نداریم برای خدا در اداره کردن جهان تعیین تکلیف کنیم.»

<sup>1</sup> Paul Ehrenfest



## علم و دین (۱۹۲۷)

یکی از روزها، چند نفر از اعضای جوان کنفرانس سولوی، بعد از رفتن دیگران، در سالن پذیرایی هتل جمع شده بودند. از جمله من بودم و ولفگانگ پاؤلی، و چیزی نگذشت که پل دیراک هم به ما پیوست. یکی گفت: «اینشتین دائماً از خدا حرف می‌زند. منظورش چیست؟ تصور اینکه دانشمندی چون اینشتین با يك سنت دینی چنین پیوند مستحکمی داشته باشد، بسیار مشکل است.»

یکی دیگر از ما گفت: «البته اینشتین که نه، ولی ماکس پلانک آری. از بعضی حرفهای پلانک چنین بر می‌آید که او هیچ تعارضی میان علم و دین نمی‌بیند، بلکه این دورا کاملاً با هم سازگار می‌داند.»

از من پرسیدند که آیا از عقاید پلانک در این باره خبر دارم، و نظر خودم چیست. من پیش از آن فقط چند باری با پلانک صحبت کرده بودم، که بیشتر هم درباره فیزیک بودند. درباره موضوعات کلی، اما با بعضی از دوستان نزدیک پلانک آشنا بودم و آنها نظر پلانک را به تفصیل برایم گفته بودند.

ظاهراً جوابم این بود: «پلانک علم و دین را با هم موافق می‌داند، زیرا به نظر او، این دو به دو جنبه کاملاً متمایز واقعیت مربوط می‌شوند. علم سروکارش با جهان عینی مادی است، و از ما می‌خواهد تا سخنان دقیقی درباره واقعیت عینی بگوییم و به همبستگیهای آن دست بیابیم. اما موضوع دین، جهان ارزشهاست، و با آنچه باید باشد یا آنچه باید کرد سروکار دارد نه با آنچه هست. مشغله ما در علم این است که پی ببریم صادق و کاذب چیست، اما در دین کار ما کشف خوب و بد و شریف و پست است. علم پایه فن است و دین پایه اخلاق. خلاصه، به نظر او جنگی که از قرن

هجدهم تاکنون میان علم و دین در گرفته است پایه‌اش بر سوء تفاهم، یا به عبارت دقیقتر، بر نشناختن مرز میان تمثیلهای و تعبیرهای دینی و گزاره‌های علمی است، و بنابراین، جنگی است بی‌معنی. در این دیدگاه، که پدر و مادرم مرا با آن کاملاً آشنا کرده‌اند، این دو قلمرو بترتیب با وجه عینی و وجه ذهنی جهان مربوط و متناظر می‌شوند. یعنی به اصطلاح، علم عبارت است از شیوه مواجهه ما با وجه عینی واقعیت و نحوه سخن گفتن ما درباره آن، اما دین جلوه تصمیمهای درونی ماست که به کمک آنها معیارهای زندگی و عمل خود را انتخاب می‌کنیم. البته شك نیست که ما بیشتر این تصمیمها را مطابق تمایلات گروهی که بدان تعلق داریم، یعنی خانواده یا ملت یا فرهنگ خود، می‌گیریم. پس عوامل تربیتی و محیطی بر تصمیمات ما تأثیر فراوان دارند، اما مآلاً، این تصمیمها ذهنی است و بنابراین معیار صادق یا کاذب بر آنها حاکم نیست. اگر درست فهمیده باشم، ماکس پلانک از این آزادی استفاده کرده و بی‌پروا جانب سنت مسیحی را گرفته است و اندیشه‌ها و اعمال او، بخصوص از لحاظ تأثیری که بر روابط شخصی‌اش دارند، کاملاً در قالب این سنت است، و این امر از احترام ما به او نمی‌کاهد. بنابراین از لحاظ شخص او، این دو قلمرو - یعنی وجوه عینی و ذهنی جهان - کاملاً از هم جدا هستند، اما باید اقرار کنیم که من شخصاً به هیچ وجه از این جدایی راضی نیستم، و شك دارم که جوامع بشری بتوانند با چنین تفکیک قاطعی میان دانش و ایمان سر کنند.»

ولفگانگ نیز همین نگرانی مرا داشت، و گفت: «این داستان پایان خوشی ندارد. در سپیده دم دین، تمامی معرفتی که هر جامعه بخصوصی داشت در داخل یک چارچوب معنوی جای می‌گرفت، که عمدتاً بر پایه مفاهیم و ارزشهای دینی ساخته شده بود. این چارچوب معنوی، باید طوری می‌بود که ساده‌ترین افراد جامعه هم بتوانند آن را دریابند، گرچه گاهی تمثیلهای و تعبیرهای دینی فقط اشاره بسیار مبهمی به ارزشها و مفاهیم درونی خود داشتند. زیرا فرد عادی وقتی قرار باشد که بر طبق این ارزشها زندگی کند، باید متقاعد شده باشد که همه معرفت جامعه در داخل آن چارچوب معنوی گرد آمده است، چرا که در نظر او معنی ایمان این نیست که ارزشهای مقبول را درست و مسلم فرض کند، بلکه او زمام خود به دست این ارزشها می‌سپارد و به رهبری آنها اطمینان می‌کند. بدین دلیل است که هر وقت معرفت جدید صورتهای معنوی کهن را در خطر نابودی قرار می‌دهد، جامعه این چنین به مخاطره می‌افتد. اعتقاد به جدایی کامل دانش و ایمان، خیلی که باشد، یک اقدام اضطرابی است که به نوعی تسکین موقت منجر می‌شود. مثلاً احتمال دارد که تمدن غربی ما در آینده

نه چندان دوری به جایی برسد که تمثیلهای و تعبیرهای ادیان کهن نیروی انگیزنده خود را، حتی در نظر مردم عادی، از دست بدهند. اگر چنین چیزی رخ بدهد، من از آن بیم دارم که بنای اخلاقیات کهن مثل يك خانه مقوایی فرو بریزد و رویدادهای هراس آوری اتفاق بیفتند که حتی در محیله هم نمی گنجد. خلاصه، راستش من نمی توانم با فلسفه پلانک موافق باشم، اگر چه از نظر منطقی درست باشد و هر چند گرایشهای انسانی برخاسته از آن مورد احترام من باشند.

«نظر اینشتین به نظر من نزدیکتر است. خدای او به نحوی با قوانین تغییرناپذیر طبیعت آمیخته است. اینشتین نظم کانونی امور را حس می کند و می تواند آن را در قالب سادگی قوانین طبیعت کشف کند، و می توانیم بگوییم که او هنگام کشف نظریه نسبیت این سادگی را با قوت تمام و بیواسطه احساس می کرده است. شك نیست که از این نظر تا محتوای دین، فرسنگها راه است. من فکر نمی کنم که اینشتین به هیچ يك از ادیان پایبند باشد، و حتی گمان می کنم که مفهوم خدای مشخص اصلاً در فکر او جایی ندارد. اما به هر حال، در نظر او میان دین و علم هیچ شکافی وجود ندارد، زیرا او نظم کانونی امور را هم جزء قلمرو عینی می داند و هم جزء قلمرو ذهنی، و به نظر من چنین می آید که این نقطه شروع بهتری باشد.»

من پرسیدم: «نقطه شروع چه؟ اگر نظر انسان را درباره نظم کانونی فقط يك مسأله شخصی صرف بدانیم در آن صورت، ممکن است با نظر اینشتین موافق باشید، اما آن وقت باید قبول کنید که این نظر به هیچ کاری نمی آید.»

ولفگانگ جواب داد: «شاید بیابد. بی شك تحول علم در دو قرن اخیر اندیشه انسان را، حتی خارج از غرب مسیحی، دگرگون کرده است، بنابراین نظر فیزیکدانان به هیچ وجه چیز بی اهمیتی نیست. چیزی هم که باعث شد برخورد تنندی میان علم و تعالیم معنوی ادیان مختلف به وجود آید، همان مفهوم جهان عینی بود که بر طبق قوانین اکید علی راه خود را در فضا و زمان می پیماید. اگر علم از این دیدگاه تنگ فراتر برود - و با نظریه نسبیت چنین کاری انجام گرفته است و احتمال دارد که نظریه کوانتومی علم را در این راه از این هم پیشتر ببرد - آنگاه رابطه میان علم و حقایقی که ادیان مختلف سعی در بیانشان دارند باید يك بار دیگر دگرگون شود. شاید علم، با کشف روابط جدید در سی سال گذشته، اندیشه ما را بسیار عمیقتر کرده باشد. مثلاً مفهوم مکمل بودن، که نیلس بور چنین نقش حساسی در تعبیر نظریه کوانتومی برای آن قائل است، به هیچ وجه برای فیلسوفان ناشناخته نبوده، گر چه شاید کسی آن را با این ایجاز و دقت بیان نکرده باشد. با این حال، صرف ظهور آن در

علوم دقیق، تغییر مهمی محسوب می‌شود: یعنی معلوم شده است که مفهوم اعیان مادی که بکلی از نحوه مشاهده ما مستقل باشند چیزی جز يك تصور انتزاعی نیست، و در طبیعت در برابر آن چیزی وجود ندارد. در فلسفه آسیایی و ادیان شرقی به مفهوم مکمل این تصور برمی‌خوریم، یعنی مفهوم شناسنده محضی که هیچ چیزی برای شناسایی در برابر ندارد. شاید معلوم شود که این اندیشه هم يك تصور انتزاعی است و با هیچ واقعیت ذهنی یا معنوی تناظر ندارد. اگر حوزه وسیعتری را در اندیشه خود تصور کنیم، شاید در آینده مجبور شویم که میان این دو حد، راه میانه‌ای را انتخاب کنیم، و شاید نقشه این راه را اصل مکمل بودن بورتسیم کند. علمی که خود را با این نحوه تفکر وفق دهد، نه فقط با صورتهای مختلف دین مدارای بیشتری خواهد کرد، بلکه چون چشم انداز کلی گسترده‌تری دارد، شاید بتواند چیزی هم به جهان ارزشها هدیه کند.»

در این میان پل دیراک به ما پیوسته بود. او تازه پا به بیست و پنج سالگی گذاشته بود و اصلاً اهل مدارا نبود. به اعتراض گفت: «غی دانم ما چرا داریم درباره دین بحث می‌کنیم؟ اگر ما صداقت داشته باشیم - و دانشمندان باید داشته باشند - باید اذعان کنیم که دین مشتی حرف نادرست است که هیچ پایه‌ای در واقعیت ندارد. خود مفهوم خدا ساخته خیال بشر است. خوب می‌توان فهمید که چرا مردم بدوی، که بیش از ما در برابر قوای قاهر طبیعت بی‌دفاع بوده‌اند، در آن حالت ترس و لرز به این قوا شخصیت بخشیده‌اند، اما امروزه که ما بسیاری از فرایندهای طبیعی را فهمیده‌ایم، دیگر نیازی به چنین راه حلی نیست. باور کنید من اصلاً غی فهمم که فرض خدای متعال چه سودی به حال ما دارد، تنها چیزی که می‌دانم این است که این فرض به این پرسش بی‌حاصل منجر می‌شود که چرا خدا این همه فقر و ظلم و بهره‌کشی اغنیا از فقرا و مصائب دیگر را روا داشته است، زیرا که او اگر می‌خواست می‌توانست جلو این مصائب را بگیرد. اگر هنوز هم دین تعلیم داده می‌شود، دلایل این نیست که مفاهیم دینی هنوز خاطر ما را خرسند می‌کنند، بلکه فقط به این دلیل است که گروهی از ما علاقه دارند طبقات پایین را آرام و ساکت نگاه دارند، زیرا حکومت کردن بر مردم خاموش آسانتر از مردم پرسر و صدا و ناراضی است. بهره‌کشی از آنها هم آسانتر است. دین افیونی است که ملتها را به خواب و خیال فرومی‌برد و باعث می‌شود به فکر ظلمهایی که بر مردم روا داشته می‌شود، نباشند. از همین جاست که میان دو قدرت بزرگ سیاسی، یعنی کلیسا و دولت، اتحاد مستحکمی وجود دارد، زیرا هر دو به این پندار نیازمندند که خدای مهربان - در این



جهان یا آن جهان - کسانی را که علیه ظلم به پا نخواستند و وظیفه خود را آرام و بدون شکوه انجام داده‌اند، پاداش خواهد داد. به همین دلیل است که این سخن صادقانه که خدا ساخته تخیل بشر است، بزرگترین گناه کبیره شمرده شده است.»

من اعتراض کردم: «حکم شما درباره دین فقط بر پایه سوء استفاده‌های سیاسی است که از آن شده است، و چون از هر چیزی در جهان می‌توان سوء استفاده کرد - از جمله از ایدئولوژی کمونیستی که شما همین الان بیان کردید - این گونه حکمها را اصلاً نمی‌توان پذیرفت. به هر حال، بشر همیشه زندگی اجتماعی داشته و لازم بوده است زبان مشترکی بیابد تا درباره زندگی و مرگ و زمینه وسیعتری که زندگیش در آن می‌گذرد سخن بگوید. آن صورتهای معنوی که در جریان تاریخ از این جستجوی زبان مشترک پدید آمده‌اند، بی‌گمان نیروی انگیزنده عظیمی داشته‌اند، وگرنه چگونه می‌شود مردمی قرن‌ها با تقید به آنها زندگی کرده باشند؟ دین رانمی‌توان با این حرفها انکار کرد. شاید هم شما به دین دیگری روی آورده‌اید، مثل دین قدیم چین، که در آن مفهوم خدای مشخص وجود ندارد.»

پل دیراک در جواب گفت: «من علی‌الاصول با اساطیر دینی مخالفم. ساده‌ترین دلیلش هم این است که اساطیر دینی مختلف با یکدیگر تعارض دارند. به هر حال، فقط تصادف باعث شده که من در اروپا به دنیا بیایم نه در آسیا، و بی‌شک معیار تصادف برای تعیین درست و نادرست، یا تعیین اعتقادات انسان، معیار مناسبی نیست. و من فقط به آنچه درست است اعتقاد دارم. اما اعمالم، آن را هم می‌توانم فقط از راه عقل از موقعیتی که خود را در آن می‌یابم استنتاج کنم: من در اجتماع و با دیگران زندگی می‌کنم و باید علی‌الاصول حقوقی را که برای خود می‌شناسم برای دیگران هم قائل باشم. فقط سعی می‌کنم که تعادل عادلانه‌ای میان این دو برقرار کنم و بیش از این از من نمی‌توان توقع داشت. همه این حرفهایی که درباره مشیت الهی، درباره گناه و توبه و درباره جهان دیگری که باید زندگیمان را وقف نیل به آن بکنیم می‌زنند، جز پرده‌پوشی بر حقیقت تلخ و خشن حاصلی ندارد. تنها فایده اعتقاد به خدا این است که گمان ببریم مشیت الهی اقتضا دارد که تسلیم قدرت برتری باشیم، و این اندیشه باعث بقای برخی ساختهای اجتماعی شده است که در روزگار خود بسیار خوب بوده‌اند ولی دیگر با مقتضیات زندگی جدید سازگاری ندارند. به نظر من، هیچ‌یک از این حرفهایی که شما درباره 'زمینه وسیعتر' و این جور چیزها می‌زنید، پذیرفتنی نیست، زیرا زندگی، آخرسر، مثل علم است: به مشکلی برمی‌خوریم و سعی می‌کنیم آن را حل کنیم، و هیچ‌گاه نمی‌توانیم دو مشکل را با هم حل کنیم. این

زمینهٔ وسیعتری که شما می‌گویید، فقط يك رو بنای ذهنی است که بعداً اضافه می‌شود.»

بدین ترتیب بحث ادامه یافت، و همهٔ ما از اینکه ولفگانگ خاموش مانده است در تعجب بودیم. البته گاهی رو ترش می‌کرد و گاهی پوزخندی می‌زد، ولی چیزی نمی‌گفت. آخر سر ناچار از او خواستیم که نظرش را بگوید. اول قیافه‌اش کمی شگفت‌زده شد و بعد گفت: «خوب، خوب دوست ما دیراک هم دینی دارد، و مهمترین اصل دینش این است: 'خدا وجود ندارد و دیراک پیامبر اوست.'» همه خندیدیم، از جمله دیراک، و بدین طریق آن عصر در سالن پذیرایی هتل به پایان آمد.

مدتی بعد - گویا در کپنهاگ بود - این گفتگو را برای نیلس نقل کردم، و او فوراً طرف جوانترین فرد محفل ما را گرفت: «چه قدر جالب است که پل در دفاع از چیزی که بتوان به زبان روشن و منطقی بیان کرد، اصلاً اهل کوتاه آمدن نیست. او اعتقاد دارد که همهٔ گفتنیها را می‌توان به روشنی گفت. یا به قول ویتگنشتاین: 'چیزی که نمی‌توان درباره‌اش سخن گفت باید درباره‌اش خاموش ماند.' هر وقت دیراک دستنویسی برای من می‌فرستد نوشته‌اش آنقدر مرتب و بدون خط خوردگی است که نگاه کردن به آن خودش يك لذت هنری است، و حتی اگر من بعضی تغییرات جزئی را پیشنهاد کنم، پل بسیار ناراحت می‌شود و معمولاً هم دست به ترکیب نوشته نمی‌زند. در هر حال، کار او بسیار درخشان است. تازگیها با هم به نمایشگاهی رفته بودیم و یکی از تابلوها، منظرهٔ دریای باشکوهی بود از مانه به رنگ آبی تیره. در زمینهٔ تابلو قایقی بود و پشت آن، در میان آب، يك لکهٔ خاکستری تیره که علت وجودش درست روشن نبود. دیراک گفت: 'این لکه نباید باشد.' این گونه نگاه کردن به آثار هنری چیز غریبی است، اما شاید هم حق با او باشد. در آثار هنری خوب، مثل آثار علمی خوب، همهٔ جزئیات باید بدون ابهام عرضه شود، و جایی برای تصادف محض نباید وجود داشته باشد.

«اما دین مسألهٔ دیگری است. البته نظر من خیلی نزدیک به نظر دیراک است: مفهوم خدای متشخص برای من هم بیگانه است. اما باید توجه داشته باشیم که دین و علم به صورتهای متفاوت از زبان استفاده می‌کنند. زبان دین، بیشتر با زبان شعر خویشی دارد تا با زبان علم. البته ما معمولاً گمان می‌کنیم که موضوع علم اطلاعاتی دربارهٔ واقعیات عینی است و موضوع شعر، احساسات ذهنی، و نتیجه می‌گیریم که اگر موضوع دین هم حقایق عینی است، پس باید معیارش در مورد صدق و درستی همان معیار علم باشد. اما من شخصاً تقسیم جهان به دو وجه عینی و ذهنی را زیاد

منطقی نمی‌دانم. ادیان بدین دلیل در طی قرن‌ها به زبان تمثیل و تعبیر و شطحیه سخن گفته‌اند که به راه دیگری برای دستیابی به واقعیتی که از آن سخن می‌گویند قائل نبوده‌اند، اما این دلیل نمی‌شود که آن واقعیت اصالت نداشته باشد، و اگر این واقعیت را به دو وجه عینی و ذهنی تقسیم کنیم، به جایی نمی‌رسیم.

«بدین دلیل است که به نظر من تحولاتی که در این دهه‌های اخیر در فیزیک صورت گرفته، و نشان داده که مفاهیمی مثل 'عینی' و 'ذهنی' چقدر جای حرف دارند، موانع عظیمی را از سر راه تفکر برداشته است. این ماجرا با نظریه نسبیت شروع شد. در گذشته، وقتی کسی می‌گفت که دو رویداد همزمانند، حرفش يك سخن عینی شمرده می‌شد که به آسانی قابل انتقال است و هر ناظری می‌تواند صحت آن را تحقیق کند. امروزه می‌دانیم که در 'همزمانی' يك عنصر ذهنی هست، زیرا دو رویداد که به نظر ناظر ساکنی همزمان باشند، معلوم نیست که برای يك ناظر متحرک هم همزمان باشند. با این حال، توصیف نسبیتی عینی نیز هست، زیرا هر ناظری می‌تواند از راه محاسبه آنچه را که ناظر دیگر ادراک می‌کند، یا ادراک کرده است، به دست آورد. با همه این احوال، ما از آن توصیف عینی که کمال مطلوب فیزیک کلاسیک بود، دور شده‌ایم.

«در مکانیک کوانتومی، جدایی از این کمال مطلوب از این هم عمیقتر بوده است. ما هنوز هم می‌توانیم از زبان فیزیک کلاسیک، که به امور شیئیت و حالت عینی می‌دهد، برای بیان گزاره‌هایی درباره واقعات مشاهده‌پذیر استفاده کنیم، مثلاً می‌توانیم بگوییم که کاغذ عکاسی سیاه شده یا قطره‌های آب به وجود آمده است. اما درباره خود آنها چیزی نمی‌توانیم بگوییم، و پیشگویی‌هایی که بر پایه این گونه یافته‌ها می‌توان کرد، بستگی دارد به نحوه‌ای که سؤال تجربی خود را طرح می‌کنیم، و در این مورد ناظر آزادی انتخاب دارد. طبعاً باز هم فرق نمی‌کند که ناظر انسان باشد یا حیوان یا يك دستگاه، اما دیگر امکان ندارد که بدون ارجاع به ناظر یا به وسیله‌ای که مشاهده را انجام می‌دهد، پیشگویی کرد. و از این جهت می‌توان گفت که هر فرایند فیزیکی هم جنبه عینی دارد و هم جنبه ذهنی. امروزه می‌دانیم که دنیای عینی علم قرن نوزدهم يك حالت حدی و آرمانی بوده است، و واقعیت ندارد. البته شك نیست که حتی در برخوردهای بعدی با واقعیت باز مجبوریم جنبه عینی را از جنبه ذهنی جدا کنیم و مرزی میان این دو بکشیم، اما جایی که باید این مرز را کشید ممکن است به نحوه نگرش ما به امور بستگی داشته باشد؛ یعنی تا حدودی بتوان آن را به دلخواه انتخاب کرد. به این دلیل، من خوب می‌فهمم که چرا نمی‌توان درباره محتوای دین به زبان عینیت بخش سخن گفت، و اینکه ادیان مختلف سعی می‌کنند این

محتوای آن را به صورت معنوی کاملاً متفاوت متجلی سازند، اشکال واقعی محسوب نمی شود. شاید لازم باشد به این صورتهای مختلف به چشم توصیفهای مکملی نگاه کنیم که، در عین مانع‌الجمع بودن، برای بیان امکانات سرشاری که از رابطه انسان با نظم کانونی زاده می شود، لازم اند.»

پرسیدم: «اگر به چنین تمایز قاطعی میان زبان دین و علم و هنر معتقد باشیم، آنگاه برای احکام جازمی مثل 'خدا وجود دارد' یا 'جاودانگی روح وجود دارد' چه معنایی باید قایل باشیم؟ معنی 'وجود دارد' در این نوع زبان چیست؟ اجازه بدهید با یک مقایسه جنبه معرفتی مسأله را توضیح بدهم:

«همه می دانیم که ریاضیدانان از یک واحد موهومی، یعنی جذر  $-۱$ ، که نامیده می شود، استفاده می کنند. با این حال، شاخه‌های مهمی از ریاضیات، مثلاً نظریه توابع تحلیلی، بر این واحد موهومی مبتنی اند، یعنی بر این واقعیت که  $\sqrt{-۱}$  به هر حال وجود دارد. آیا شما موافقید که عبارت  $\sqrt{-۱}$  وجود دارد؟ معنایی جز این ندارد که روابط ریاضی مهمی وجود دارند که با وارد کردن  $\sqrt{-۱}$  به آسانترین صورت بیان می شوند، و در عین حال این روابط بدون آن هم وجود دارند؟ زیرا درست به همین دلیل است که این نوع ریاضیات حتی در علم و تکنولوژی هم بسیار مفید است. نکته حساس و تعیین کننده، مثلاً در نظریه توابع، وجود قوانین ریاضی مهمی است که بر رفتار جفتهایی از متغیرهای پیوسته حاکم اند. این روابط را با وارد کردن مفهوم انتزاعی  $\sqrt{-۱}$  بهتر می توان دریافت، هر چند این مفهوم برای فهم ما علی‌الاصول ضرورت ندارد و هر چند در میان اعداد طبیعی هم نظیری برای آن نمی توان یافت. یک مفهوم انتزاعی دیگر مفهوم بینهایت است، که آن هم در ریاضیات جدید نقش مهمی ایفا می کند. این مفهوم نیز مصداقی ندارد و گذشته از آن مشکلات عظیمی را هم پدید می آورد. خلاصه کلام، ریاضیات دائماً در کار انتزاع پیشتر می رود، و با این کار باعث می شود که ما قلمروهای گسترده تری را به صورت منسجم ادراک کنیم. حالا به سؤال اصلی برمی گردم و می پرسم که آیا می توان عبارت 'وجود دارد' دینی را هم یک نوع کوشش برای رسیدن به مراتب بالاتری از انتزاع دانست، کوششی که البته از نوع دیگری است؟ یعنی آیا می توان آن را راهی برای تسهیل در فهم ارتباطهای کلی دانست؟ زیرا به هر حال، واقعیت داشتن این ارتباطها معلوم است و فرقی نمی کند که ما می خواهیم در داخل کدام چارچوب جایشان بدهیم.»

پس جواب داد: «مقایسه‌ای که کردید شاید در مورد جنبه معرفتی مسأله درست

باشد، اما از جهات دیگر اصلاً کافی نیست. در ریاضیات، می‌توانیم میان خود و مضمون گزاره‌هایی که بیان می‌کنیم، فاصله‌ای را حفظ کنیم، زیرا هر چه باشد، ریاضیات يك بازی ذهنی است که وارد شدن یا وارد نشدن در آن به دست خود ماست. اما دین با وجود ما و با زندگی و مرگ ما سر و کار دارد، و احکام آن می‌خواهند بر اعمال ما، و دست کم غیر مستقیم بر وجود ما، حاکم باشند، و بنابراین نمی‌توان از بیرون و بدون احساس به آنها نگاه کرد. گذشته از این، نظر ما دربارهٔ دین از نظری که دربارهٔ جامعه داریم جدا نیست. حق، اگر دین در ابتدا به صورت ساخت معنوی جامعهٔ بشری خاصی به وجود آمده باشد، باز جای بحث هست که آیا در سراسر تاریخ قوی‌ترین نیروی شکل‌دهنده بوده، یا جامعه وقتی به وجود آمد ساختهای معنوی جدیدی را ایجاد می‌کند و با سطح معرفت خود تطبیق می‌دهد. امروزه به نظر می‌آید که هر فردی می‌تواند چارچوب معنوی اعمال و اندیشه‌های خود را با آزادی کامل انتخاب کند، و این امر نشان می‌دهد که مرز میان فرهنگها و جوامع مختلف دارد به تدریج از بین می‌رود. اما حتی وقتی که فرد سعی می‌کند بیشترین مقدار آزادی را به دست آورد، باز هم ساختهای معنوی موجود، دانسته یا ندانسته، بر رفتار او مؤثرند. زیرا او باز باید بتواند با افراد دیگر جامعه‌ای که زندگی در آن را برگزیده، از مرگ و زندگی و وضع بشری سخن بگوید؛ باید کودکان خود را بر پایهٔ هنجارهای آن جامعه تربیت کند، و با زندگی آن سازگار سازد؛ و احتمالاً باریک‌اندیشیهای بحث معرفت نمی‌تواند او را در نیل به این اهداف یاری کند. در این مورد نیز، تفکر انتقادی دربارهٔ مضمون معنوی يك دین معین و عملی که بر اساس پذیرش اختیاری آن دین صورت گیرد، مکمل یکدیگرند. چنین پذیرشی، اگر آگاهانه صورت بگیرد، فرد را از نیروی هدفداری پر می‌کند، به او کمک می‌کند که بر تردیدها فائق آید، و اگر بناچار باید رنج بکشد، به او تسلائی می‌بخشد که فقط از احساس زیستن زیر يك سرپناه گسترده به انسان دست می‌دهد. به این اعتبار، دین به هماهنگ شدن زندگی اجتماعی کمک می‌کند، و مهمترین کارش این است که به زبان تمثیل و تعبیر، ما را از چارچوب گسترده‌تری که زندگیمان را در بر می‌گیرد آگاه می‌سازد.»

گفتم: «شما دائماً به آزادی انتخاب فرد اشاره می‌کنید و آن را با آزادی فیزیکیان اتمی در نحوهٔ ترتیب دادن آزمایشهایش مقایسه می‌کنید. اما فیزیکیان کلاسیک از این آزادی بهره‌مند نیست، پس آیا معنیش این است که خصوصیات ویژهٔ فیزیک جدید رابطهٔ نزدیکی با مسألهٔ آزادی اراده دارند؟ می‌دانید که خیلیها این را که فرایندهای اتمی را نمی‌توان کاملاً تعیین کرد، برهانی بر وجود آزادی اراده و دخالت

الهی دانسته اند.»

بور گفت: «من اعتقاد را سخ دارم که این نظر یکسره بر پایه يك سوء تفاهم ساده یا خلط مبحث استوار است، یعنی خلط میان مسایلی که، به نظر من، به دو نحوه متمایز نگریستن به امور مربوط می شوند، که در عین حال مکمل یکدیگرند. وقتی از آزادی اراده سخن می گوئیم، منظورمان وضعیتی است که باید در آن تصمیمی بگیریم. این وضعیت با وضعیت دیگری که در آن انگیزه های اعمال خود را تحلیل می کنیم، یا حتی فرایندهای فیزیولوژیکی را مطالعه می کنیم (مثلاً فرایندهای الکترو شیمیایی را که در مغز رخ می دهند) مانعة الجمع است. به عبارت دیگر، هر دو مکمل یکدیگرند، و از این رو این پرسش که قوانین طبیعی رویدادها را کاملاً تعیین می کنند یا فقط به صورت آماری، ارتباطی به مسأله آزادی اراده ندارد. طبیعی است که انواع مختلف نگرشهایی که به امور داریم، باید سرانجام و در درازمدت با هم سازگار شوند، یعنی باید بتوانیم آنها را به عنوان اجزاء غیر متناقض يك واقعیت واحد بشناسیم، هر چند هنوز نمی توانیم بگوئیم که رسیدن به این منظور چگونه ممکن است. وقتی از مداخله الهی در امور سخن می گوئیم، کاملاً روشن است که منظورمان تعیین کردن يك رویداد به صورت علمی نیست، بلکه منظورمان رابطه با معنایی میان این رویداد و رویدادهای دیگر یا فکر انسانی است. اما این ارتباط عقلانی به همان اندازه جزء واقعیت عینی است که علیت علمی، و خیلی ساده اندیشی است اگر آن را منحصرأ به وجه ذهنی واقعیت منسوب کنیم. در این مورد نیز می توانیم از موقعیت مشابهی در علوم طبیعی، چیزی بیاموزیم. بسیاری از روابط زیستی معروف را ما به صورت علی توصیف نمی کنیم، بلکه در توصیف آن غایت اندیشانه، یعنی با توجه به غایات آن، سخن می گوئیم. برای مثال، کافی است فرایند بهبود یافتن را در يك جاندار زخمی در نظر بگیریم. رابطه ای که میان تعبیر غایت اندیشانه و تعبیر مبتنی بر قوانین فیزیکی-شیمیایی یا اتمی هست، کاملاً رابطه تکمیلی است؛ به این معنی که در یکی از این دو مورد می پرسیم که آیا فرایند مورد بحث به نتیجه مطلوب، یعنی بازگشت جاندار به شرایط عادی، می انجامد، و در مورد دیگر پرسشمان راجع به سلسله علت و معلولی است که فرایندهای فیزیکی-شیمیایی را تعیین می کند. این دو توصیف مانعة الجمع اند، اما معلوم نیست که نقیض یکدیگر باشند. دلایل قوی در دست است که قوانین مکانیک کوانتومی در جانداران نیز مثل ماده بیجان برقرارند، و با همه احوال، توصیف غایت اندیشانه هم اعتبار دارد. اعتقاد من این است که شاید تنها درسی که باید از تحول فیزیک اتمی آموخت این باشد که عادت کنیم باریکتر از گذشته

بیندیشیم.»

من به اعتراض گفتم: «ما همیشه آخر سر به جنبه معرفتی دین برمی گردیم، اما حمله دیراک به دین بیشتر به جنبه اخلاقی آن بود. او بخصوص با پی صدافتی و خودفریبی که خیلی وقتها با تفکر دینی همراه است، مخالف است، اما بیزاری شدیدش او را به صورت مدافع متعصب خردگرایی درآورده است، و من حس می کنم که خردگرایی به تنهایی کافی نیست.»

نیلس گفت: «من فکر می کنم دیراک خوب کاری کرد که خطر خودفریبی و تناقض را به شما گوشزد کرد، اما ولفگانگ هم حق داشت که با گفتن لطیفه ای او را متوجه کرد که گریختن کامل از این خطر تا چه اندازه دشوار است.» نیلس گفتگورا با یکی از آن داستانهایی که معمولاً در این گونه موارد نقل می کرد، خاتمه داد: «همسایه ای در تیسویلده داریم که يك وقت نعل اسبی روی سر در خانه اش زده بود. یکی از آشنایان مشترك از او پرسیده بود: 'راستی راستی شما خرافی شده اید؟ واقعاً اعتقاد دارید که آن نعل اسب خوشبختی می آورد؟' و او جواب داده بود: 'البته که نه، ولی می گویند حتی برای کسانی هم که اعتقاد ندارند خوشبختی می آورد.'»



## فیزیک اتمی و پراگماتیسم (۱۹۲۸)

در نظر کسانی که در تحول فیزیک اتمی دخالت داشتند، پنج سال بعد از کنگره سولوی دربروکسل سالهای پرهیجانی بود، و ما غالباً این سالها را عصر طلایی فیزیک اتمی می نامیدیم. مواعی که در سالهای پیش از آن همه نیروی ما را به خود معطوف می داشت از سر راه کنار رفته بود؛ درها به روی یک قلمرو کاملاً جدید - بررسی پوسته اتم از دیدگاه مکانیک کوانتومی - گشوده شده بود، و میوه های تازه آماده چیدن بود. روشهای جدید زمینه هایی چون پدیده های فرامغناطیسی و پیوند اتمی در جامدات را - که پیش از آن قادر به درک درستشان نبودیم و در عوض از مفاهیم مبهم یا قواعد تجربی استفاده می کردیم - کاملاً روشن می کرد. علاوه بر این، به نظر می آمد که فیزیک جدید حتی از لحاظ فلسفی هم، از جهات بسیار، بر فیزیک قدیم برتری دارد؛ به نظر می آمد که بسیار وسیعتر و غنی تر است اما هنوز معلوم نبود که این وسعت و غنا در چه جهاتی است.

در اواخر پاییز ۱۹۲۷ که دانشگاههای لایپزیگ و زوریخ به من پیشنهاد استادی کردند، من اولی را برگزیدم، زیرا در آنجا می توانستم با پیتردی، فیزیکدان تجربی ممتاز، همکاری داشته باشم. گرچه اولین کلاس من درباره نظریه اتمی فقط با یک دانشجو تشکیل شد، یقین داشتم که سرانجام می توانم بسیاری دیگر را به محفل فیزیک اتمی جدید وارد کنم.

پیش از آنکه به سرکار جدیدم بروم، به من مرخصی دادند تا سفری برای تدریس به آمریکا بکنم. بنابراین در فوریه ۱۹۲۹ در یک روز بسیار سرد از برهماون<sup>۱</sup> با



کشتی عازم نیویورک شدم. دوروز تمام طول کشید تا از بندرگاه بیرون آمدیم، زیرا سطح آبراهه عبور کشتیها را یخ کلفتی پوشانده بود، و همینکه به دریا رسیدیم، سخت ترین توفان دریایی که در عمرم دیده‌ام کشتی ما را بازیچه خود کرد. به هر حال، بعد از چهارده روز سخت، ساحل لانگ آیلند<sup>۱</sup>، و در گرگ و میش صبح، افق مشهور نیویورک پیش چشم ما نمودار شد و به ما خوشامد گفت.

دنیای جدید از همان آغاز مرا مجذوب خود ساخت. رفتار بی قید و بند جوانان، گرمی و مهمان نوازی صادقانه آنها و خوشبینی شادمانه شان همه در من این احساس را برمی‌انگیخت که گویی بار سنگینی از روی دوشم برداشته شده است. توجه به نظریه جدید اتمی بسیار شدید بود، و چون دانشگاههای بسیاری در سراسر آمریکا از من دعوت کرده بودند، با جنبه‌های مختلف زندگی آمریکایی آشنا شدم. هر جا که بیش از چند روز می‌ماندم در جریان بازی تنیس یا گردش با قایق بادبانی یا پارویی، دوستان تازه‌ای پیدا می‌کردم، و بیشتر وقتها کار ما به بحثهای طولانی درباره تحولات اخیر فیزیک اتمی می‌کشید. بخصوص یکی از این بحثها را که با همراه جوانم، بارتون هواگ<sup>۲</sup>، داشتم به خاطر دارم. او فیزیکدان تجربی جوانی اهل شیکاگو بود که از من دعوت کرد با هم برای ماهیگیری به دریاچه‌های دور دست شمالی برویم.

من چیز غریبی را که در این سفر حس کرده بودم برای او بازگو کردم: به خلاف اروپاییها که نظرشان نسبت به جنبه‌های انتزاعی و تجسم ناپذیر فیزیک جدید، از قبیل دوگانگی ذره و موج و خصلت آماری قوانین طبیعی، توأم با اکراه و غالباً دشمنی آشکار بود، به نظر می‌آمد که بیشتر فیزیکدانان آمریکایی بدون آنکه زیاد ملاحظه کاری به خرج دهند، آمادگی پذیرش رهیافت جدید را دارند. از بارتون پرسیدم که این اختلاف را چگونه توضیح می‌دهد و او در جواب گفت:

«شما اروپاییها، و بخصوص شما آلمانیها، تلقی‌تان از این مفاهیم جدید طوری است که گویی پای اصول در میان است، اما نظر ما ساده‌تر است، فیزیک نیوتونی پدیده‌های مشهود را با دقت کافی توصیف می‌کرد، بعد با پدیده‌های الکترومغناطیسی سروکار پیدا کردیم و دیدیم که مکانیک نیوتونی کفایت ندارد و چاره کار به دست معادلات ماکسول است، و سرانجام مطالعه فرایندهای اتمی به ما نشان داد که نه فیزیک کلاسیک می‌تواند از عهده توجیه شواهد تجربی برآید و نه الکترودینامیک، و بنابراین فیزیکدانان خواه ناخواه مجبور شدند که از قوانین و معادلات پیشین فراتر

1. Long Island

2. Barton Hoag

بروند، و در نتیجه مکانیک کوانتومی به وجود آمد. علی‌الاصول رفتار فیزیکدانان، وحقی فیزیکدانان نظری، شبیه مهندسی است که پل تازه‌ای می‌سازد. اوپی می‌برد که فرمولهایی که قبلاً به کار می‌برده با این ساختمان جدید مطابقت ندارد. لازم می‌شود که فشار باد، خستگی فلز و تغییرات دما را در نظر بگیرد، و او این همه را به صورت فرمولهای تازه در می‌آورد. نتیجه کار او نقشه مطمئن تری است که همه را راضی می‌کند. اما اصول اساسی مهندسی تغییر نمی‌کند. همین را در مورد فیزیک جدید هم می‌توان گفت. اشتباه شما شاید این باشد که قوانین طبیعت را مطلق تصور می‌کنید، و بنا بر این وقتی لزوم تغییرشان پیش می‌آید شگفت زده می‌شوید. به تصور من، 'قانون طبیعت' فقط یک نسخه عملی است برای بررسی طبیعت در یک حوزه خاص، که ما با وضع این اصطلاح به آن تقدس می‌بخشیم، و اعتقاد داریم که اگر روزی از همه ادعاهای مطلق اندیشانه خود دست برداریم، مشکلات هم خود به خود رفع می‌شوند.»

پرسیدم: «پس شما اصلاً تعجب نمی‌کنید که یک الکترون در یک مورد مثل موج به نظر بیاید و در مورد دیگر مثل ذره؟ به نظر شما کل قضیه چیزی نیست جز تعمیم فیزیک قدیم، منتها به طرق نامنتظر؟»

«چرا، تعجب می‌کنم؛ اما به هر حال می‌فهمم که چنین چیزهایی در طبیعت رخ می‌دهد و کاری هم از دست ما ساخته نیست. اگر ساختهایی وجود دارند که در یک مورد مثل موج به نظر می‌آیند و در مورد دیگر مثل ذره، معلوم می‌شود که ما باید مفاهیم جدیدی ابداع کنیم. شاید لازم باشد که این ساختهای جدید را 'موجذره' بنامیم و مکانیک کوانتومی را توصیف ریاضی رفتار آنها بدانیم.»

«نه، به نظر من این راه حل بیش از اندازه ساده است. چون به هر حال، موضوع بحث ما از خصوصیات ویژه الکترون نیست، بلکه از خصوصیات هر نوع ماده و هر نوع تابش است. چه الکترون را در نظر بگیریم و چه کوانتومهای نور را، چه مولکول بنزول را و چه یک تکه سنگ را، در هر حال با این دو خصوصیت روبرو می‌شویم: خصوصیت موجی و خصوصیت ذره‌ای. به عبارت دیگر، جنبه‌های آماری قوانین فیزیکی عام است، البته این جنبه‌های کوانتومی در ساختهای اتمی خیلی بیشتر از اشیاء عادی آشکار است.»

«بسیار خوب، پس در این صورت شما تغییری در قوانین نیوتونی و ماکسولی داده‌اید، این تغییرات به چشم ناظر پدیده‌های اتمی بسیار آشکارند اما برای کسانی که در حوزه‌های متعارفتر کار می‌کنند محسوس نیستند. در هر دو حالت، این تغییرات

نشانه پیشرفت و اصلاح است و مکانیک کوانتومی هم در آینده اصلاح خواهد شد تا از عهده توضیح پدیده‌هایی که هنوز از دسترس ما بیرون‌اند، برآید. تا آن وقت مکانیک کوانتومی به نظر من دستورالعمل صحیحی برای حوزه اتمی است که ارزش خودش را هم ثابت کرده است.»

نظر بارتون برای من زیاد قانع کننده نبود، اما دیدم که اگر بخواهیم دلیلش را برای او آشکار کنم باید صریحتر باشم، این بود که با لحنی نیشدار گفتم: «من فکر می‌کنم که مکانیک نیوتونی را به هیچ صورت نمی‌توان بیشتر برد و اصلاح کرد، چون در مواردی که می‌توانیم پدیده خاصی را با مفاهیم فیزیک نیوتونی - یعنی موقعیت، سرعت، شتاب، جرم، نیرو، و غیره - توصیف کنیم، قوانین نیوتون کاملاً برقرارند و از حالا تا صد هزار سال دیگر هم از هیچ لحاظی تغییر نمی‌کنند. شاید اگر بخواهم دقیقتر باشم باید بگویم، قوانین نیوتون تا آن درجه از دقت که پدیده‌های مربوطه را می‌توان با این مفاهیم توصیف کرد، برقرارند. البته فیزیکدانان کلاسیک هم می‌دانستند که این دقت حدی دارد، و هیچ یک از ایشان ادعا نکرده است که می‌تواند با هر دقتی که بخواهد اندازه‌گیری کند. اما اینکه دقت اندازه‌گیری علی‌الاصول محدود است، یعنی روابط عدم قطعیت آن را محدود می‌کنند، چیز کاملاً تازه‌ای است، چیزی است که اول بار در حوزه اتم با آن روپرو شده‌ایم. اما در حال حاضر، لازم نیست وارد این موضوع بشویم. از لحاظ بحث ما، تذکر این نکته کافی است که مکانیک نیوتونی، تا آنجایی که می‌توان اندازه‌گیریهای دقیقی از این نوع کرد، کاملاً معتبر است و در آینده هم معتبر خواهد بود.»

بارتون جواب داد: «اینجای حرف شما را نمی‌فهمم. آیا مکانیک نسبیتی شکل اصلاح شده مکانیک نیوتونی نیست؟ - حتی اگر اصل عدم قطعیت را وارد بحث نکنیم.»

سعی کردم که او را متوجه کنم: «می‌توانیم اصل عدم قطعیت را وارد بحث نکنیم، اما نمی‌توانیم این نکته را نادیده بگیریم که سروکار ما با یک ساخت جدید فضا-زمان است، و بخصوص با یک رابطه کاملاً متفاوت بین زمان و فضا. تا وقتی که از زمان مطلق حرف می‌زنیم، یعنی زمانی که ظاهراً از موقعیت و حالت حرکت ناظر استقلال دارد، تا وقتی که سروکار ما با اجسام صلب (یا عملاً صلب) با حجم معین است، قوانین نیوتون برقرارند. اما وقتی به فرایندهایی می‌رسیم که سرعتهای بسیار زیاد در آنها وجود دارد، و در عین حال سعی می‌کنیم که اندازه‌گیریهامان خیلی دقیق باشند، بی‌می‌بریم که دیگر از مکانیک نیوتونی یک توصیف درست و کافی به دست نمی‌آید.

مثلاً در می‌یابیم که ساعت ناظر متحرك به نظر می‌آید که کندتر از ساعت ناظر ساکن حرکت می‌کند، و از این قبیل؛ و بعد ناچار می‌شویم که دست به دامن مکانیک نسبیتی بشویم.»

«اما شما چرا نمی‌خواهید مکانیک نسبیتی را شکل اصلاح شده مکانیک نیوتونی بنامید؟»

«من فقط با اصطلاح 'شکل اصلاح شده' مخالفم، زیرا ممکن است منشأ بدفهمیهایی بشود، اما اگر این خطر در میان نباشد حرفی ندارم. سوء تفاهم، بخصوص، با این تصور شما رابطه دارد که پیشرفت در فیزیک از نوع پیشرفت در زمینه مهندسی است. به تصور من، مقایسه دگرگونیهای اساسی که در گذر از مکانیک نیوتونی به مکانیک نسبیتی یا کوانتومی رخ می‌دهد با اصلاحاتی که مهندسان در کار خود به عمل می‌آورند، از بیخ و بن اشتباه است. چون اصلاحاتی که مهندسان می‌کنند مستلزم تغییر مفاهیم بنیادی ایشان نیست و در نظر ایشان، اصطلاحات فنی همان معنای قدیمی خود را حفظ می‌کنند؛ خیلی که باشد فرمولهایی را تغییر می‌دهند یا تصحیح می‌کنند تا عواملی را که قبلاً از چشم دور مانده در نظر بگیرند. اما این نوع تغییرات اصلاً در مکانیک نیوتونی معنی ندارد، زیرا هیچ آزمایشی نیست که ما را وادار به این کار بکند. و درست به همین دلیل می‌توانیم بگوییم که فیزیک نیوتونی اعتبار مطلق دارد، یعنی در حوزه کاربرد خودش نمی‌توان آن را با تغییرات کوچک اصلاح کرد. اما حوزه‌هایی از تجربه وجود دارد که در آنجا از نظام مفاهیم مکانیک نیوتونی کاری ساخته نیست. در این حوزه‌ها به ساختهای مفهومی جدید، مثلاً از نوعی که در نظریه نسبیت یا مکانیک کوانتومی عرضه می‌شود، نیاز داریم. فیزیک نیوتونی نظام بسته‌ای است - مصالح فیزیکی مهندسان اصلاً نمی‌تواند به آن معنی بسته باشد - و به دلیل همین انسجام است که تغییرات جزئی در آن جایی ندارد. بلکه تنها کاری که می‌توان کرد این است که نظام جدیدی از مفاهیم اختیار کنیم که نظام پیشین، به صورت یک حالت حدی، در آن جای می‌گیرد.»

بارتون پرسید: «چگونه می‌شود پی برد که قلمرو خاصی از فیزیک، به معنایی که در مورد مکانیک نیوتونی گفتید، بسته است؟ چه معیارهایی قلمروهای بسته را از قلمروهایی که هنوز بازند متمایز می‌کند، و قلمروهای بسته فیزیک امروزی کدام است؟»

«مهمترین معیار بسته بودن یک نظام، وجود یک دسته اصول موضوع است که به صورت دقیق تنظیم شده و با یکدیگر سازگار باشند و این اصول بر مفاهیم و روابط

منطقی میان آنها حکومت کنند. میزان تطابق هر نظام اصل موضوعی را با واقعیت فقط از راه تجربه می‌توان تعیین کرد، و فقط در صورتی چنین نظامی را «نظریه» می‌نامیم که نماینده حوزه‌های وسیعی از تجربه باشد. بر این پایه می‌توان چهار قلمرو بسته در فیزیک تشخیص داد: مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک آماری، نسبیت خاص به اضافه الکترودینامیک ماکسولی، و چهارم مکانیک کوانتومی جدید. در هر یک از این قلمروها نظامی از مفاهیم و اصول موضوع، با تنظیم دقیق، وجود دارد که قضایای آن در حوزه خاصی از تجربه که آن نظریه توصیفش را عهده‌دار است، کاملاً برقرارند. به نظر من هنوز خیلی زود است که نظریه نسبیت عام را جزء نظامهای بسته محسوب کنیم، زیرا نظام اصل موضوعی آن هنوز روشن نیست و از کاربرد آن در مسایل کیهانشناختی هنوز جوابهای گوناگونی به دست می‌آید. بنابراین درحال حاضر باید آن را یکی از نظریه‌های باز بدانیم که هنوز پر از پرسشهای بیجواب است.»

ظاهراً جواب من بارتون را قانع کرده بود، اما می‌خواست انگیزه‌های مرا در مورد مطرح کردن نظریه نظامهای بسته بهتر بشناسد. «چرا به این موضوع که گذر از یک قلمرو به قلمرو دیگر، مثلاً از فیزیک نیوتونی به نظریه کوانتومی، پیوسته نیست و گسسته است، این همه اهمیت می‌دهید؟ البته حق با شماست که می‌گویید مفاهیم جدیدی وارد کار می‌شوند و در هر قلمرو جدید پرسشهای جداگانه‌ای مطرح می‌شوند اما این قضیه چرا باید این قدر اهمیت داشته باشد؟ چون پیشرفت علم و دستیابی به قلمروهای وسیعتر طبیعت است، و پیوسته بودن یا گام به گام بودن پیشرفت به نظر من اصلاً اهمیت ندارد.»

«نه، اصلاً چنین نیست. تصور شما از پیشرفت پیوسته، به صورتی که در مهندسی سراغ داریم، فیزیک را به درجه‌ای ضعیف می‌کند، یا رقیق می‌کند، که دیگر اصلاً نمی‌توانیم آن را علم دقیق بنامیم. اگر می‌خواستیم کار فیزیک را به این صورت عملی صرف پیش ببریم، می‌بایست قلمروهای خاصی را که از لحاظ تجربی در اختیار ما بود انتخاب می‌کردیم و بعد سعی می‌کردیم پدیده‌هایی را که در آن قلمروها رخ می‌دهند با روابط تقریبی نمایش دهیم، و اگر معلوم می‌شد که دقت نتایج خیلی کم است، همیشه می‌توانستیم تصحیحات جدیدی وارد کنیم. اما در این صورت ناچار می‌شدیم از پرسش درباره ارتباطات وسیعتر دست برداریم و احتمال خیلی کمی داشت که با این روش حتی به روابط ساده‌ای که، مثلاً، مکانیک نیوتونی را از نجوم بطلمیوسی متمایز می‌کند، برسیم. به عبارت دیگر، مهمترین معیاری را که در فیزیک برای حقیقت و

صدق وجود دارد، یعنی سادگی نهایی قوانین فیزیکی، از دست می‌دادیم. البته شما ممکن است اعتراض کنید که این اصرار در مورد سادگی، چیزی جز عطش پنهان برای رسیدن به مطلق نیست و کمترین توجیه منطقی ندارد. چرا باید قوانین فیزیک ساده باشند، چرا باید قلمروهای وسیعی از تجرب به را بتوان به صورت ساده نمایش داد؟ جواب این سؤال در تاریخ علم است. قبول دارید که هر يك از چهار قلمرو بسته‌ای که ذکر کردم نظام اصل موضوعی خیلی ساده‌ای دارد که می‌تواند مجموعه بسیار وسیعی از روابط را در بر بگیرد. فقط در این گونه نظامهای اصل موضوعی حق داریم از 'قوانین فیزیکی' سخن بگوییم، اگر اینها نبودند فیزیک به مقام شامخ علم دقیق ارتقا نمی‌یافت.

«این سادگی نتیجه دیگری هم دارد که بر رابطه ما با قوانین فیزیکی تأثیر می‌گذارد. اگر ما - به همان صورت که باید گامهای اولمان را در فیزیک نظری برداریم - نتایج آزمایشها را در فرمولها وارد کنیم و به يك توصیف پدیده شناختی از فرایندهای مورد نظر برسیم، چنین تصور خواهیم کرد که فرمولها را خودمان ساخته‌ایم. اما اگر بر حسب تصادف به یکی از آن روابط بسیار ساده و وسیع، که بعداً باید جزء نظام اصل موضوعی بشود، بر بخوریم آن وقت قضیه بکلی فرق می‌کند. چون در این حالت یکباره و به‌طور غیر مترقبه با رابطه‌ای روپر و شده‌ایم که همواره وجود داشته است، و کاملاً پیداست که نه ما آن را ساخته‌ایم و نه شخص دیگری. محتوای واقعی علم ما این گونه روابط است. انسان وقتی حق دارد مدعی فیزیکدانی بشود، که وجود این روابط را جذب وجود خود کرده باشد.»

بارتون به فکر فرورفت. چیزی در مخالفت با من نگفت، اما به روشنی می‌دیدم که نوع اندیشه من برای او چندان آشنا نیست.

خوشبختانه تعطیلات ما همه‌اش از این بحثهای فشرده پر نشد. اولین شب را در کلبه‌ای در ساحل دریاچه‌ای دور افتاده، در قلب پهنه‌ای از آب و جنگل که بی‌پایان به نظر می‌آمد، گذرانیدیم. فردای آن روز، يك راهنمای سرخپوست ما را به ماهیگیری برد. چنان محل را خوب می‌شناخت که ظرف يك ساعت هشت ماهی خیلی بزرگ گرفتیم که از آن غذای خیلی خوشمزه‌ای برای خود ما و خانواده راهنمایان فراهم شد. روز بعد باز به ماهیگیری رفتیم، اما این بار بدون سرخپوست. گرچه وضع باد و هوا تقریباً مثل روز پیش بود و ما هم یکر است به همان جای دیروز رفتیم و تمام روز را هم در آنجا ماندیم، موقع برگشتن دست خالی بودیم. بارتون گفت: «این ماهیها مثل اتمها هستند. اگر آدم با عاداتها و واکنشهای خصوصی‌شان کاملاً آشنا

نباشد، اصلاً نمی تواند گیرشان ببندازد.»

در اواخر اقامت در آمریکا، با پل دیراک قرار گذاشتیم که با هم به وطن برگردیم. قرار بود در پارک یلواستون<sup>۱</sup> یکدیگر را ببینیم، چند روزی به گردش برویم بعد با کشتی به ژاپن برویم و از راه آسیا به اروپا برگردیم. بنا بود در هتل روبروی آلدیفیت فول<sup>۲</sup> به هم بپیوندیم، اما من چون یک روز زودتر به آنجا رسیدم، مقداری به تنهایی کوهنوردی کردم. هنگام صعود دیدم که به خلاف کوههای آلپ، زیاد پای انسان به این کوهها نرسیده است. نه راهی بود و نه جای پای و نه نشانه‌ای، و اگر انسان دچار مشکلی می شد امید نبود که کمکی به او برسد. هنگام بالا رفتن، وقت زیادی را صرف پیمودن یک بیراهه کردم و وقت پایین آمدن چنان خسته بودم که روی علفها نشستم و فوراً خوابم برد. وقتی بیدار شدم که دیدم خرسی دارد صورتم را می لیسد. چنان وحشت کردم که فوراً به راه افتادم، اما تا راه را پیدا کنم و به هتل برگردم شب شده بود.

در نامه‌ام به پل دیراک نوشته بودم که شاید بتوانیم به دیدن برخی از آبفشانها برویم و جای خوشوقتی است اگر بتوانیم یکی دو تا از آنها را در حال فعالیت ببینیم. وقتی پل را ملاقات کردم، دیدم که او با آن نظم و دقت خاص خودش نقشه دقیقی برای گردشمان تهیه کرده و در آن نه فقط ساعت فعالیت این چشمه‌های طبیعی را مشخص کرده، بلکه راهی را هم تعیین کرده است که در مدت یک بعد از ظهر بتوانیم بیشترین تعداد ممکن آبفشان را در حال فعالیت ببینیم.

در سفر طولانی دریاییمان، که از راه هاوایی ما را از سانفرانسیسکو به یوکوهاما<sup>۳</sup> رساند، درباره فیزیک گفتگوی فراوان کردیم. گرچه از شرکت در بازیهای تنیس روی میز یا شافل بورد<sup>۴</sup> لذت می بردم، اما بعضی ساعتها هم روی عرشه در یک صندلی فرو می رفتم و به تماشای گله‌های دولفین که در اطراف کشتی جست و خیز می کردند، یا دسته‌های ماهیهای پرنده که به سرعت می گریختند، مشغول می شدم. چون پل هم معمولاً روی صندلی بغل دست من می نشست، می توانستیم به تفصیل درباره تجربه‌هایی که هر یک در آمریکا داشته‌ایم و نظرمون درباره فیزیک صحبت کنیم. پل خیلی کمتر از من از اینکه فیزیکدانان آمریکایی فوراً جنبه‌های انتزاعی و تجسم‌ناپذیر فیزیک جدید را می پذیرفتند در شگفت بود. شاید او هم مثل بارتون فکر می کرد که تکامل علم ما فرایندی است کم و بیش پیوسته، که در آن

1. Yellowstone

2. Old Faithful

3. Yokohama

4. Shuffleboard

کشف سریعترین راهی که ما را به مرحله بعدی می‌رساند بیش از روشن کردن ساختی از مفاهیم که در هر مرحله از پیشرفت ایجاد می‌شود، اهمیت دارد. چون وقتی انسان تلقی عملی داشته باشد، ناگزیر باید پیشرفت علم را يك فرایند پیوسته و بی‌پایان بداند که ضمن آن فکر ما خود را با مجموعه روبه رشد معارف تجربی سازگار می‌کند. بنابراین چیزی که اهمیت دارد تعبیر غالب نیست، بلکه شیوه سازگار شدن است.

پل هم مثل من اعتقاد داشت که در ضمن این فرایند، قوانین ساده فیزیکی به دست می‌آیند، یا به قول من، پیش چشم ظاهر می‌شوند. اما از لحاظ روش، او کارش را با مسایل جزئی شروع می‌کرد نه با ارتباطات وسیع. وقتی روشش را برایم توضیح داد، به نظرم آمد که شیوه او در تحقیق علمی مثل شیوه‌ای است که بعضی از کوهنوردان در صعودهای دشوار دارند، آنچه برایشان مهم است این است که سه متر بعدی را بالا بروند، زیرا وقتی این کار به اندازه کافی تکرار شد خود به خود به قله می‌رسند. به نظر آنها، فکر کردن مدام به صعود به طور یکپارچه با همه دشواریهای چاره ناپذیر آن، فقط باعث دلسردی می‌شود، و به هر حال انسان وقتی به ماهیت مسأله پی می‌برد که به دشوارترین تیغه برسد. نظر من با او فرق داشت، و اگر بخواهم همچنان تمثیل کوهنوردی را به کار ببرم، اولین گام من تصمیم‌گیری در مورد کل صعود بود، زیرا اعتقاد داشتم که انسان فقط وقتی می‌تواند بر تك تك موانع پیر و ز شود که مسیر درست را پیدا کرده باشد. اما این تمثیل از بیخ اشتباه بود، زیرا در مورد تیغه سنگ، اصلاً از پیش نمی‌توان گفت که بالای آن چه خبر است، اما در علم روابط اساسی باید ساده باشند. اعتقاد من این بود که طبیعت طوری ساخته شده که قابل فهم است، یا بهتر بگوییم، اندیشه ما طوری ساخته شده که طبیعت را می‌تواند فهم کند. همان طور که روبرت هنگام گردش در اطراف دریاچه اشتارن برگ گفته بود: همان نیروهای سازمان‌دهنده‌ای که طبیعت را با همه شکل‌هایش صورت داده‌اند، ساخت ذهن ما را هم به وجود آورده‌اند.

پل و من درباره این مسایل روش شناختی و نیز امیدهایی که درباره تحولات بعدی داشتیم، صحبت‌های زیادی کردیم. به خلاف پل که اعتقاد داشت باید مسائل را تك تك حل کرد، من معتقد بودم که هیچ‌گاه نمی‌توان يك مسئله مجزا را حل کرد، بلکه باید در آن واحد بر چند مشکل پیر و ز شد. شاید پل فقط می‌خواست بگوید کسی که در آن واحد با بیش از يك مسأله سرو کله بزند دچار بیماری خودپسندی است، زیرا او می‌دانست که در قلمروی چون فیزیک اتمی، که این همه با تجارب روزانه ما فاصله



دارد، هر گام را باید با چه دشواریهایی برداشت. من هم می خواستم همین را بگویم که فقط وقتی مسأله دشواری را واقعاً حل می کنیم که نیم نگاهی هم به زمینه وسیعتری که آن مسأله در آن قرار دارد انداخته باشیم. این نیم نگاه باعث می شود که موانع دیگری را هم از سر راه برداریم، که شاید وجود برخی از این موانع را حتی حدس نمی زده ایم. بنابراین نظر من و او، هر دو، تا اندازه ای از حقیقت بهره داشت، و این بود که خود را با عبارتی که بورزیاد تکرار می کرد تسلی دادیم: «نقیض يك قضیه صادق يك قضیه کاذب است، اما نقیض يك حقیقت ژرف گاهی حقیقت ژرف دیگری است.»

## رابطهٔ زیست‌شناسی با فیزیک و شیمی (۱۹۳۰-۱۹۳۲)

وقتی از سفر آمریکا و ژاپن به لایپزیگ برگشتم، با تکالیف مختلفی روبرو شدم. می‌باید درس می‌دادم، آزمون فراهم می‌کردم، در جلسات اعضای گروه و امتحانات شرکت می‌کردم، کمک می‌کردم که پژوهشکدهٔ کوچک فیزیک نظریان مدرن شود، و فیزیکدانان جوان را با نظریهٔ کوانتومی آشنا می‌کردم. این کارهای متنوع دانشگاهی برای من کاملاً تازگی داشت و اسباب خوشحالیم بود. از طرف دیگر، رابطهٔ من با محفلی که در کپنهاگ دور نیلس بور برپا شده بود در طول این سالها چنان مهم شده بود که سعی می‌کردم حتی چند هفته از تعطیلاتم را در دانمارک بگذرانم. بحثهای پرحرارتی در خانهٔ بیلاقی بور در تیسویلده یا در قایق بادبانی که او و دوستانش در لانزینی<sup>۱</sup> در بندر کپنهاگ داشتند، و با آن تا دل دریای بالتیک می‌رفتند، در می‌گرفت.

خانهٔ بیلاقی در زیلند شمالی، در یکی دو کیلومتری ساحل و در کنار یک جنگل بزرگ قرار داشت. من این خانه را از آن گردش اول خوب می‌شناختم. برای رسیدن به ساحل آشنا، باید از یک گذرگاه شنی جنگلی عبور می‌کردیم، که چنان سراسر بود که انسان گمان می‌کرد در یک جنگل مصنوعی که برای مقابله با طوفان یا شنهای سرگردان درست شده، راه می‌رود. آن وقتها که بچه‌های نیلس هنوز کوچک بودند، او یک گاری و یک اسب در خانه داشت، و من افتخار بزرگی می‌دانستم که اجازه یابم یکی از بچه‌ها را با گاری به جنگل ببرم.

---

1. Langelinie

عصرها، غالباً کنار بخاری دیواری می‌نشستیم و با هزار زحمت نمی‌گذاشتیم آتش خاموش شود. وقتی درهای اتاق نشیمن را می‌بستیم بخاری دود می‌کرد و ناچار می‌شدیم که یکی از درها را باز کنیم. در نتیجه هوای سرد در اتاق جریان پیدا می‌کرد و نیلس که دوستدار حرفهای دو پهلو بود می‌گفت این بخاری را عمداً برای سرد کردن هوا نصب کرده‌اند. اما دور و بر بخاری، چه سرد بود و چه گرم، خیلی خواهان داشت و هر وقت فیزیکدانان دیگری از کهنهاگ به دیدن ما می‌آمدند، در آنجا بحثهای داغی دربارهٔ موضوعاتی که مورد علاقهٔ همه بود در می‌گرفت. بخصوص یکی از این عصرها را خوب به یاد دارم. گمان می‌کنم که کرامرز و اسکار کلاین<sup>۱</sup> هم از جملهٔ حضار بودند، و طبق معمول بحث در حول امتناع اینشتین از پذیرفتن سرشت آماری مکانیک کوانتومی جدید دور می‌زد.

اسکار کلاین گفت: «آیا عجیب نیست که برای اینشتین پذیرفتن نقش تصادف در فیزیک اتمی این قدر مشکل باشد؟ اطلاع او از ترمودینامیک آماری از غالب فیزیکدانان دیگر بیشتر است، و خود او قانون تابش پلانک را از راه آماری به طریق متقاعد کننده‌ای به دست آورده است. اما هنوز از پذیرفتن مکانیک کوانتومی سر باز می‌زند، فقط به این دلیل که تصادف در آن نقشی اساسی دارد.»

من سعی کردم نکتهٔ مسأله را گوشزد کنم: «چیزی که اسباب ناراحتی اوست همین جنبهٔ اساسی است. در یک کتری آب، نمی‌شود امید داشت که بتوان به نحوهٔ حرکت تک تک ذرات آب پی برد. بنا بر این کسی تعجب نمی‌کند که فیزیکدانان در این مورد آمار را به کار ببرند و از احتمال استفاده کنند - به همان صورت که شرکت‌های بیمهٔ عمر امید زندگی مشتریان خود را حساب می‌کنند. اما پیش از این تصور می‌کردیم که دست کم از لحاظ نظری می‌توان رفتار هر مولکولی را بر طبق قوانین نیوتون توصیف کرد، به عبارت دیگر، فکر می‌کردیم که طبیعت در هر لحظه یک حالت عینی دارد که از روی آن می‌توان حالتش را در لحظهٔ بعدی استنتاج کرد. اما در مکانیک کوانتومی این وضع دیگر برقرار نیست، یعنی ما نمی‌توانیم بدون ایجاد اختلال در پدیده‌ها مشاهده‌ای بکنیم، و تأثیرات کوانتومی مشاهده‌ای که انجام می‌دهیم خود به خود مقداری عدم قطعیت در پدیده‌ای که مشاهده می‌شود وارد می‌کند. اینشتین از پذیرفتن این موضوع سر باز می‌زند، گرچه از واقعیات کاملاً آگاه است. او اعتقاد دارد که تعبیر ما کامل نیست و امیدوار است که کشف داده‌های جدید رخنه‌های

آشکاری را که در معرفت ما هست سد کند. اما این خیال باطلی است.»

بور گفت: «من زیاد با شما موافق نیستم. البته يك تفاوت اساسی میان ترمودینامیک کلاسیک و مکانیک کوانتومی وجود دارد، اما شما در اهمیت آن اغراق می کنید. من این حرف را که در اثر مشاهده عدم قطعیتی در پدیده وارد می شود، غیر دقیق و گمراه کننده می دانم. طبیعت به ما آموخته است که بدون اینکه تعیین کنیم که چه ترتیبات آزمایشی یا وسایل مشاهداتی در کار است، لفظ پدیده را نمی توان بر فرایندهای اتمی اطلاق کرد. اگر تمهیدات آزمایشی خاصی تعریف شده باشد و مشاهده خاصی نتیجه شود، آن وقت بی شك حق داریم که از پدیده صحبت کنیم، اما حق نداریم که از مختل شدن پدیده در اثر مشاهده چیزی بگوییم. و گرچه نتایج مشاهدات مختلف را نمی توان به آن صورت مستقیم که در مکانیک کلاسیک ممکن بوده به هم مربوط کرد، معنی این حرف این نیست که مشاهده اختلالی در پدیده ها ایجاد کرده است، بلکه فقط بدین معنی است که در این مورد به خلاف فیزیک کلاسیک یا تجارب روزمره، نمی توان به نتایج مشاهدات عینیت بخشید. وضعیتهای مشاهداتی مختلف - منظورم تمهیدات کلی آزمایشی، قرائت دستگاهها و غیره است - غالباً مکمل اند، یعنی مانعاً الجمع اند، نمی توانند در آن واحد برقرار باشند و نتایجشان را نمی توان بدون دچار شدن به دردسر بیشتر به هم مربوط کرد. بنابراین به نظر من هیچ گونه اختلاف اساسی میان مکانیک کوانتومی و ترمودینامیک وجود ندارد. يك وضعیت مشاهداتی هم که در آن قرائت دما در کار باشد با وضعیتی که در آن مختصات و سرعتهای تمام ذرات دخیل را بتوان تعیین کرد، مانعاً الجمع است، زیرا خود مفهوم دما را می توان به صورت میزان خطا در مورد رفتار اجزاء دستگاه - که مشخصه وضعی است که آن را توزیع کانونیک می نامیم - تعریف کرد؛ یا به زبان ساده تر، اگر يك دستگاه متشکل از ذرات بسیار با محیط یا سیستمهای بزرگ دیگر به طور دائمی مبادله گرما کند، انرژی هر ذره دارای افت و خیزهای دائمی خواهد بود و انرژی کل دستگاه به همین. با این حال، مقادیر میانگینی که برای ذرات بسیار در مدت زمانهای طولانی به دست می آید به مقادیر میانگین این توزیع بهنجار یا کانونیک بسیار نزدیک است. همه این حرفها را می توان در نوشته های گیبس دید. و چون به هر حال دما را فقط می توان بر حسب مبادله انرژی تعریف کرد، نتیجه می گیریم که تعیین دقیق دما با تعیین دقیق مکانها و سرعتها جمع شدن نیست.»

پرسیدم: «اما آیا معنی حرف شما این نیست که دما را نمی توان يك خاصیت عینی دانست؟ ما همیشه فکر می کرده ایم که گزاره 'دمای چای درون این کتری ۷۰ درجه

است، به يك واقعیت عینی اشاره می کند، یعنی هر کس که دمای درون این کتری را اندازه بگیرد عدد ۷۰ را قرائت خواهد کرد و فرقی نمی کند که این اندازه گیری را چگونه انجام دهد. از طرف دیگر، اگر دما فقط میزان دانش یا جهل شخص را نسبت به حرکت مولکولهای درون چای تعریف کند، آنگاه، حتی اگر وضعیت واقعی دستگاه یکسان باشد، ممکن است ناظرهای مختلف مقادیر متفاوتی برای دما قرائت کنند، چون به هر حال سطح دانش ناظرهای مختلف ممکن است با هم فرق داشته باشد.»

نیلس توی حرفم دويد: «نه. شما کاملاً اشتباه می کنید. کلمه دما خود به خود به يك وضعیت آزمایشی اشاره دارد که متضمن بده و بستان انرژی است، و این امر اصلاً ربطی با خصوصیات دیگر دماسنج ندارد. ما وقتی دماسنجی را دماسنج واقعی می دانیم که حرکات مولکولی، چه در دستگاهی که می خواهیم اندازه گیری کنیم - در این مورد، چای - و چه در خود دماسنج، با دقت مورد نظر از توزیع کانونیک تبعیت کنند. وقتی چنین باشد، همه دماسنجها يك عدد را قرائت می کنند و از این حیث دما يك کیفیت عینی است. از اینجا هم معلوم می شود که مفاهیمی چون عینی و ذهنی که ما بی پروا به کار می بریم تا چه اندازه جای حرف دارند.»

به نظر می آمد که کرامرز از این تعریف راضی نیست و به نیلس گفت: «شما طوری درباره فرایندهای درون کتری صحبت می کنید که گویی به يك نوع رابطه عدم قطعیت میان دما و انرژی درون کتری معتقد هستید. اما آیا واقعاً فکر می کنید که چنین مفهومی را بشود در مورد فیزیک کلاسیک به کار برد؟»

نیلس جواب داد: «بله، فکر می کنم تا حدودی می شود. بیا بید به خصوصیات يك اتم منفرد هیدروژن در داخل کتری نگاه کنیم. دمای آن - اگر بتوان اصلاً از چنین چیزی صحبت کرد - بی گمان به اندازه دمای بقیه چای است، یعنی در این مورد ۷۰ درجه است، زیرا با همه مولکولهای دیگر چای گرما مبادله می کند. اما به دلیل همین مبادله گرما، انرژی آن افت و خیز دارد، و بدین سبب فقط می توان يك منحنی احتمال برای انرژی آن تعریف کرد. برعکس، اگر به جای دمای چای انرژی اتم هیدروژن را اندازه بگیریم، نمی توانیم انرژی را بدون ابهام از روی دما به دست آوریم، بلکه این بار هم باید يك منحنی احتمال برای دما رسم کنیم. عرض نسبی این منحنی، یا به عبارت دیگر عدم قطعیت در مقدار دقیق دما یا انرژی، در مورد جسمی به کوچکی اتم هیدروژن، نسبتاً زیاد است و بدین دلیل معنی و اهمیتی دارد. در يك شیء خیلی بزرگتر، مثلاً مقدار کمی چای در داخل ظرف، این مقدار به نحو قابل ملاحظه ای کمتر می شود و از این رو می توان آن را نادیده گرفت.»

کر امر ز اعتراض کرد: «در ترمودینامیک قدیم که ما به دانشجو یا نمان می آموزیم، انرژی و دما را به طور همزمان به هر چیزی نسبت می دهیم و یک کلمه هم درباره عدم حتمیت یا عدم قطعیت نمی گوئیم. چگونه می توان میان این امر و نظر شما سازش ایجاد کرد؟»

نیلس جواب داد: «نسبت ترمودینامیک قدیم به مکانیک آماری مثل نسبت مکانیک کلاسیک به مکانیک کوانتومی است. همان طور که می توان به مکان و انرژی اشیاء بزرگ به طور همزمان مقادیری نسبت داد، می توانیم به دما و انرژی آنها هم به طور همزمان مقادیری نسبت دهیم و خطای مهمی هم ایجاد نشود. اما در مورد اشیاء خیلی کوچک، مسئله بکلی فرق می کند. ما تا به حال در ترمودینامیک می گفتیم که این گونه اشیاء انرژی دارند ولی دما ندارند، اما به نظر من این تصور از پایه اشتباه است، و یکی از دلایلم این است که نمی دانیم مرز بین اشیای بزرگ و کوچک را باید در کجا ترسیم کرد.»

حالا همه ما می فهمیدیم که چرا نیلس خیلی کمتر از اینشتین به تفاوت بنیادی میان قوانین آماری ترمودینامیک و قوانین مکانیک کوانتومی اهمیت می دهد. او حس می کرد که مکمل بودن خصوصیت اصلی هر کوششی برای توصیف طبیعت است، و این خصوصیت در ترمودینامیک آماری هم - به ویژه در صورتی که گیس بدان داده است - مستتر است، هر چند به اندازه کافی به چشم نمی آید. اما اینشتین همچنان غرق در دنیای مفاهیم مکانیک نیوتونی یا نظریه میدانی ماکسول بود و اصلاً نمی توانست این خصوصیات مکمل را ببیند.

بعد بحث به کاربردهای دیگری که شاید مفهوم مکمل بودن داشته باشد کشیده شد و نیلس تذکر داد که به کمک آن شاید بتوان فرایندهای زیستی را از فرایندهای فیزیکی یا شیمیایی صرف بازشناخت. در یکی از سفرهایی که با قایق داشتیم، و اکنون من چند کلمه ای درباره آن می گویم، این موضوع با تفصیل بیشتر مورد بحث قرار گرفت.

ناخدای قایق ما نیلس بیروم<sup>۱</sup>، شیمی - فیزیکدانی از دانشگاه کپنهاگ بود که طنز تلخ دریانوردان کارآزموده با اطلاع کامل از دریانوردی در وجودش جمع شده بود. شخصیت جذاب او از همان آغاز چنان اطمینانی در من ایجاد کرد که دستورهایش را در هر شرایطی اطاعت می کردم. یکی از همسفران جراحی به نام

---

1. Niels Bjerrum

چیه‌ویتس<sup>۱</sup> بود که در مورد هر چیزی که در روی قایق اتفاق می‌افتاد نکته‌نیشداری می‌گفت و غالباً بیهروم آماج نیشهای دوستانه‌اش بود. بیهروم هم در جواب دادن کوتاهی نمی‌کرد و گوش دادن به بگومگوی ایشان خیلی لذت داشت. در این سفر، دو نفر دیگر هم در قایق بودند که نامشان در خاطر من نیست.

در آخر هر تابستان قایق چیتا<sup>۲</sup> را برای تعمیر از کپنهاگ به اسوندهورگ<sup>۳</sup> در جزیره<sup>۴</sup> فین<sup>۴</sup> می‌بردند. حتی اگر باد مساعد بود این سفر بیش از یک روز طول می‌کشید و ما با توجه به این نکته اسباب سفر را فراهم آوردیم. صبح خیلی زود که باد در جهت شمال غربی می‌وزید و آسمان صاف بود از کپنهاگ راه افتادیم. مسیر جنوب غربی را پیش گرفتیم و از انتهای جنوبی جزیره<sup>۵</sup> آماگر<sup>۵</sup> گذشتیم و به خلیج کوگه<sup>۶</sup> رسیدیم. بعد از چند ساعت، صخره<sup>۷</sup> پرشیب ستونس - کلینت<sup>۷</sup> پیش چشم نمودار شد و همین که از آن رد شدیم باد متوقف شد. نوزیدن باد ما را تقریباً سر جایمان می‌خکوب کرده بود و یکی دو ساعت که به این وضع گذشت کم کم مضطرب شدیم. پیش از آن بحث ما درباره<sup>۸</sup> سر نوشت مصیبت بار هیتهای کاشف قطب شمال بود، و حالا چیه‌ویتس به بیهروم می‌گفت: «اگر باد بزودی نوزد، ذخیره‌مان تمام می‌شود و باید قرعه بکشیم که چه کسی را اول بخوریم.» بیهروم یک بطری به دست او داد و گفت: «فکر نمی‌کردم که به این زودی محتاج به تسلا<sup>۹</sup>ی روحی شوی. شاید این بطری تو را یک ساعت دیگر نگاه دارد.»

یکباره آسمان را ابر پوشاند و اولین قطره‌های باران بر روی عرشه فرود آمد و ناچار شدیم بارانیهایمان را به تن کنیم. وقتی به آبراهه<sup>۱۰</sup> باریک میان جزیره‌های زیلند و موئن<sup>۱۱</sup> رسیدیم، باد به تندبادی تبدیل شده بود و باران سیل آسا فرو می‌ریخت. هدایت قایق در آن آبراهه<sup>۱۲</sup> تنگ چنان دشوار بود که بعد از یک ساعت همه داشتیم از نفس می‌افتادیم. دستهای من از کار کردن با طناب، که به آن عادت نداشتم، ورم کرده بود و چیه‌ویتس زیر لب می‌غرید: «چه بد شد که ناخدای ما نتوانست آبراهه‌ای از این باریکتر پیدا کند. هر چه باشد ما داریم برای تفریح قایقرانی می‌کنیم و نباید زیاد دلخور باشیم.» نیلس در همه<sup>۱۳</sup> کارهای دشواری می‌کرد و من از اینکه می‌دیدم او هنوز این قدر نیروی بدنی دارد در تعجب بودم. سرانجام، هنگام غروب به تنگه<sup>۱۴</sup> اشتوراشتروم<sup>۱۴</sup> رسیدیم که پهنه<sup>۱۵</sup> وسیعی است از آب میان زیلند و

1. Chievitz	2. Chita	3. Svendborg
4. Fin	5. Amager	6. Køge
7. Stvens Klint	8. Møen	9. Storstrøm

فالستر<sup>۱</sup>. چون حالا راهمان به طرف شمال غربی بود و باران هم بند آمده بود، می توانستیم استراحت کنیم و هدایت قایق را به باد بسپاریم. همچنان که در تاریکی مطلق به کمک قطبنا پیش می رفتیم، صحبت را شروع کردیم و گاه گاه جایمان را از روی چراغهای دریایی دوردست پیدا می کردیم. چند تن از همراهان به کابین کوچک پناه برده بودند تا بعد از آن زحمت جانکاه استراحت کنند یا به خواب بروند. چیهویتس سکان را به دست داشت، نیلس کنار او ایستاده بود و قطبنا را نگاه می کرد، و من در جلو مستقر شده بودم و مراقب چراغهای کشتیهای عبوری بودم. چیهویتس سر حرف را باز کرد: «خیلی خوب است که آدم مراقب چراغها باشد، اما اگر به يك وال سرگردان بر بخوریم چه کار کنیم؟ وال که نه چراغ قرمز روی این پهلویش دارد و نه چراغ سبز روی آن پهلویش، و انسان خیلی راحت با آن تصادف می کند. هایزبرگ، تو والی نمی بینی؟»

جواب دادم: «چیزی نمی بینم، گرچه خطر بعضی از واهها معلوم نیست از موجهای بزرگ بیشتر باشد.»

«خدا کند نباشد. اما اگر واقعاً به يك وال بخوریم، چی؟ وال و قایق ما هر دو سوراخ می شوند، اما يك فرق اساسی بین آنها وجود دارد: سوراخ بدن وال خود به خود درمان می شود، اما قایق ما شکسته می ماند، بخصوص اگر به قعر دریا فرو برویم. البته اگر نرویم هر وقت بخواهیم می توانیم تعمیرش کنیم.»

نیلس به بحث پیوست: «تفاوت میان ماده زنده و ماده بیجان به این سادگیها هم نیست. البته در وال ما يك نیروی سازنده را در کار می بینیم (اگر بتوان چنین اسمی رویش گذاشت) که باعث می شود قسمت مجروح شده آن دوباره درست شود. طبعاً خود وال چیزی درباره این نیروی سازنده نمی داند. اما کشتی هم بکلی بیجان نیست، بلکه با انسان رفتاری دارد که شبیه رفتار تار با عنکبوت یا آشیانه با پرنده است. سرچشمه نیروی سازنده آن در انسان است و فرایند تعمیر تا حدودی شبیه فرایند درمان است. زیرا اگر موجود زنده ای - در این مورد، انسان - وجود نداشته باشد تا شکل قایق را تعیین کند، قایق هم هیچ گاه تعمیر نمی شود. البته، اینکه در انسان این نیروی سازنده متضمن آگاهی است، تفاوت مهمی محسوب می شود.»

من پرسیدم: «آیا منظور شما از نیروی سازنده چیزی است کاملاً بیرون از قلمرو فیزیک و شیمی، یا تصور می کنید که این نیرو خود را در موقعیت آنها، در



برهم کنشهای طبیعی آنها، در پدیده‌های تشدید و امثال آن جلوه گر می‌کند؟»  
 نیلس گفت: «شاید لازم باشد از این واقعیت شروع کنیم که موجود جاندار تمامیتی دارد که در دستگاهی که از توده‌ای خشته‌های اتمی ساخته شده باشد - یعنی دستگاهی که در فیزیک کلاسیک بررسی می‌شود - دیده نمی‌شود. اما حالا ما به مکانیک کوانتومی رسیده‌ایم، و بنا بر این شاید بی‌میل نباشیم که ساختهای یکپارچه‌ای را که در مکانیک کوانتومی به صورت ریاضی نمایش داده می‌شود، مثل حالات مانای اتمها و مولکولها، با ساختهایی که در نتیجه فرایندهای زیستی حاصل می‌شود مقایسه کنیم. اما در اینجا هم برخی تفاوت‌های اساسی وجود دارد. ساختهای یکپارچه فیزیک اتمی - اتمها، مولکولها، بلورها - همه ساختهای ایستا هستند، از تعداد معینی ذره بنیادی، یعنی هسته اتمی و الکترون، ساخته شده‌اند و جز در صورتی که از خارج اغتشاشی در آنها ایجاد شود، در طول زمان تغییر نمی‌کنند. البته وقتی اغتشاش خارجی در کار باشد، این ساختها واکنش نشان می‌دهند، اما اگر اغتشاش خیلی بزرگ یا دائمی نباشد، سرانجام به حالت اصلی خود برمی‌گردند. اما موجودات زنده، برعکس، به هیچ وجه ایستا نیستند. قدام موجودات زنده را به شعله تشبیه می‌کردند، زیرا این دورا صورتهایی می‌دانستند که ماده در آن جریان می‌یابد. خیلی کم احتمال دارد که بتوان از راه اندازه‌گیری معلوم کرد که چه اتمهای خاصی به موجود زنده‌ای تعلق دارند و چه اتمهایی تعلق ندارند. بنابراین باید سؤال را به صورت زیر طرح کرد: آیا مکانیک کوانتومی می‌تواند تمایل طبیعت را به ساختن ساختهای توضیح دهد که ماده با خواص شیمیایی ثابتی می‌تواند به مدت محدودی در آنها جریان یابد؟»

چیه‌ویتس وارد بحث شد: «پزشک لازم نیست که غم پاسخ این پرسش را داشته باشد. او فرض می‌کند که موجود زنده تمایل دارد پس از اختلال به حالت عادی برگردد و نیز معتقد است که فرایندهای دخیل در این امر فرایندهای علی‌اند، یعنی دخالت مکانیکی یا شیمیایی همان آثاری را که فیزیک و شیمی پیش‌بینی می‌کنند، به بار می‌آورد. ناسازگاری تلقی زیستی و فیزیکی اصلاً به خاطر بیشتر پزشکان خطور نمی‌کند.»

نیلس تذکر داد: «اما در اینجا ما بایک نمونه گویا از دوشیوه نگرش به امور، که مکمل هم‌اند، سروکار داریم. از یک طرف می‌توانیم موجود زنده را به کمک مفاهیمی توصیف کنیم که بشر در طی قرن‌ها تماس با موجودات زنده ساخته است، در این حالت، از زندگی، کارکرد آلی، سوخت و ساز، تنفس، درمان و غیره سخن می‌گوییم. از طرف دیگر می‌توانیم به تحقیق درباره فرایندهای علی‌بپردازیم، در این صورت

زبان فیزیک و شیمی را به کار می‌بریم، در فرایندهای شیمیایی یا الکتریکی - مثلاً رسانایی عصبی - تحقیق می‌کنیم، و فرض می‌کنیم که قوانین فیزیک و شیمی و به‌طور کلی قوانین نظریه کوانتومی را می‌توان در مورد موجودات زنده به کار برد؛ و این فرض ظاهراً خیلی هم موفقیت‌آمیز است. این دو نحوه نگرش به امور متضاداند، زیرا در حالت اول فرض می‌کنیم که عامل تعیین‌کننده هر رویداد هدف یا غایت آن است، و در حالت دوم اعتقاد داریم که هر رویداد را رویدادی که بلافاصله قبل از آن رخ داده تعیین می‌کند. احتمال ندارد که فقط تصادف باعث شده باشد که این دو تلقی به نتیجه واحدی منجر شوند. در واقع، این دو مکمل‌اند، و همچنانکه بشر از دیرپاز پی برده است هر دو درست‌اند، زیرا چیزی به نام زندگی وجود دارد. بنابراین لزومی ندارد که زیست‌شناس سؤال کند که کدام یک از دو دیدگاه درست‌تر است، بلکه باید از خود بپرسد که چگونه طبیعت کارها را طوری ترتیب داده است که این دو باهم سازگار شده‌اند.»

من پرسیدم: «به عبارت دیگر، شما اعتقاد ندارید که در ورای نیروهای کنش متقابل که در فیزیک اتمی شناخته شده‌اند، یک نیروی حیاتی هم وجود دارد - مثلاً از نوع نیروهایی که حیاتی‌گرایان فرض می‌کنند - که منشأ رفتار خاص موجودات زنده است، و مثلاً در این مورد باعث می‌شود که زخم‌ها شفایابند؛ بلکه ظاهراً نظر شما این باید باشد که قوانین خاص زیستی، که نظیری در ماده بیجان ندارند، نتیجه همین چیزی است که شما اسمش را وضعیتهای مکمل گذاشته‌اید.»

«بله، با شما موافقم. همچنین می‌توان گفت که این دو شیوه نگرش به امور، مربوط به موقعیتهای مشاهده‌ای مکمل می‌شوند. علی‌الاصول، شاید بتوانیم مکان هر ذره را در داخل سلول اندازه بگیریم، گرچه ضمن این کار معلوم نیست که سلول زنده بماند، و چیزی که در آخر کار به دست می‌آوریم آرایش آنها در سلول مرده است نه در سلول زنده. حال اگر از قوانین مکانیک کوانتومی برای تعیین رفتار بعدی این آرایشهای اتمی استفاده کنیم، می‌توانیم پی ببریم که سلول فاسد می‌شود، تجزیه می‌شود، یا هر اسمی که شما رویش می‌گذارید. برعکس، اگر بخواهیم سلول را زنده نگاه داریم، و بنابراین به خود اجازه ندهیم که جز به مشاهدات بسیار محتاطانه دست بزنیم، باز هم نتایجی که به دست می‌آوریم درست خواهند بود، اما با استفاده از آنها نمی‌توان گفت که سلول زنده می‌ماند یا فاسد می‌شود.»

گفتم: «من خوب می‌فهمم که چرا شما می‌خواهید با استفاده از مفهوم مکمل بودن قوانین زیستی را از قوانین فیزیکی یا شیمیایی متمایز کنید. با این حال،

توضیحات شما ما را در انتخاب یکی از دو تعبیر، که به اعتقاد بسیاری از دانشمندان از زمین تا آسمان با هم فرق دارند، آزاد می‌گذارد. فرض کنیم که به همان صورت که فیزیک و شیمی در مکانیک کوانتومی ادغام شده‌اند، روزی برسد که زیست‌شناسی هم کاملاً با فیزیک آمیخته شود. در این صورت آیا فکر می‌کنید که قوانین طبیعی این علم جدید همان قوانین مکانیک کوانتومی خواهند بود که چند مفهوم زیستی هم بر آنها افزوده شده است - همچنانکه مفاهیم آماری دما و آنتروپی بر قوانین مکانیک نیوتونی افزوده شده‌اند - یا اینکه این علم واحد از قوانین طبیعی وسیعتری تبعیت خواهد کرد که مکانیک کوانتومی فقط حالت حدی آنهاست - به همان صورت که مکانیک نیوتونی را می‌توان حالت حدی مکانیک کوانتومی دانست؟ در تأیید فرض اول می‌توان گفت که اگر بخواهیم تنوع و فراوانی موجودات زنده را توضیح دهیم در هر حال باید مفهوم تکامل، یعنی مفهوم انتخاب در طول زمان زمین‌شناختی، را بر مکانیک کوانتومی بیفزاییم، دلیلی ندارد که افزودن این عنصر باعث پدید آمدن مشکلات اساسی شود، زیرا در باره موجودات زنده می‌توان گفت که اینها صورتهایی هستند که طبیعت در طول هزاران میلیون سال و در قالب قوانین مکانیک کوانتومی بر روی زمین پدید آورده است. اما در تأیید نظر دوم هم می‌توان دلایل خوبی آورد. مثلاً می‌توان گفت که مکانیک کوانتومی به هیچ وجه نمی‌تواند توضیح دهد که چرا صورتهایی پدید می‌آیند که به رغم مبادله دایمی ماده، خواص شیمیایی ثابتی را حفظ می‌کنند. من نمی‌توانم بگویم که کدامیک از این دلایل وزن تر است. شما می‌توانید؟»

نیلس گفت: «اولاً من نمی‌فهمم که چرا باید در حال حاضر، انتخاب یکی از این دو دیدگاه مسأله مهمی برای دانشمندان به شمار آید. مسأله مهم این است که در دنیایی که غلبه با قوانین فیزیکی و شیمیایی است، جای شایسته‌ای برای زیست‌شناسی پیدا شود، و این کار را با استفاده از مفهوم مکمل بودن وضعیتهای مشاهداتی می‌توان انجام داد. مسلم است که باید سرانجام مفاهیم زیستی را به مکانیک کوانتومی اضافه کنیم، اما نمی‌توانیم بگوییم که آیا اضافه کردن اینها مستلزم توسعه دادن مکانیک کوانتومی است یا نه، زیرا شاید وسعت گنجینه صورتهای ریاضی که در مکانیک کوانتومی نهفته است به اندازه‌ای باشد که بتواند صورتهای زیستی را هم شامل شود. تا وقتی که در تحقیقات زیستی دلیل برای توسعه فیزیک کوانتومی یافت نشود، ما یقیناً اصراری در این کار نخواهیم داشت. بهترین شیوه در علم این است که انسان تا آنجا که ممکن است محافظه‌کار باشد، و فقط وقتی توسعه‌ای بدهد که توضیح دادن مشاهدات بدون آن ممکن نباشد.»

من تذکر دادم: «اما زیست شناسانی هستند که معتقدند این نیاز هم اکنون وجود دارد، زیرا فکر می کنند که داروینیسیم به صورت فعلی آن - جهش و انتخاب تصادفی - شاید نتواند همه انواع مختلف موجودات زنده ای را که روی زمین می بینیم توضیح دهد. البته وقتی که زیست شناس وجود جهشهای تصادفی را بیان می کند و می گوید که ذخیره ژنتیک یک نوع خاص ممکن است دستخوش تغییرات ناگهانی در جهت معینی شود، و عوامل محیطی ممکن است برای انتشار یک نوع مساعد باشد و انواع دیگر را از بین ببرد، فرد عادی هیچ مشکلی حس نمی کند. توضیح داروین، که همه ماجرا را یک فرایند انتخابی می داند و به بقای اصلح معتقد است، هم اکنون مورد قبول همه است، هر چند شاید جای حرف باشد که این سخن یک سخن علمی است یا فقط تعریف واژه 'اصلح' است، یعنی ما آن انواعی را که در شرایط خاصی بهتر رشد می کنند 'اصلح' می نامیم. اما حتی اگر قبول کنیم که انتخاب منجر به پیدایش انواعی می شود که اصلح اند، باز هم باور کردن این نکته بسیار دشوار است که اندامهای پیچیده ای مثل چشم کاملاً به تدریج و در نتیجه تغییرات تصادفی محض به وجود آمده باشند. ظاهراً بسیاری از زیست شناسان معتقدند که واقعاً چنین چیزی رخ داده است و می توانند به ما بگویند که چه گامهایی در طول عمر زمین برداشته شده تا این نتیجه نهایی، یعنی چشم به دست آمده است. اما کسانی هم هستند که به این اندازه اطمینان ندارند. من داستانی شنیده ام درباره گفتگویی میان فون نویمان<sup>۱</sup> ریاضیدان و یک نفر زیست شناس. آن زیست شناس یک نوداروینی معتقد بود. فون نویمان که در این نظریه شک داشت زیست شناس را جلو پنجره اتاق کارش می برد و می گوید: 'آن ویلای سفید قشنگ را بالای تپه می بینید؟ تصادفی به وجود آمده است. میلیونها سال طول کشیده تا این تپه به وجود آمده. درختانی رشد کرده اند و از بین رفته اند و دوباره رویده اند. بعد باد سطح تپه را از شن پوشانیده. احیاناً یک فرایند آتشفشانی سنگهایی را روی تپه برجای گذاشته، و به فرمان تصادف این سنگها روی هم قرار گرفته اند، و این قضیه ادامه یافته است. البته من می دانم که فرایندهای تصادفی معمولاً در طول قرنها نتایج مختلفی به بار می آورند. اما در این مورد بخصوص، این خانه بیلاقی درست شده، و وقتی درست شده مردم به آنجا آمده اند و در آن زندگی می کنند.' البته معلوم است که آن زیست شناس از این نوع استدلال خوشش نیامد. اما گرچه فون نویمان زیست شناس نیست و خود من هم

---

1. von Neumann

نمی‌دانم که حق را باید به کدامیک داد، با این حال گمان می‌کنم که بعضی از زیست‌شناسان هم تردید دارند که انتخاب داروینی بتواند پیدایش موجودات زنده پیچیده‌تر را به صورت شایسته‌ای توضیح دهد.»

نیلس گفت: «شاید اصل مسأله بر سر مقیاس درست زمانی باشد. نظریه داروینی، به صورت امروزی آن، دو حرف مستقل دارد. از یک طرف می‌گوید که طبیعت، از راه فرایند توارث، همواره صورتهای زنده جدید را به محک می‌زند، اکثریت را رد می‌کند و معدودی صورتهای مناسب را نگاه می‌دارد. این اعتقاد از لحاظ تجربی هم درست به نظر می‌آید. اما حرف دوم این است که منشأ صورتهای جدید تغییرات کاملاً تصادفی در ساخت ژنهاست. این ادعا بیشتر جای حرف دارد، گرچه تصور شق دیگری در مقابل آن هم مشکل است. البته غرض فون نویمان از آن استدلال نشان دادن این نکته بوده که گرچه در زمان طولانی هر چیزی ممکن است به تصادف به وجود بیاید، احتمال وقوع چنین چیزی در مدتی که طول کشیده تا طبیعت جانداران عالی را به وجود بیاورد، خیلی کم است. با پژوهشهای فیزیکی و اختر فیزیکی معلوم شده که از زمان پیدایش ابتدایی‌ترین موجودات بر روی زمین، بیش از چند هزار میلیون سال نگذشته است. اینکه جهشهای تصادفی و انتخاب برای پیدایش عالیترین جانداران در ظرف این مدت کافی است یا نه، بستگی به زمانی دارد که طول می‌کشد تا یک نوع جدید زیستی به وجود آید. گمان می‌کنم که اطلاع ما درباره این عامل آن قدر نیست که پاسخ مطمئنی بدهیم. بنابراین بهتر است فعلاً از اظهار نظر خودداری کنیم.»

من ادامه دادم: «استدلال دیگری که گاهی در تأیید نیاز به گسترش نظریه کوانتومی می‌شود وجود آگاهی بشری است. شك نیست که در فیزیک و شیمی 'آگاهی' یافت نمی‌شود و من نمی‌دانم که چگونه می‌توان وجود آن را از مکانیک کوانتومی نتیجه گرفت. اما علمی که به جانداران پردازد باید پدیده آگاهی را هم دربر بگیرد، زیرا آگاهی نیز جزئی از واقعیت است.»

نیلس گفت: «این استدلال در نظر اول بسیار قانع کننده است. یقیناً در فیزیک و شیمی چیزی که کمترین شباهتی با آگاهی داشته باشد پیدا نمی‌شود، اما همه می‌دانیم که چیزی به نام آگاهی وجود دارد، زیرا خود ما دارای آن هستیم. بنابراین آگاهی باید بخشی از طبیعت یا کلاً بخشی از واقعیت باشد، و این بدان معنی است که گذشته از قوانین فیزیک و شیمی که در نظریه کوانتومی بیان می‌شود، باید یک نوع قانون دیگر را هم مورد نظر قرار دهیم. اما در این مورد هم من شك دارم که به آزادی بیش

از آنچه هم اکنون به موهبت مفهوم مکمل بودن به دست آورده ایم نیاز داشته باشیم. تا آنجا که من می دانم، زیاد فرقی نمی کند که - مثل مورد تعبیر آماری ترمودینامیک - مفاهیم جدیدی به مکانیک کوانتومی بیفزاییم و به کمک آنها قوانین جدیدی بسازیم بدون آنکه در خود مکانیک کوانتومی دست بپریم، یا اینکه خود نظریه را توسعه بدهیم - یعنی شبیه وضعی که در گسترش فیزیک کلاسیک به نظریه کوانتومی پیش آمده است. مسأله واقعی این است: چگونه می توان بخشی از واقعیت را که با آگاهی آغاز می شود با بخشهای دیگری که در فیزیک و شیمی بررسی می شود ترکیب کرد؟ چگونه می توان کاری کرد که قوانین حاکم بر این بخشهای جداگانه با هم اصطکاک نداشته باشند؟ پیداست که در اینجا با یک مورد واقعی و اصیل مکمل بودن سروکار داریم، که وقتی آگاهیمان از زیست شناسی از اینکه هست بیشتر شد باید آن را مورد تحلیل قرار دهیم.»

بدین طریق گفتگو ادامه یافت. مدتی نیلس سکانداری می کرد و چیه ویتس مراقب قطبنا بود و من همچنان چشم به نورهای افق تاریک دوخته بودم. پاسی از نیمه شب گذشته بود، و گاه به گاه یک لکه روشن از پشت ابرهای انبوه جای ماه را نشان می داد. از آن وقت که وارد تنگه اشترراشتروم شده بودیم سی کیلومتری راه آمده بودیم و ظاهراً داشتیم به باریکه اومو نزدیک می شدیم. می خواستیم پیش از لنگر انداختن از آن باریکه بگذریم. روی نقشه ما مدخل باریکه با یک جاروی دستمدار که از آب بیرون زده بود مشخص شده بود، و من نمی دانستم که چطور می توان بعد از سی کیلومتر دریانوردی در یک جریان ضعیف و در آن تاریکی مطلق، یک جارو را دید.

چیه ویتس پرسید: «هایزبرگ، هنوز پیدایش نکرده ای؟»

«نه. مثل این است که بپرسی آیا توپ پینگ پونگی را که یک نفر از روی عرشه

یک کشتی به آب انداخته، پیدا کرده ام یا نه.»

«دریانورد به درد نخوری هستی.»

«چرا خودت نمی آیی دنبالش بگردی؟»

چیه ویتس به صدای بلند، طوری که مطمئن شود صدایش به کابین می رسد،

گفت: «همان داستان همیشگی است، مثل یک رمان بد: ناخدا در خواب است، کشتی

به صخره ای می خورد و همه سر نشینان آن غرق می شوند.»

از پایین صدای خواب آلود بیروم شنیده می‌شد: «بالاخره می‌توانی بگویی کجاها هستیم؟»

چیه‌ویتس جواب داد: «بله، دقیق می‌توانم بگویم: روی قایق چیتا هستیم، به ناخدایی کاپیتان بیروم که در خواب ناز فرورفته است.»

بیروم به روی عرشه آمد و هدایت قایق را به دست گرفت. در تیرگی دور دست، می‌توانستم یک چراغ دریایی را که باید جایمان را بدقت از روی آن تعیین می‌کردیم، ببینم. گفتند که با شاغول عمق آب را اندازه بگیرم و چون حرکت ما نسبتاً کند بود با دقت خوبی این کار را انجام دادم. به نقشه رجوع کردیم و از روی محل چراغ دریایی و عمقی که اندازه گرفته بودیم، توانستیم تعیین کنیم که در یک کیلومتری جارویی که من دنبالش بودم، هستیم، و این امر خاطر همه را آسوده کرد.

چند دقیقه دیگر راه پیمودیم، بیروم به من که در جلو ایستاده بودم پیوست، و در همان حال که من چیزی جز تاریکی غلیظ نمی‌دیدم، یک مرتبه فریاد زد «آنجا است». مدخل بازیکه اومو در چند صد متری ما بود. در آن سوی جزیره لنگر انداختیم و همه از اینکه می‌توانیم شب را در کابین راحت بخوابیم خوشحال بودیم.

## مکانیک کوانتومی و فلسفه کانت (۱۹۳۰-۱۹۳۴)

مجلس من در لایپزیگ به سرعت توسعه می‌یافت. جوانان بسیار مستعدی از کشورهای مختلف به ما می‌پیوستند تا در توسعه مکانیک کوانتومی شرکت کنند یا این نظریه جدید را در مورد ساختار ماده به کار برند. این فیزیکدانان جوان و روشن اندیش به سمینارهای ما جان تازه‌ای می‌بخشیدند و ماهی نمی‌گذشت که حوزه کاربرد مفاهیم جدید گسترش بیشتری می‌یافت. فلیکس بلوخ<sup>۱</sup> که اهل سوئیس بود آگاهی ما را از خواص الکتریکی فلزات بسیار وسیعتر کرد، لولاند<sup>۲</sup> که اهل روسیه بود و رودولف پایرلز<sup>۳</sup> به بررسی مسایل ریاضی الکترودینامیک کوانتومی پرداختند، فریدریش هوند<sup>۴</sup> نظریه پیوند شیمیایی را به وجود آورد، و ادوارد تله<sup>۵</sup> خواص نوری مولکولها را تعیین کرد. کارل فریدریش فون وایتسکر<sup>۶</sup> هجده سال بیشتر نداشت که به جمع ما پیوست و ورود او به بحثهای ما رنگ فلسفی داد. او گرچه دانشجوی فیزیک بود اما هر وقت که صحبت از فلسفه یا بحث معرفت در میان بود سخت به هیجان می‌آمد.

یکی دو سال بعد که فیلسوف جوان خانم گرت هیرمان<sup>۷</sup> به لایپزیگ آمد، فرصت مناسبی برای بحثهای فلسفی پیدا کردیم. او آمده بود تا آشکارا مبانی فلسفی فیزیک اتمی را به معارضه بطلبد. او در گوتینگن از افراد فعال مجلس فلسفی بود که حول فیلسوفی به نام لئونارد نلسون<sup>۸</sup> تشکیل شده بود، و بدین دلیل با اندیشه‌های نوکانتی

1. Felix Bloch

2. Lev Landau

3. Rudolph Peierls

4. Friedrich Hund

5. Edward Teller

6. Carl Friedrich von Weizäcker

7. Grete Hermann

3. Leonard Nelson



فیلسوف و طبیعی‌دان اوایل قرن نوزدهم، یاکوب فریدریش فریز<sup>۱</sup>، کاملاً آشنا و آموخته بود. یکی از شرایط مکتب فریز و محفل نلسون این بود که باید در بحث‌های فلسفی همان دقتی که معمولاً در ریاضیات جدید مرسوم است به کار رود، و گرنه هرمان معتقد بود که با تبعیت از این شیوه دقیق می‌تواند ثابت کند که قانون علیت - به صورتی که کانت بیان کرده - خدشه‌ناپذیر است. اما به نظر می‌آمد که مکانیک کوانتومی جدید با تصور کانت معارض است، و به همین دلیل او تصمیم گرفته بود که تکلیف این مسأله را با ما روشن کند. اولین بحث او با کارل فریدریش و خود من بود، و ظاهراً چنین صورتی پیدا کرد:

او بحث را چنین آغاز کرد: «در فلسفه کانت، قانون علیت يك امر تجربی نیست که بتوان آن را از راه تجربه اثبات یا ابطال کرد، بلکه پایه‌ای است که هر نوع تجربه‌ای بر آن قرار دارد؛ یکی از آن مقولات فاهمه است که کانت آنها را 'پیشینی' می‌نامد. اگر قانونی نباشد که به حکم آن برخی از تأثرات حسی ضرورتاً در پی بعضی دیگر بیایند، آنگاه تأثرات حسی ما که از طریق آنها جهان را درک می‌کنیم چیزی جز احساس‌های ذهنی نخواهند بود و نظیری در عالم عین نخواهند داشت. اگر بخواهیم به مشاهداتمان عینیت ببخشیم، یعنی اگر بخواهیم بگوییم که شیء یا فرایندی را در واقع تجربه کرده‌ایم، باید این قانون را مفروض بگیریم، یعنی وجود رابطه دقیق را بین علت و معلول قبول کنیم. اما علم فقط با تجربه‌های عینی سروکار دارد: فقط تجربه‌هایی را که دیگران هم بتوانند درستی‌شان را بیازمایند، و درست به این معنی عینی باشند، می‌توان موضوع علوم طبیعی قرار داد. نتیجه می‌گیریم که علم باید وجود قانون علیت را مفروض بگیرد، و علم در صورتی وجود خواهد داشت که چنین قانونی موجود باشد. قانون علیت يك ابزار ذهنی است که به کمک آن مواد خام تأثرات حسی را با هم تألیف می‌کنیم و به صورت تجربه در می‌آوریم، و میزان توفیق ما در معرفت به موضوعات علوم طبیعی، وابسته به میزان توفیق ما در این کار است. با این مقدمات، مکانیک کوانتومی چگونه می‌تواند قید این قانون را سست کند و باز هم شاخه‌ای از علم باشد؟»

سعی کردم آزمایش‌هایی را که به تعبیر آماری نظریه کوانتومی منجر شده بود توضیح بدهم: «يك اتم تنهای رادیوم B را در نظر بگیرید. البته آزمایش کردن با تعداد زیادی اتم، یعنی با يك تکه کوچک رادیوم B، خیلی آسانتر است تا با يك اتم تنها، ولی

1. Jakob Friedrich Fries

علی الاصول دلیلی وجود ندارد که نتوانیم رفتار يك اتم را بررسی کنیم. می دانیم که اتم رادیوم B باید دیر یا زود الکترونی در جهتی گسیل کند و به صورت يك اتم رادیوم C درآید. به طور متوسط این امر بعد از حدود نیم ساعت رخ می دهد، ولی يك اتم خاص ممکن است بعد از چند ثانیه یا بعد از چند روز تبدیل یابد. منظور از 'متوسط' جز این نیست که وقتی تعداد زیادی اتم رادیوم B داشته باشیم، بعد از حدود سی دقیقه نصف آنها تبدیل خواهند یافت. اما ما نمی توانیم توضیح دهیم که چرا اتم خاصی در لحظه خاصی فروپاشیده می شود و در لحظه دیگری نمی شود، یا چه عاملی باعث می شود که آن اتم الکترونش را در این جهت خاص گسیل کند و در جهت دیگری نکند و همین جاست که قانون علیت درهم می ریزد.»

گرته هرمان گفت: «سر همین مسأله است که بسیاری از مردم فکر می کنند که فیزیک جدید در اشتباه است. اینکه هنوز علتی برای معلول خاصی کشف نشده است دلیل نمی شود که چنین علتی وجود نداشته باشد. نتیجه ای که من شخصاً می گیرم این است که هنوز این مسأله حل نشده است و فیزیکدانان اتمی باید به جستجو ادامه دهند تا علتی پیدا کنند. به هر حال، علم شما در مورد حالت اتم رادیوم B پیش از صدور الکترون، ناقص است، زیرا نمی توانید بگویید الکترون چه وقت و در چه جهتی گسیل خواهد شد. به عبارت دیگر، هنوز باید به جستجو ادامه بدهید.»

من اصرار کردم: «ما فکر نمی کنیم در این زمینه چیزی مانده باشد که هنوز آن را نیافته باشیم، زیرا از روی آزمایشهای دیگری که با رادیوم B کرده ایم می دانیم که عامل تعیین کننده ای جز آنهایی که مشخص کرده ایم، وجود ندارد. اجازه بدهید مطلب را دقیقتر بیان کنم. ما هم اکنون گفتیم که نمی توان گفت الکترون در چه جهتی گسیل خواهد شد، و شما می گوید که باید جستجو را ادامه بدهیم تا عوامل دیگری را پیدا کنیم. حتی اگر فرض کنیم که حق با شما باشد و ما بتوانیم چنین عواملی را بیابیم، باز هم به مشکلات جدیدی دچار خواهیم شد. ببینید، الکترون را می توان به صورت يك موج مادی، که هسته اتمی آن را گسیل می کند، در نظر گرفت. چنین موجی می تواند باعث پدیده تداخل شود. گذشته از این، فرض کنیم بتوان کاری کرد که قسمتهایی از موجی که هسته اتمی در جهت های مخالف صادر می کند در يك دستگاه خاص با هم تداخل کنند. نتیجه این می شود که در جهات بخصوصی دامنه موج صفر می شود و در آن جهات موجی نخواهیم داشت: در چنین حالتی می توانیم با قطعیت پیش بینی کنیم که الکترون مآلاً در آن جهت گسیل نخواهد شد. اما اگر عوامل تعیین کننده جدیدی کشف کرده بودیم، و از روی آن عوامل می توانستیم

بگوییم که الکترون در جهت مشخصی گسیل شده است، دیگر ممکن نبود تداخلی رخ دهد، موج در هیچ ناحیه‌ای از بین نمی‌رفت و نتیجهٔ قبلی ما غلط می‌شد. اما از بین رفتن موج را می‌توان در واقع از راه آزمایش دید. به این طریق طبیعت به زبان بی‌زبانی به ما می‌گوید که عامل تعیین‌کنندهٔ دیگری وجود ندارد و معرفت ما، بدون دانستن این عوامل هم، کامل است.»

خانم هرمان گفت: «حرفهای عجیبی می‌زنید. از يك طرف می‌گویید که معرفت شما از اتم رادیوم B ناقص است. زیرا نمی‌توانید بگویید که الکترون کی و در چه جهتی گسیل خواهد شد، از طرف دیگر می‌گویید که معرفتتان کامل است، زیرا اگر عامل تعیین‌کنندهٔ دیگری وجود داشته باشد در تعبیر آزمایشهای دیگر دچار اشکال می‌شوید. اما امکان ندارد که معرفت ما در آن واحد هم کامل باشد و هم ناقص. همهٔ حرفهای شما مهمل است.»

در اینجا کارل فریدریش وارد بحث شد: «این تناقض ظاهری بدین دلیل به وجود می‌آید که ما طوری حرف می‌زنیم که انگار اتم رادیوم B يك شیء فی نفسه کانتی است. اما این امر به هیچ وجه نه بدیهی است و نه درست. خود کانت هم 'شیء فی نفسه' را يك مفهوم بحث‌انگیز و آمیخته با اشکال می‌دانست. او می‌دانست که نمی‌توان دربارهٔ 'شیء فی نفسه' بدان صورت که هست، چیزی گفت؛ زیرا فقط می‌توان دربارهٔ چیزهایی که به تدریج درمی‌آیند سخن گفت. با این حال، فرض کرد که این چیزها را می‌توان بر پایهٔ الگوی 'شیء فی نفسه' با هم مربوط ساخت و مرتب کرد. به عبارت دیگر، او ساختار تجربی را که ما در زندگی عادیمان به آن عادت کرده‌ایم، و صورت دقیقش پایهٔ فیزیک کلاسیک است، امری پیشینی دانست. بر اساس این نظر، جهان از اشیایی که در فضا قرار دارند و در زمان تغییر می‌کنند، از فرایندهایی که طبق يك قاعدهٔ ثابت بتوالی رخ می‌دهند، تشکیل شده است. اما در فیزیک اتمی ما فهمیده‌ایم که مشاهدات را دیگر نمی‌توان بر پایهٔ الگوی 'شیء فی نفسه' به هم مربوط کرد و مرتب ساخت. بنابراین اتم رادیوم B ی فی نفسه وجود ندارد.»

گفته هرمان حرف او را قطع کرد: «به نظر نمی‌آید که شما اصطلاح 'شیء فی نفسه' را به معنایی که در فلسفهٔ کانت دارد به کار ببرید. ما باید شیء فی نفسه را از شیء فیزیکی کاملاً تفکیک کنیم. به نظر کانت، شیء فی نفسه در پدیدارها، حتی به صورت غیر مستقیم، ظاهر نمی‌شود. این مفهوم فقط يك نقش دارد: در علوم طبیعی و در فلسفهٔ نظری این مفهوم به آنچه دانستنش ناممکن است اشاره می‌کند. زیرا، ببینید، همهٔ علم ما مبتنی بر تجربی است، و معنی دقیق تجربی به این است که اشیاء را بدان صورت که بر ما

پدیدار می شوند بشناسیم، حتی معرفت پیشینی هم با اشیاء بدان صورت که فی نفسه هستند سروکار ندارد، بلکه تنها نقش آن این است که تجربه را امکانپذیر سازد. بنابراین اگر منظور شما از 'اتم رادیوم B' فی نفسه همان معنایی است که در فیزیک کلاسیک دارد، امر مورد اشاره شما همان چیزی است که کانت آن را شیء یا عین می نامد، و اعیان-میز و صندلی، ستاره و اتم-جزء جهان پدیدارها هستند.»

«حتی اگر نتوانیم آنها را ببینیم. مثلاً اتم؟»

«حتی در این صورت هم. زیرا ما آنها را از پدیدارهای مشاهده پذیر استنباط می کنیم. جهان پدیدارها ساختار منسجمی است و اصلاً امکان ندارد که، حتی در تجربه روزمره، بتوانیم آنچه را مستقیماً می بینیم از آنچه فقط از راه استنباط درمی یابیم، کاملاً تفکیک کنیم. شما این صندلی را می بینید، اما از جایی که ایستاده اید نمی توانید پشت آن را ببینید و با این حال در وجود آن شك ندارید. این بدان معنی است که علم عینی است، و بدین دلیل عینی است که از اعیان سخن می گوید نه از ادراکات.»

«اما به آنها که می رسیم نه پشتشان را می بینیم و نه رویشان را. پس به چه دلیل باید همان خصوصیتی را داشته باشند که میز و صندلی دارند؟»

«به این دلیل که جزء اعیان هستند. اگر اعیانی وجود نداشته باشند علم عینی هم وجود نخواهد داشت و ماهیت اعیان را مقولاتی از قبیل جوهر و علیت و غیره تعیین می کنند. و کسی که معتقد باشد که این مقولات را نمی توان به طور دقیق به کاربرد، امکان تجربه را هم به طور کلی منکر شده است.»

اما کارل فریدریش نمی خواست کوتاه بیاید: «در مکانیک کوانتومی برای عینیت بخشیدن به ادراکات باید از روش جدیدی استفاده کنیم، روشی که کانت در فلسفه اش حتی خواب آن را هم نمی دیده است. هر ادراکی به يك وضعیت مشاهده ای مربوط می شود و اگر خواسته باشیم که تجربه مان مفید باشد باید آن وضعیت را مشخص کنیم. دیگر نمی توان نتایج ادراکات را به شیوه فیزیک کلاسیک عینیت بخشید. همین که آزمایش به ما اجازه بدهد که حضور يك اتم اورانیوم B را استنباط کنیم، دانشی که بدین طریق حاصل می شود از لحاظ این وضعیت آزمایشی کامل است، ولی ممکن است برای يك وضعیت آزمایشی دیگر، مثلاً وضعیتی که با گزاره هایی درباره گسیل الکترون بیان شود، ناقص باشد. اگر دو وضعیت مشاهده ای دارای رابطه ای باشند که بور آن را مکمل بودن می نامد، معرفت کامل نسبت به یکی از آن دو ناگزیر به معنی معرفت ناقص نسبت به دیگری است.»

«و با این حرفها شما می خواهید تحلیل کانت را از تجربه بکلی از اعتبار ساقط کنید؟»

«نه، نمی خواهم. کانت با هوشمندی تمام دریافته است که ما چگونه تجربه حاصل می کنیم، و من تحلیل او را اساساً درست می دانم. اما وقتی که صور شهودی 'زمان' و 'مکان' و مقوله علیت را به صورت شرایط پیشینی تجربه درمی آورد، به این اشکال دچار می شود که اینها را مطلق فرض می کند و مدعی می شود که باید در مضمون هر تجربه ای وارد شوند. اما نسبیت و نظریه کوانتومی نشان داده اند که چنین نیست. با این حال کانت از لحاظ خودش کاملاً حق دارد. اولین شرط آزمایشهای فیزیکی این است که بتوان به زبان فیزیک کلاسیک بیانشان کرد، زیرا در غیر این صورت نمی توان نتایج را به اطلاع فیزیکدانان دیگری که باید آنها را تأیید کنند رساند. بنابراین، مفهوم 'پیشینی' کانت به هیچ وجه از فیزیک جدید حذف نمی شود بلکه فقط 'نسبی' می شود. می توان گفت که مفاهیم فیزیک کلاسیک - و از آن جمله مفهوم زمان و مکان و علیت - تا آنجا که باید در توصیف تجربه به کار روند، یا به بیان دیگر تا آنجا که در واقع به کار می روند، جزء شرایط پیشینی نظریه نسبیت و نظریه کوانتومی اند. با این حال مضمون آنها در این نظریات جدید تغییر می یابد.»

گفته هرمان گفت: «با این حرفها هنوز هم نتوانسته اید به سؤال اصلی من جواب بدهید. من پرسیده بودم که اگر مثلاً نتوانیم علت گسیل الکترون را پیدا کنیم، چرا باید از جستجوی بیشتر دست برداریم. البته شما مانع این جستجو نیستید، اما می گوید که کار بیفایده ای است چون نمی توان عامل تعیین کننده دیگری پیدا کرد، و در واقع اعتقاد دارید که اگر بتوان آن را به زبان دقیق ریاضی بیان کرد، عدم حتمیت نتیجه معینی را در یک آزمایش دیگر پیشگویی می کند، و مدعی هستید که این نکته هم از راه آزمایش تأیید می شود. با این استدلالات عدم حتمیت به یک واقعیت فیزیکی تبدیل می شود که سرشت عینی دارد، اما معمولاً عدم حتمیت مترادف با جهل شمرده می شود و از این لحاظ یک امر کاملاً ذهنی است.»

در اینجا من حس کردم که باید یک بار دیگر در بحث دخالت کنم و گفتم: «شما با این نکته اخیر اصلی ترین خصوصیت نظریه کوانتومی جدید را به صورت بسیار دقیقی بیان کردید. هر وقت که سعی می کنیم قوانینی از مطالعه پدیدارهای اتمی استخراج کنیم، حس می کنیم که کار ما ایجاد روابطی میان فرایندهای عینی که در زمان و مکان رخ می دهند نیست، بلکه فقط وضعیتهای مشاهداتی را به هم مربوط می سازیم. قوانین تجربی را فقط برای این وضعیتها استخراج می کنیم. ناداهای

ریاضی که این وضعیتها را به کمک آنها توصیف می‌کنیم معرف امکانات اند نه معرف واقعیات. می‌توان گفت که نماینده يك وضعیت بینابین میان امکان و تحقق اند و فقط به همان معنایی می‌توان آنها را عینی شمرد که مثلاً در ترمودینامیک آماری دما را عینی می‌دانند. البته معرفت ما نسبت به آنچه ممکن است، ما را قادر می‌کند که برخی پیش‌بینیهای روشن به عمل آوریم، ولی قاعدتاً به این طریق فقط می‌توان درباره احتمال رویدادی که در آینده رخ می‌دهد سخن گفت. کانت شاید نمی‌توانسته است پیش‌بینی کند که در قلمروی که به این اندازه با تجارب روزمره فاصله دارد، دیگر نمی‌توان مشاهدات را راجع به اشیاء فی‌نفسه یا 'اعیان' دانست. به عبارت دیگر نمی‌توانسته است از پیش به این امر پی ببرد که اتمها نه شیء اند و نه عین.»

«در این صورت پس چه هستند؟»

«برای نامیدن آنها لفظ مناسبی نداریم، زیرا زبان ما بر تجربه روزمره مبتنی است و پایه اتمها بر تجربه روزمره نیست. اما اگر شما دوست نداشته باشید که بدین طریق از بحث طفره برویم، می‌توانیم بگوییم که اتمها اجزائی از وضعیتهای مشاهداتی اند، اجزائی هستند که در تحلیل فیزیکی پدیده‌های مربوط، قدرت تبیینی زیادی دارند.» در اینجا کارل فریدریش وارد بحث شد و گفت: «چون صحبت ما راجع به مشکلات زبانی است، بد نیست به این نکته اشاره کنیم که شاید مهمترین چیزی که از فیزیک جدید می‌آموزیم این است که قلمرو کاربرد واژه‌هایی که در توصیف تجربه به کار می‌بریم بسیار محدود است. واژه‌هایی چون 'شیء'، 'موضوع ادراک'، 'لحظه'، 'همزمانی'، 'امتداد' و غیره در برخی از وضعیتهای آزمایشی ما را به اشکال دچار می‌کنند. منظورم این نیست که دیگر این مفاهیم فرض قبلی هر نوع تجربه محسوب نمی‌شوند، بلکه می‌خواهم بگویم که فرضهای قبلی هستند که باید در هر مورد به صورت انتقادی ارزیابی شوند و نمی‌توان از آنها قواعد کلی به دست آورد.»

گفته هرمان از این چرخشی که در بحث ما پیدا شده بود بسیار ناراحت بود. او با این امید شروع کرده بود که استدلالات فیزیک اتمی را به مدد اقوال کانتی رد کند، یا اینکه نشان دهد که کانت اشتباهات فلسفی فاحشی مرتکب شده است، اما حالا به یک موضع لرزان میان این دو نظر رسیده بود و در این وضع احساس راحتی نمی‌کرد. بنابراین پرسید: «آیا منظور شما از اینکه مفهوم 'پیشینی' کانت را، و در حقیقت زبان را، نسبی می‌کنید این است که بکلی [از جستجوی حقیقت] دست بشوید، به این معنی که بگویید 'معلوم می‌شود که به هیچ چیزی نمی‌توان معرفت پیدا کرد؟' آیا مآلاً اعتقاد دارید که زمینه مستحکمی که بتوان بر آن ایستاد وجود ندارد؟»

کارل فریدریش با شجاعت تمام جواب داد که اتفاقاً تحولات علوم طبیعی به ما امکان می‌دهد که نظر خوشبینانه‌تری داشته باشیم:

«وقتی می‌گوییم که کانت، با وارد کردن مفهوم 'پیشینی'، وضع معرفت علمی زمان خود را به‌درستی بیان کرده است اما وضع معرفتی فیزیک اتمی جدید با آن فرق دارد، مثل این است که بگوییم ارشمیدس با قوانینی که دربارهٔ اهرم وضع کرده قواعد عملی تکنولوژی زمان خود را به‌درستی تنظیم کرده است، اما این قوانین نمی‌توانند نیازهای تکنولوژی جدید، و مثلاً الکترونیک، را برآورده سازند. قوانین ارشمیدس معرفت علمی واقعی است، نه بیان اعتقاد به صورت مبهم. این قوانین در مورد همهٔ اهرمها و در همهٔ اعصار صادق‌اند، و اگر در سیاره‌ای در منظومهٔ دور دستی موجودات زنده وجود داشته باشند این قوانین برای ایشان هم صادق خواهند بود. اینکه ما در نتیجهٔ توسعهٔ علم به قلمروهایی از تکنولوژی پانهاده‌ایم که مفهوم اهرم در آنها کفایت ندارد، به این معنی نیست که قوانین اهرم نسبی شده‌اند یا دورانشان سرآمده است، بلکه فقط بدین معنی است که این قوانین، در جریان تحول تاریخی، اهمیتی را که در آغاز داشته‌اند از دست داده‌اند. به همین صورت، من اعتقاد دارم که کانت با تحلیل فاهمهٔ بشری به معرفت واقعی رسیده، نه اینکه اعتقادات [شخصی] خود را به صورت مبهم بیان کرده باشد، و هر جا که رابطهٔ موجودات متفکر با محیط خود از جنس رابطه‌ای باشد که ما 'تجربه' می‌نامیم، این تحلیل صادق خواهد بود. اما حتی مفهوم 'پیشینی' کانت را می‌توان از این مقام مرکزی خلع کرد، و آن را به صورت جزئی از یک تحلیل گسترده‌تر از فرایند فهم درآورد. در این مورد، اگر بخواهیم با گفتن جملهٔ 'هر عصری حقیقت خاص خود را دارد' از ارزش معرفت علمی و فلسفی بکاهیم، بی‌گمان اشتباه کرده‌ایم. با این حال باید به یاد داشته باشیم که ساختار تفکر بشر در جریان تحول تاریخی دگرگون می‌شود. پیشرفت دانش فقط بدین دلیل نیست که با آن می‌توان واقعیاتی را که تازه کشف شده‌اند توضیح داد، بلکه بدین دلیل نیز هست که هر چند گاه يك بار معنای واژهٔ 'فهمیدن' را از نو به ما می‌آموزد.»

این جواب، که تا حدودی بر تعالیم بورمبنتی بود، گرت هیرمان را ظاهراً کمی راضی کرد، و هر سهٔ ما حس می‌کردیم که دربارهٔ رابطهٔ میان فلسفهٔ کانت و علم جدید خیلی چیزها یاد گرفته‌ایم.

## بحثهایی دربارهٔ زبان

(۱۹۳۳)

عصر طلایی فیزیک اتمی به سرعت روبه پایان می‌رفت و در آلمان ناآرامی سیاسی روبه افزایش داشت. گروه‌های سیاسی چپ و راست به خیابانها می‌ریختند، در محله‌های فقیرنشین با هم می‌جنگیدند و سعی می‌کردند اجتماعات یکدیگر را برهم بزنند. تنش به‌صورتی تقریباً نامحسوس، حتی در دانشگاه و در جلسات اعضای هیأت علمی، بالا می‌گرفت. من مدتی سعی کردم که چشمم را بر خطر بیندم و صحنه‌های زشت خیابانی را نادیده بگیرم. اما، با همهٔ این حرفها، واقعیت از همهٔ آرزوهای ما قویتر است، و این بار واقعیت در هیأت رؤیایی پا به صحنهٔ آگاهی من نهاد. يك صبح یکشنبه قرار بود با کارل فریدریش به دوچرخه سواری برویم و من ساعت شماطه‌ای را روی ساعت پنج میزان کرده بودم. اندکی پیش از بیدار شدن، میان خواب و بیداری، رؤیای عجیبی دیدم. خواب دیدم که اول صبح است و، مثل بهار ۱۹۱۹، دارم در لودویگ اشتراسه<sup>۱</sup> مونیخ قدم می‌زنم. خیابان در نوری سرخ‌رنگ و اسرارآمیز، که دائم قویتر می‌شد، غوطه‌ور بود. گروه‌های مردم با پرچمهای سرخ و پرچمهای قرمز-سفید-سیاه، از دروازهٔ پیروزی به‌طرف آبنماهای دانشگاه سرازیر شده بودند و فضا آکنده از سروصدا و غریو و غوغا بود. یکباره، درست پیش پای من، مسلسل شروع به شلیک کرد. برای نجات جانم به‌طرفی جستم و از خواب پریدم. صدای شلیک مسلسل زنگ ساعت شماطه‌ای بود، و نور سرخ‌رنگ اولین پرتوهای خورشید بود که بر پردهٔ اطاق خوابم افتاده بود. از آن لحظه به بعد می‌دانستم که بار

1. Ludwigstrasse



دیگر روزهای دشواری در پیش داریم.

بعد از فاجعه ژانویه ۱۹۳۳، فقط يك تعطیلات دیگر را با دوستان قدیم گذراندم، و خاطره این تعطیلات شاد را، که وداعی زیبا اما دردناک با «عصر طلایی» محسوب می شد، مدتها همه ما در یاد داشتیم.

در ارتفاعات بالای دهکده بایریش تسل<sup>۱</sup> و در دامنه جنوبی گروسه تراپتن<sup>۲</sup>، روی سبزه زار کلبه ای بود که هنگام رفتن به اسکی از آن استفاده می کردیم. این کلبه را که بهمن نیمه ویرانش کرده بود، دوستان جنبش جوانان بازسازی کرده بودند. پدر یکی از دوستانم که تاجر چوب بود مصالح و ابزارهای لازم را فراهم کرده بود، کشاورزی که صاحب کلبه بود در فصل تابستان مصالح را تا سبزه زار رسانده بود، ظرف چند هفته پرشکوه پاییزی دوستان من سقف تازه ای برای کلبه ساخته بودند، پنجره هایش را تعمیر کرده بودند و خوابگاهی در داخل آن برپا کرده بودند. پاداش همه ما این بود که اجازه داشتیم از این کلبه هنگام رفتن به اسکی به عنوان استراحتگاه استفاده کنیم، و در ایام عید قیام ۱۹۳۳ من از نیلس و پسرش کریستین، و فلیکس بلوخ و کارل فریدریش دعوت کردم که روزهای تعطیل را به اسکی برویم. نیلس، کریستین و فلیکس تصمیم گرفته بودند که از سالتسبورگ، که نیلس در آنجا کاری داشت، مستقیم به اوبرآودورف<sup>۳</sup> بیایند و بقیه راه را صعود کنند. کارل فریدریش و من چند روز زودتر به کوه رفتیم تا کارها را روبراه کنیم و چیزهای لازم را فراهم سازیم. چند هفته قبل از آن که هوا خوب بود بسته های غذا به پناهگاه برونتشتاین<sup>۴</sup> تحویل داده شده بود، و ما باید آنها را با کوله پشتی به کلبه مان، که کمتر از يك ساعت با آنجا فاصله داشت، می رساندیم. اولین شبی که در کوه گذراندیم بادی وزید و برف شروع به باریدن کرد. صبح مدخل کلبه را با هزار زحمت پاك کردیم، و هنگام ظهر، وقتی که در دل کولاک و توی برف تازه ای که حدود يك متر ارتفاع داشت راه خود را باز می کردیم و به پناهگاه می رفتیم، می دانستیم که باید مراقب سقوط بهمن باشیم. از پناهگاه، طبق قراری که داشتیم، به نیلس که در سالتسبورگ بود تلفن کردم و اوضاع کوه را برای او تشریح کردم و قول دادم که روز بعد با کارل فریدریش در ایستگاه اوبرآودورف به استقبال او بروم. نیلس فکر می کرد که این کار اصلاً لزومی ندارد: او و کریستین و فلیکس سوار تاکسی می شوند و مستقیم از اوبرآودورف به کلبه می آیند. من برایش توضیح دادم که این فکر بکلی غیر واقع بینانه است و او

هم سرانجام با پیشنهاد من موافقت کرد. شب بعد هم بارش برف سنگین قطع نشد، و صبح کلبه ما بکلی زیر برف مدفون شده بود. راهی که دیروز باز کرده بودیم اصلاً پیدا نبود، خوشبختانه هوا صاف شد، دید خوب بود و ما می توانستیم از جاهای خطرناک دوری کنیم. کارل فریدریش و من با نوبه کاری راه تازه ای تا پناهگاه باز کردیم، آنجا که رسیدیم می توانستیم راه سرازیری تا اوپر آودورف را با اسکی طی کنیم. بعداً می توانستیم از روی رد پایمان مسیر را پیدا کنیم. هوا صاف بود و باد نمی وزید، و بنابراین این پیش از فرارسیدن شب احتمال توده شدن برف نمی رفت. اما وقتی سر ساعت مقرر به ایستگاه رسیدیم، اثری از نیلس، کریستین و فلیکس ندیدیم. در عوض، مقدار زیادی بار از قطار خالی می شد. اسکی، کوله پشتی، پوشاک. که همه به نظر می آمد مال مهمانان ما باشد. رئیس ایستگاه گفت که صاحبان این بارها، چون در یکی از توقفگاههای سر راه اصرار داشته اند که قهوه بخورند، از قطار جا مانده اند و زودتر از ساعت چهار بعد از ظهر نمی رسند. معنی اش این بود که قسمت اعظم صعود دشوار ما باید در تاریکی صورت بگیرد. من و کارل فریدریش از فرصت استفاده کردیم و بارهای اصلی را جمع و جور کردیم، چون لازم بود که قدرت جسمانیمان را برای بالا رفتن نگاه داریم. وقتی که مهمانان وقت شناس ما درست سر ساعت چهار رسیدند، به نیلس گفتم که حتماً حوادثی در انتظار ماست چون ردی که من و کارل فریدریش هنگام پایین آمدن بر جا گذاشته ایم تنها نشانه راهنمای ما در برف انبوه است.

نیلس لحظه ای فکر کرد و بعد گفت: «عجیب است. مرا بگو که فکر می کردم صعود به کوه را باید از پای کوه شروع کرد.»

یکی از ما یادآوری کرد که قاعده کار در گراندکانیون<sup>۱</sup> چیزی است که اسمش را می توان «صعود معکوس» گذاشت: قطار انسان را به آنجا می رساند، او را در لبه يك فلات وسیع بی آب و علف پیاده می کند، انسان باید حدود ۱۸۰۰ متر پایین برود تا به رود کلورادو برسد و بعد دوباره همین راه را صعود کند تا سوار قطار شود. به همین دلیل است که اسم آن محل را «کانیون» گذاشته اند نه کوه. وقت را با این نوع صحبتها می گذراندیم و در دو ساعت اول خوب پیش رفته بودیم، اما من فراموش نمی کردم که صعودی که در تابستان بیش از دو سه ساعت طول نمی کشد ممکن است در چنین شرایطی شش یا حتی هفت ساعت وقت لازم داشته باشد. وقتی که به

1. Grand Canyon

مشکلترین قسمت صعود رسیدیم هوا تاریک تاریک بود. من جلو می‌رفتم، و پشت سرم نیلس، کارل فریدریش که فانوسی در دست داشت، کریستین و فلیکس، به همین ترتیب، می‌آمدند. بیشتر رد پاهای ما هنوز خوب توی برف مشخص بودند و بنابراین پیدا کردنشان آسان بود، و فقط در بعضی جاهای بی حفاظ باد رویشان را پوشانده بود. من از اینکه می‌دیدم برف این قدر نرم مانده ناراحت بودم، نیلس داشت خسته می‌شد و ما ناچار قدمهایمان را آهسته کردیم. ساعت ده بود و من فکر می‌کردم که يك ساعت دیگر طول می‌کشد تا به پناهگاه برسیم.

وقتی داشتیم يك شیب تند را طی می‌کردیم، حادثهٔ خیلی عجیبی رخ داد. من یکباره حس کردم که دارم شنا می‌کنم، اختیار حرکات خود را از دست دادم و بعد چیزی بشدت از اطراف به من فشار آورد، به طوری که يك لحظه نفسم قطع شد. خوشبختانه سرم از تودهٔ برف بیرون مانده بود و چند ثانیه‌ای نگذشت که دستهایم را هم آزاد کردم. به اطراف نگاه کردم، ظلمت محض بود و هیچ يك از همراهانم دیده نمی‌شدند. صدا زدم «نیلس»، اما پاسخی نشنیدم. يك لحظه فکر کردم همه‌شان زیر بهمن مدفون شده‌اند. با زحمت زیاد سعی کردم که اسکی‌هایم را از برف بیرون بکشم و وقتی به این کار موفق شدم، در دور دست بالای سرم نوری دیدم. با همهٔ توان فریاد زدم و کارل فریدریش به فریادم پاسخ داد. یکباره فهمیدم که بهمن مرا مسافتی طولانی به پایین برده و دیگران را نگرفته است. بعد به طرف فانوس رفتم و بقیهٔ راه را با احتیاط تمام طی کردیم. ساعت یازده به پناهگاه رسیدیم و تصمیم گرفتیم که آن شب دیگر خود را به خطر نیندازیم، بنابراین از ادامهٔ صعود منصرف شدیم و به‌بستر رفتیم. اول صبح روز بعد، پس از اینکه زیر آسمان آبی تیره با زحمت راه خود را از دل توده‌های عظیم برف سفید و کورکننده باز کردیم، به کلبه‌مان رسیدیم.

چون صعود و ضربهٔ بهمن رmqمان را بریده بود، آن روز را بر خود سخت نگرفتیم، روی بام که برفش را رفته بودیم دراز کشیدیم، آفتاب گرفتیم و دربارهٔ تحولات اخیر در فیزیک اتمی بحث کردیم. نیلس از کالیفرنیا عکسی آورده بود که از اتاقل ابر گرفته شده بود، این عکس فوراً توجه ما را به خود جلب کرد و بحثهای داغی در میان ما پدید آورد. بحث به‌مسأله‌ای مربوط می‌شد که پُل دیراک چند سال پیش در ضمن کار خود در زمینهٔ نظریهٔ نسبیتی الکترون مطرح کرده بود. به‌موجب این نظریه، که در این میان آزمایش هم تأییدش کرده بود، به‌دلایل ریاضی باید نتیجه گرفته می‌شد که علاوه بر الکترون که بار منفی دارد، ذره‌ای خویشاوند با آن با بار مثبت وجود دارد. دیراک ابتدا سعی کرده بود بگوید که این ذرهٔ فرضی همان پروتون

است، یعنی همان هسته اتمی اتم هیدروژن است. اما غالب فیزیکدانان دیگر به این فرضیه اشکال کرده بودند، و دلیلشان هم این بود که قرائن متقاعد کننده بسیاری گواهی می‌دهند که این ذره با بار مثبت باید جرمی برابر با جرم الکترون داشته باشد، و حال آنکه معلوم شده بود جرم پروتون تقریباً دو هزار برابر جرم الکترون است. گذشته از این، گفته می‌شد که رفتار این ذره فرضی بکلی با رفتار ماده معمولی متفاوت است، و اعتقاد بر این بود که وقتی این ذره با الکترون معمولی برخورد کند هر دو به تابش تبدیل می‌شوند. (به همین دلیل است که ما امروزه از «پادماده» سخن می‌گوییم.)

حالا عکس نیلس از اتاقک ابر ظاهراً وجود چنین ذره (یا پادذره) ای را ثابت می‌کرد. این عکس رشته‌ای از قطره‌های آب را نشان می‌داد که ظاهراً توسط ذره‌ای که از بالا آمده بود تولید شده بود. ذره سپس يك صفحه قلعی را قطع کرده بود و در آن طرف صفحه هم رشته دیگری از قطره‌ها بر جا گذاشته بود. اتاقک ابر را در يك میدان مغناطیسی قوی قرار داده بودند، و در نتیجه مسیرها خمیده شده بودند. چگالی قطره‌های آب در مسیر درست با چگالی که از الکترون انتظار می‌رفت مطابق بود، اما خمیدگی مسیر نشانه وجود يك بار مثبت بود. البته به این شرط که ذره در واقع از بالا آمده باشد، و این نکته هم ضرورتاً از این واقعیت که انحنا در بالای صفحه کمتر از انحنا در زیر آن بود، به عبارت دیگر، از این واقعیت که صفحه قلع حرکت ذره را کند کرده بود، نتیجه می‌شد. بعد ما بحثی طولانی کردیم که آیا این نتایج ضرورتاً درست اند یا نه. همه حس می‌کردیم که پاسخ بسیار حساس است.

بعد از اینکه مدتی دنبال خطاهای احتمالی آزمایشی گشتیم، من به نیلس گفتم: «عجیب نیست که در تمام این بحث هیچ کس حرفی از نظریه کوانتومی نزده است؟ رفتار ما طوری است که گویی این ذرات باردار مثل قطره‌های روغنی هستند که بار مثبت دارند، یا مثل گویهای الکتروسکوپیهای قدیمی. ما بی هیچ اندیشه‌ای مفاهیم فیزیک کلاسیک را به کار می‌بریم، گویی چیزی در مورد محدودیتهای این مفاهیم و روابط عدم قطعیت نشنیده‌ایم. آیا به این طریق ناگزیر دچار اشتباه نمی‌شویم؟»

نیلس جواب داد: «نه، به هیچ وجه. به هر حال، می‌توان گفت که ماهیت هر آزمایشی این است که مشاهدات را بتوان با مفاهیم فیزیک کلاسیک توصیف کرد. معمای نظریه کوانتومی نیز همین است: از يك طرف قوانینی وضع می‌کنیم که با قوانین فیزیک کلاسیک فرق دارند، و از طرف دیگر هر وقت که مشاهده‌ای می‌کنیم یا اندازه‌گیری انجام می‌دهیم یا عکسی می‌گیریم، بی هیچ قید و شرطی مفاهیم فیزیک

کلاسیک را به کار می‌بریم. و باید هم این کار را بکنیم، زیرا بعد از همهٔ حرفها اگر بخواهیم نتایجی را که به دست آورده‌ایم به اطلاع دیگران برسانیم باید از زبان استفاده کنیم. دستگاه اندازه‌گیری را فقط وقتی می‌توان دستگاه اندازه‌گیری واقعی دانست که به کمک مشاهداتی که با آن انجام می‌شود بتوان به نتایجی صریح دربارهٔ پدیده‌ای که مشاهده می‌کنیم دست یافت، یعنی فقط وقتی که بتوان وجود یک رابطهٔ اکید علی را فرض کرد. اما وقتی به توصیف نظری پدیده‌های اتمی می‌رسیم، باید میان پدیده و ناظر یا دستگاه اوتامیزی قائل شویم. ممکن است که انتخاب مرز میان این دو به دست خود ما باشد، اما در طرفی از مرز که ناظر در آن قرار دارد ناچاریم که از زبان فیزیک کلاسیک استفاده کنیم، زیرا از زبان دیگری که نتایج را با آن بیان کنیم در اختیار نداریم. می‌دانیم که مفاهیم این زبان دقیق نیستند و حوزه کاربردشان هم محدود است، اما زبان دیگری هم نداریم، و به هر حال این زبان به ما کمک می‌کند که دست کم به طور غیر مستقیم به پدیده‌ها دست بیابیم.»

فلیکس ایراد کرد: «آیا امکان ندارد که وقتی نظریهٔ کوانتومی را از این هم بهتر فهمیدیم، بتوانیم مفاهیم کلاسیک را رها کنیم و از زبان دیگری استفاده کنیم که با آن بتوان در مورد پدیده‌های اتمی دقیقتر از امروز حرف زد؟»

نیلس جواب داد: «شما مسأله را درست نفهمیده‌اید. علم عبارت است از مشاهدهٔ پدیده‌ها و رساندن نتایج به اطلاع دیگرانی که باید آنها را به محک آزمون بزنند. و این فرایند مشاهده و مبادلهٔ اطلاعات تماماً به کمک مفاهیم فیزیک کلاسیک انجام می‌گیرد. اتاقک ابریک دستگاه اندازه‌گیری است، بدین معنی که از روی این عکس می‌توان نتیجه گرفت که ذره‌ای با بار مثبت و دارای خصوصیات الکترون از داخل اتاقک گذشته است. البته باید فرض کنیم که دستگاههای اندازه‌گیری درست ساخته شده‌اند، درست روی میز نصب شده‌اند، دوربین عکاسی طوری محکم تعبیه شده که موقع گرفتن عکس تکان نخورده است، و عدسی آن هم درست کانونی شده است و غیره. به عبارت دیگر باید فرض کنیم که آزمایش تحت شرایط دقیقی که فیزیک کلاسیک معین می‌کند انجام گرفته است. یکی از فرضهای اساسی علم این است که زبانی که با آن راجع به اندازه‌گیریها صحبت می‌کنیم اساساً ساختار زبانی را دارد که در گفتگو از تجارب روزمره به کار می‌بریم. ما دریافته‌ایم که این زبان برای مبادلهٔ اطلاعات و جهت‌گیری وسیلهٔ مناسبی نیست؛ با این حال فرض قبلی هر نوع علم است.»

در همین حال که ما روی بام آفتاب می‌گرفتیم و به بحثهای فیزیکی و فلسفی

مشغول بودیم، کریستین به گردش در دور و بر کلبه پرداخته بود و با خود يك چرخ باد آسیب دیده را آورده بود که ظاهر آدوستان من در جنبش جوانان دریکی از توقفهای قبلی شان - برای اندازه گیری شدت و جهت باد یا فقط برای سرگرمی - ساخته بودند.

تصمیم گرفتیم که چرخ باد تازه و بهتری بسازیم، و نیلس و فلیکس و من به ساختن آن با تکه های هیزم مشغول شدیم. اما به خلاف فلیکس و من که سعی داشتیم يك شکل هیدرودینامیکی کامل - یعنی يك ملخ - درست کنیم، نیلس يك تکه چوب چارگوش برداشت و با چاقو از آن يك 'چهارپر' درآورد. معلوم شد که ملخ «ایده آل» ما به قدری از نظر مکانیکی غلط ساخته شده که در باد درست نمی چرخد، اما دستگاه ساده نیلس، حتی محور آن، چنان خوب درست شده بود که با کمترین نسیمی به حرکت درمی آمد.

تنها چیزی که نیلس درباره این کوششهای ما گفت این بود که «شما آقایان بیش از اندازه سختگیرید»، هر چند خود او هم، با آن صنعتگری پاکیزه و دقیقش، که ضمناً نظر کلی اش را راجع به فیزیک کلاسیک منعکس می کرد، کمتر از ما سختگیر نبود.

آن شب پوکر بازی کردیم، البته می توانستیم به گرامافون خراب و صفحه های موسیقی گوشخراش باب روز که در کلبه بود گوش کنیم، ولی این نوع موسیقی در میان ما خیلی کم خواهان داشت. بازی پوکر ما از نوع خاصی بود. هر يك از ما برای اینکه دیگران را با بلوف زدن از میدان به در کند دست خود را با داد و فریاد اعلام می کرد و روی آن قسم می خورد. بدین ترتیب نیلس فرصت تازه ای یافت تا به بیان مطالب فلسفی درباره معنی زبان بپردازد.

گفت: «کاملاً واضح است که استفاده ما از زبان در این بازی بکلی با استفاده ای که در علم از آن می کنیم فرق دارد. اولاً سعی می کنیم به جای آشکار کردن واقعیات اصلی، آنها را پنهان کنیم. بلوف زدن بخشی از بازی است. اما چگونه واقعیات اصلی را پنهان می کنیم؟ شاید بتوان گفت که زبان تصاویری را به دیگران منتقل می کند که باعث می شوند اندیشه هایی که از راه تعمق جدی به دست آمده اند کنار زده شوند و به اعمال اشتباه آمیز میدان داده شود. اما چه عواملی تعیین می کنند که این اندیشه ها با شدت کافی در دیگران مؤثر بیفتند یا نیفتند؟ یقیناً این عامل بلندی صدای ما نیست، زیرا چنین نظری خیلی ابتدایی است، همچنین از آن نوع بازار گرمیهایی که معمولاً فروشندگان کار کشته می کنند، نیست، زیرا هیچ يك از ما با این روش آشنایی ندارد،

و نیز نمی توان تصور کرد که ماها فریب این روش را بخوریم. شاید توانایی ما در اقناع دیگران بستگی به این دارد که تا چه اندازه خود را در مقابل قدرت تصورمان اقناع می کنیم.»

این نظر در ضمن بازی به صورتی خلاف انتظار تأیید شد. نیلس به صدای بلند اصرار داشت که رنگ آورده است، او دائم دو بل می زد و وقتی که چهار تا از ورقهایش را نشان داد همه ما جارفتیم. نیلس آن دست را برد. وقتی کار تمام شد، او با افتخار ورق پنجم را نشان داد، معلوم شد که با چهار ورق دیگر فرق دارد، و او تاکنون اشتباه می کرده و ده دل را با ده خشت عوضی گرفته بوده است. بنابراین توپ زدنهای نیلس بلوف خالی بود. من به یاد نکته ای افتادم که او در ضمن گردش در زیلند درباره قدرتی که اندیشه ها در طول اعصار در شکل دادن به فکر بشر داشته اند، برایم گفته بود.

هوای کلبه ما بیش از اندازه سرد شده بود و هیچ چیز نمی توانست ما را از این حقیقت غافل کند. این بود که داخل کیسه خوابهایمان شدیم و روی عدلهای گاه به خواب رفتیم. در آرامش شبانه، به فکر درباره عکس اتاقک ابر که نیلس آورده بود فرورفتم. آیا راست است که الکترونها ی مثبتی که نظریه دیراک پیش بینی می کند وجود دارند؟ اگر وجود داشته باشند چه نتایجی بر آنها مترتب می شود؟ هر چه بیشتر به این مسأله می اندیشیدم بیشتر خود را اسیر احساساتی می دیدم که وقتی انسان ناچار می شود نظرش را در مسائل بنیادی عوض کند به او دست می دهد. تمام سال پیش من درباره ساختمان هسته اتم کار کرده بودم. کشف نوترون توسط چادویک نشان می داد که هسته اتم از پروتونها و نوترونها تشکیل شده است، و نیروهایی قوی که تا آن روز ناشناخته بودند آنها را بهم پیوند می دهند. این فکر کاملاً معقول به نظر می آمد. اما فرض دیگری که می گفتم هسته بکلی عاری از الکترونهاست بسیار مشکوک می نمود و بسیاری از دوستانم مرا به خاطر این اعتقاد به باد انتقاد می گرفتند و می گفتند: «به هر حال، ما می بینیم که هنگام واپاشی بتایی، الکترونها از هسته بیرون می آیند.» اما تصور من این بود که نوترون خود از یک الکترون و یک پروتون تشکیل شده است، هر چند به دلایلی که بر من معلوم نبود. اندازه اش از اندازه پروتون بزرگتر نیست. علاوه بر این به نظر می آمد که نیروهایی که اخیراً کشف شده بود، و عامل قوام هسته اتم شمرده می شد، وقتی که جای پروتون را به نوترون بسپاریم تغییر نمی کند. این بر هم کنش متقارن را تا حدودی با این فرض می شد توضیح داد که نیروی همگیری ناشی از مبادله یک الکترون بین دو ذره سنگین است. اما این تصور

دو اشکال اساسی داشت، اولاً معلوم نبود که چرا نباید نیروهایی با همین قوت وجود داشته باشند که پروتون را به پروتون یا نوترون را به نوترون پیوند دهند، ثانیاً توضیح این نکته که چرا دو نیرو - گذشته از یک سهم نسبتاً کوچک الکتریکی - با هم یکسانند، ممکن نبود. علاوه بر این، نوترون از لحاظ تجربی به قدری به پروتون شباهت داشت که ساده دانستن یکی و مرکب شمردن دیگری نامعقول می نمود.

اما اگر الکترون مثبت دیراک - که امروزه به آن پوزیترون می گوئیم - وجود می داشت، با یک وضعیت کاملاً تازه مواجه می شدیم: در این صورت می توانستیم پروتون را مرکب از یک نوترون و یک پوزیترون فرض کنیم و تقارن میان پروتون و نوترون کاملاً اعاده می شد. اما آیا در این صورت اصلاً معنی داشت که بگوئیم الکترونها یا پوزیترونها در داخل هسته قرار دارند؟ آیا امکان نداشت، به همان صورت که دیراک معتقد بود این دو با هم ترکیب می شوند و تولید تابش می کنند، فرایند معکوس هم رخ دهد و این دو ذره از انرژی به وجود آیند؟ و اگر انرژی می توانست به زوج الکترون - پوزیترون تبدیل شود، یا به عکس، آیا باز هم می توانستیم برسیم که هسته اتم از چند ذره تشکیل شده است؟ تا آن زمان ما هواره به نظر دموکریتوس اعتقاد داشتیم که می توان به طور خلاصه چنین بیانش کرد: «در ابتدا ذره بود»، و فرض می کردیم که ماده مرئی از واحدهای کوچکتری تشکیل شده و اگر این واحدها را به اندازه کافی تقسیم کنیم، سرانجام به کوچکترین ذرات، که دموکریتوس «اتم» می نامید و ما «ذره بنیادی» می گوئیم، خواهیم رسید. اما شاید این رویکرد از بیخ و بن اشتباه بوده است. شاید چیزی به نام جزء لایتجزی وجود نداشته باشد، شاید ماده را بتوانیم تا آنجا که می خواهیم تقسیم کنیم تا آخر سر به جایی برسیم که کار ما نه دوطرفه کردن واقعی یک جزء بلکه تبدیل ماده به انرژی باشد و دیگر ذرات از کلی که از آن جدا شده اند کوچکتر نباشند. اما در ابتدا چه بوده است؟ قانون فیزیکی بوده، ریاضیات بوده، یا تقارن؟ در ابتدا تقارن بود! این فکر شبیه تیمائوس افلاطون بود و مرا به یاد روزی که در تابستان ۱۹۱۹ بر بام مدرسه طلبگی گذرانده بودم می انداخت. اگر ذره ای که در تصویر اتاقل ابر دیده می شد همان پوزیترون دیراک بود، قلمروهای وسیع و جدیدی پیش چشم ما گشوده می شد، و من از همان وقت می توانستم بعضی از راههایی را که می بایست در آنها قدم نهاد تا به این قلمروهای جدید رسید، ببینم. همچنان غرق این اندیشه ها بودم تا بالاخره



خوابم برد.

صبح روز بعد آسمان باز آبی بود. ما بلافاصله بعد از صبحانه اسکی‌ها را به پا کردیم و به دریاچهٔ کوچک بالای دامنهٔ هیملموس<sup>۱</sup> و از روی یال کوه به درهٔ پرت افتادهٔ پشت گروسه ترایتن رفتیم و از آنجا به قلعهٔ کوه خود بازگشتیم. روی تیغه‌ای که رو به شرق می‌رفت ناگهان پدیدهٔ جوئی و بصری غریبی را مشاهده کردیم. باد ملایمی که از شمال می‌وزید ابری از بخار رقیق را که از تابش خورشید می‌درخشید با خود می‌برد و ما تصویر خود را توی این ابر می‌دیدیم، و می‌دیدیم که دور سرهایمان را حلقهٔ نورانی درخشانی گرفته است. نیلس که ظاهراً از این منظرهٔ نامتعارف به وجد آمده بود، گفت که قبلاً در این باره چیزهایی شنیده، و شنیده است که هالهٔ نورانی که استادان قدیم نقاشی دور سر قدیسان می‌کشند در همین پدیده ریشه دارد، و با چشمکی اضافه کرد: «و جالب این است که ما این هاله را فقط دور سر خودمان می‌بینیم.» همه از این نکته‌گویی او خوششان آمد و به تحسین او پرداختند. و نیز این تذکر باعث شد که نکته‌هایی دربارهٔ خودبینی و انتقاد از آن گفته شود. بعد وقت آن شد که به سرعت خود را به کلبه‌مان برسانیم. بخصوص من و فلیکس خیلی شور و شوق داشتیم و من چنان تند راه افتادم که موقع گذشتن از یک شیب تند بهمین دیگری به راه انداختم. خوشبختانه موفق شدیم که زیر بهمین نمائیم و همه به سلامت، هر چند جدا جدا، به مقصد رسیدیم. حالا نوبت من بود که آشپزی کنم و نیلس که کمی خسته شده بود در کنار من در آشپزخانه نشست، و در همان حال دیگران در پشت بام به آفتاب گرفتن مشغول بودند. من فرصت را برای ادامهٔ بحث قبلی مغتنم شمردم.

گفتم: «توضیحی که شما دربارهٔ هاله دادید بسیار قانع کننده است، و من اشکالی نمی‌بینم که آن را، دست کم به عنوان بخشی از حقیقت، بپذیرم. اما کاملاً قانع نشده‌ام، و زمانی، در نامه‌ای به یکی از پوزیتیویستهای بسیار پر حرارت حلقهٔ وین، نظر مخالف آن را مطرح کرده‌ام. نظر پوزیتیویستها، که می‌گویند هر واژه‌ای معنای روشنی دارد و استعمال آن به هر صورت دیگر نارواست، به نظر من کاملاً مهمل بود. بنابراین به او نوشتم که وقتی می‌گوییم انسانهای بزرگ هر جا می‌روند نور می‌پراکنند، همه کس منظور ما را می‌فهمد. البته من می‌دانستم که این نوع نور را نمی‌توان با نورسنج اندازه گرفت، اما از اینکه معنای فیزیکی واژه «نور» را معنای واقعی آن بدانم، و

معانی دیگر را فرعی و ثانوی بشمارم، ابا داشتم. بنابراین هیچ بعید نیست که منبع الهام نقاشان نور وجود قدیسان بوده است و نه پدیده عجیبی که امروز شاهدش بودیم.»

نیلس گفت: «من در پذیرش نظر شما هیچ اشکالی نمی بینم، و میان ما بیش از آنچه شما فکر می کنید توافق هست. البته زبان این خصلت عجیب و سیال را دارد. ما هیچ گاه معنای دقیق واژه‌ها را نمی دانیم، و معنای واژه‌های ما به نحوه‌ای که آنها را به هم می پیوندیم و جمله می سازیم، به اوضاع و احوالی که جمله‌ها را در آن درست می کنیم و به بسیاری عوامل فرعی دیگر بستگی دارد. اگر آثار فیلسوف آمریکایی ویلیام جیمز را بخوانید، می بینید که توصیف نسبتاً دقیقی از این قضیه کرده است. او می گوید که هر چند وقتی واژه‌ای را می شنویم به نظر می آید که ذهن فقط مهمترین معنای آن را درمی یابد، اما معانی دیگری نیز در زوایای تاریکتر ذهن پدید می آیند، با مفاهیم گره می خورند و در ناخودآگاه گسترش می یابند. زبان روزمره، و به نحو اولی زبان شاعران، چنین است. این حرف در مورد زبان علم هم، به میزان کمتری، صادق است. به خصوص در فیزیک اتمی، طبیعت به ما آموخته است که برخی از مورد اعتمادترین مفاهیم، کاربرد بسیار محدودی دارند. در این مورد کافی است که مفاهیم وضعیت و سرعت را در نظر بگیرید.»

«با همه این حرفها، ارسطو و یونانیان باستان، آنگاه که دریافتند که زبان را می توان تصفیه کرد و به قدری دقیق کرد که برای استنتاجات منطقی مناسب باشد، گام بزرگی به پیش برداشتند. البته این نوع زبان از زبان معمولی بسیار محدودتر است، اما در علوم طبیعی بی اندازه ارزش دارد.»

«حق با پوزیتیویستهاست که بر اهمیت دقت در زبان تأکید می کنند و هشدار می دهند که زبان اگر دقت منطقی را رها کند ممکن است بی معنی شود. اما شاید از توجه به این نکته غافل اند که در علم، بیشترین کاری که از دست ما ساخته است این است که به این آرمان نزدیک شویم. اما هرگز نمی توانیم به آن برسیم. زیرا زبانی که با آن آزمایشهایمان را توصیف می کنیم حاوی مفاهیمی است که دامنه‌شان را نمی توان با دقت تعریف کرد. البته می توان گفت که فرمولهای ریاضی که ما فیزیکدانان نظری در توصیف طبیعت به کار می بریم باید این درجه از خلوص و دقت منطقی را دارا باشند، اما وقتی کار به اطلاق این فرمولها بر طبیعت می رسد، مشکل به شکل دیگری ظاهر می شود، زیرا وقتی بخواهیم چیزی درباره طبیعت بیان کنیم - و مگر علم کاری جز این دارد؟ - باید به نحوی از زبان ریاضی به زبان روزمره گذر

کنیم.»

من متذکر شدم: «به نظر می آید که پوزیتیویستها عمدتاً مابعدالطبیعه و به خصوص مابعدالطبیعهٔ دینی را آماج حملهٔ خود ساخته‌اند. به نظر ایشان بحثهای دینی چیزی نیستند جز مسائل کاذبی که تاب مقاومت در برابر تحلیل منطقی را ندارند، و بنابراین بی معنی‌اند. آیا شما، کمی هم که شده، حق را به جانب ایشان می‌دهید؟» نیلس جواب داد: «یقیناً در انتقاد ایشان حقایق زیادی وجود دارد و چیزهای بسیاری می‌توان از آنها آموخت. دلیل مخالفت من با پوزیتیویستها در این نیست که در این زمینه کمتر از ایشان شکاک هستم، بلکه بدین دلیل مخالفم که گمان نمی‌کنم در علم هم اوضاع خیلی بهتر از این باشد. اگر بخواهیم اغراق آمیز حرف بزنیم می‌توانیم بگوییم که در دین، ما از آغاز از اینکه بتوانیم به واژه‌ها معنای روشنی بدهیم دست برمی‌داریم، اما در علم با این امید- یا اگر می‌خواهید بگویید، با این توهم- کار را آغاز می‌کنیم که شاید بتوان روزی به این منظور نائل شد. اما با همهٔ این حرفها ما می‌توانیم چیزهای زیادی از پوزیتیویستها بیاموزیم. مثلاً من نمی‌فهمم که مردم وقتی از معنای زندگی سخن می‌گویند منظورشان چیست. به هر حال، واژهٔ 'معنی' از ارتباطی سخن می‌گوید که میان شناسنده یا امر مورد شناخت و چیزی دیگر، مثلاً يك قصد یا تصور یا طرح، وجود دارد. اما وقتی پای زندگی در میان باشد- و منظورم از این واژه کل زندگی است، یعنی جهان تجارب ما- آنگاه این واژه را به چه چیز دیگری می‌توان مربوط کرد؟»

من اشکال کردم: «اما بی شك وقتی از 'معنای زندگی' سخن می‌گوییم می‌دانیم که منظورمان چیست. معنای زندگی به خود ما بستگی دارد. به نظر من این عبارت دلالت به نحوه‌ای می‌کند که ما به زندگی خود شکل می‌دهیم و آن را در يك زمینهٔ وسیعتر می‌گنجانیم. شاید این فقط يك تعبیر یا اصل یا اعتقاد باشد، اما به هر حال چیزی است که معنایش را کاملاً درك می‌کنیم.»

نیلس مدتی در سکوت به فکر فرو رفت و آنگاه گفت: «نه، معنای زندگی جز این نیست که اگر بگوییم زندگی معنی ندارد حرفی بی معنی زده‌ایم. جستجوی ما برای فهم مثل چاهی است که ته نداشته باشد.»

«اما آیا شما در مورد زبان بیش از حد خشکی به خرج نمی‌دهید؟ می‌دانید که حکمای قدیم چین 'دائو' را در رأس همهٔ فلسفه می‌دانستند، و دائو را غالباً به 'معنی' ترجمه می‌کنند. بی شك حکمای چین در ارتباط دادن واژه‌های 'دائو' و 'زندگی' اشکالی نمی‌دیدند.»

«اگر برای واژه 'معنی' چنین تعریف وسیعی قائل باشید، آنگاه هر چیزی ممکن است؛ اما هیچ يك از ما نمی داند که واژه 'داتو' واقعاً به چه صورت به کار می رفته است. با این حال، چون صحبت شما درباره فلاسفه چین و زندگی است، باید بگویم که من داستان آن سه حکیمی را بیشتر دوست دارم که نظرشان را درباره مزه سرکه پرسیدند. شاید لازم باشد اضافه کنم که چینیها سرکه را 'آب حیات' می نامند. فیلسوف اول گفت: 'ترش است'، دومی گفت: 'تلخ است'، و سومی که همان لائودزه بود، گفت: 'شیرین است'»

کارل فریدریش به آشپزخانه آمد و پرسید که بالاخره غذا کی حاضر می شود. گفتم که اگر بقیه را صدا کند و بشقابها و کارد و چنگالهای آلومینیومی را بیرون بیاورد، می توانیم ناهار را شروع کنیم. دور میز نشستیم و ضرب المثل قدیمی «گرسنگی بهترین آشپز است» نجاتبخش من شد. بعد از ناهار، کارها را تقسیم کردیم. بنا شد نیلس ظرفها را بشوید، من اجاق را تمیز کنم و دیگران هیزم بشکنند و کلبه را جارو کنند. ناگفته پیداست که آشپزخانه ابتدایی ما مو بر تن هر بازرس بهداشتی راست می کرد. نیلس گفت: «ظرف شستن ما هم درست مثل زبان ماست، آب و قاب دستمال کیف اند و با این حال می توانیم بشقابها و لیوانها را تمیز کنیم. در زبان نیز باید با مفاهیم ناخالص و يك نوع منطق که دامنه اش به صورتی که بر ما معلوم نیست محدود است، کار کنیم، با این حال با استفاده از آن درکی را که از طبیعت داریم تا حدودی روشن می کنیم.»

چند روز بعد هوا متغیر بود و ما چند بار به گردش در اطراف رفتیم که بعضی کوتاه بود و بعضی بیشتر طول کشید. به ترائنزبوخ<sup>۱</sup> صعود کردیم و در پیست آموزشی اونتربرگر آل<sup>۲</sup> تمرین اسکی کردیم. يك بار دیگر بحث ما به مسأله زبان کشیده شد، و آن وقتی بود که کارل فریدریش و من سعی کردیم از يك گله بزکوهی عکس بگیریم، اما نتوانستیم به اندازه کافی به آنها نزدیک شویم و غریزه حیوانات را که آهسته ترین صدا و محوترین رد پا روی برف و شکسته شدن يك شاخه درخت و ضعیفترین بوها را تشخیص می دهند و پا به فرار می گذارند تحسین کردیم. این بهانه ای به دست نیلس داد تا سخنرانی مفصلی درباره فرق میان غریزه و هوش ایراد کند:

«شاید دلیل اینکه این بزهای کوهی توانستند از شما بگریزند این است که لازم نیست اول فکر کنند یا درباره بهترین راه فرار از دست شما بحث کنند. بدن آنها

به طور کلی در پناه جستن در مناطق کوهستانی تخصص یافته است. یقیناً انتخاب طبیعی به هر نوعی از حیوانات کمک می کند که برخی از قابلیت‌های جسمانی خود را تکامل بخشند، به حدی که به مرحله کمال نزدیک شود، اما حیوان در نتیجه ناچار است که پیکار برای زندگی را به شیوه خاصی انجام دهد، و اگر شرایط محیطی بیش از اندازه تغییر یابند، دیگر نمی تواند خود را سازگار کند و نسلش منقرض می شود. ماهیانی وجود دارند که قادر به تولید شوک الکتریکی اند و بدین طریق در برابر دشمنان از خود دفاع می کنند. ماهیان دیگری هم هستند که ظاهرشان به قدری با زندگی در شن سازگار شده که با ماسه کف دریا یکی می شوند و بدین طریق جانوران صیاد را گول می زنند. اما در ما آدمیان، تخصص راه دیگری اختیار کرده است. دستگاه عصبی ما را، که به ما قدرت تفکر و سخن گفتن می دهد، می توان اندامی دانست که با آن می توانیم زمان و مکان را ژرفتر از هر جانور دیگری بکاریم. ما می توانیم گذشته را به یاد بیاوریم و آنچه را احتمالاً در آینده رخ خواهد داد پیشگویی کنیم. همچنین می توانیم تخیل کنیم که در مکانهای دوردست چه رخ می دهد، و می توانیم از تجربه دیگران استفاده کنیم. در نتیجه ما به قدری از جانوران دیگر انعطاف پذیرتر و سازگارتر شده ایم که می توانیم بگوییم تخصص انسان در جهت انعطاف پذیری بوده است. اما طبعاً این پیدایش فکر و زبان، و کلاً غلبه هوش، باعث کندشدن واکنشهای غریزی ما شده است. بنابراین انسان از این لحاظ از جانوران پست تر است، حس بویایی او به قدرت بزکوهی نیست، و نیز نمی تواند مثل او با اطمینان از صخره ای به صخره ای بجهد، اما انسان می تواند این نقص را با دست یافتن به قلمروهای زمانی و مکانی وسیعتر جبران کند. در این مورد، پیدایش زبان احتمالاً اساسی ترین مرحله بوده است. زیرا زبان، و فکر که با آن ملازمه دارد، قدرتی است که - برخلاف همه تواناییهای جسمانی - در درون افراد پدید نمی آید بلکه در میان افراد پدید می آید. ما سخن گفتن را از دیگران می آموزیم: زبان مانند شبکه ای است که میان مردم گسترده شده است، شبکه ای است که اندیشه ها و معرفت ما با تار و پود آن پیوندی ناگسستنی دارد.»

من حرف او را قطع کردم: «وقتی انسان به صحبت يك پوزیتیویست یا منطق دان درباره زبان گوش می کند، چنین گمان می برد که صورتها و قدرت بیانی زبان را می توان بدون توجه به تکامل و سابقه زیستی آن بررسی و تحلیل کرد. اما اگر، مثل همین کاری که شما می کنید، هوش را با گزینه مقایسه کنیم، شاید بتوان تصور کرد که صورتهای مختلفی از هوش و زبان در بخشهای مختلف جهان پدید آمده باشد. و در

واقع دستور زبانهای مختلف کاملاً از هم متمایزاند. و شاید تفاوت دستور زبانها بتواند باعث ایجاد تفاوت در منطق شود.»

نیلس جواب داد: «طبعاً ممکن است که صورتهای مختلف زبان و اندیشه وجود داشته باشند، همچنانکه نژادهای مختلف وجود دارند و ارگانیسماها هم اعضای مختلف دارند. اما همان طور که همه موجودات زنده بر طبق قوانین طبیعی واحدی، تقریباً از ترکیبات شیمیایی واحدی، ساخته شده‌اند، منطقهای مختلف ممکن هم احتمالاً بر صورتهای بنیادی استوارند که نه ساخته دست انسان‌اند و نه حتی به انسان وابستگی دارند. این صورتها باید نقش حساسی در تکامل زبان از طریق انتخاب طبیعی ایفا کرده باشند، و نمی‌توانند فقط پی‌آمد آن باشند.»

کارل فریدریش پیشنهاد کرد: «برگردیم سر اختلاف میان ما و بز کوهی. من چنین استنباط کردم که شا غریزه و هوش را مانعة‌الجمع می‌دانید. آیا منظورتان فقط این است که فرایند انتخاب طبیعی یکی از این دورا، به قیمت دیگری، تکامل می‌دهد، یا اینکه میان این دو به يك رابطه تکمیلی قائل هستید و تکامل یکی را با تکامل دیگری ناسازگار می‌دانید؟»

«من فقط اعتقاد دارم که این دو شیوه راهیابی در جهان با هم اختلاف اساسی دارند. اما ناگفته پیداست که بسیاری از اعمال انسان را هم غریزه تعیین می‌کند. به احتمال زیاد، وقتی درباره دیگران از روی ظاهر و قیافه آنها قضاوت می‌کنیم، یا درباره هوش و قدرت بیان آنها حکم می‌کنیم، راهنمای ما هم غریزه است و هم تجربه.»

در ضمن این بحث بعضی از ما داشتند بقیه کلبه را مرتب می‌کردند: تعطیلات ما چند روز دیگر پایان می‌یافت. نیلس داشت صورتش را می‌تراشید. او این چندروز را مثل هیزم‌شکنان نروژی که در جنگلهای پرت اقامت می‌کنند، زندگی کرده بود، و حالا از اینکه در آینه می‌دید که تیغ چگونه قیافه او را ظرف چند دقیقه به صورت قیافه يك استاد فیزیک در می‌آورد، تعجب می‌کرد، و با لحنی متفکرانه گفت: «گمان نمی‌کنم که گربه هم اگر صورتش را اصلاح کند با هوشتر به نظر بیاید.»

آن روز عصر دوباره پوکر بازی کردیم، و چون حرف، و بهتر بگویم بلوف زدن، نقش مهمی در بازی ابتکاری ما داشت، نیلس پیشنهاد کرد که، اصلاً بدون ورق بازی کنیم، و گفت که احتمالاً فلیکس و کریستین برنده می‌شوند، چون هیچ کدام از ما نمی‌تواند از لحاظ قدرت اقناع به پای آنها برسد. سعی کردیم این کار را بکنیم، اما بازی موقفی از آن بیرون نیامد. نیلس گفت: «شاید من در نظرم درباره اهمیت زبان

اغراق کرده بودم؛ زبان ناگزیر باید بر پیوندی با واقعیت متکی باشد. در پوکر واقعی انسان با ورق واقعی بازی می‌کند و می‌تواند از زبان استفاده کند و تا آنجا که می‌تواند خوش بینی و اعتقاد را در دیگران برانگیزد و بدین وسیله 'دست' واقعی خود را بهتر جلوه دهد. اما اگر بدون اینکه واقعیتی در کار باشد شروع کنیم، نمی‌توانیم طوری تلقین کنیم که دیگران هم باور کنند.»

وقتی تعطیلاتمان به پایان رسید، از طریق راه کوتاه جنوبی خود را به درهٔ میان بایریش تسل و تندل رساندیم. هوا گرم و آفتابی بود و زیر پای ما، آنجا که دیگر برف نبود، بوته‌های غافث در میان درختها گل کرده بود و سبزه‌زار پوشیده از گل‌های خودروی زرد بود. چون بارمان سنگین بود از مهمانخانه‌دار خواستیم که دو اسب و يك گاری قدیمی در اختیار ما بگذارد. سعی کردیم فراموش کنیم که به‌دنیایی پر از مخاطرات سیاسی باز می‌گردیم. آسمان مثل صورت دو همراه جوان ما، کارل فریدریش و کریستین، می‌درخشید. سوار گاری شدیم و در بهار باواریا به راه افتادیم.

## انقلاب و زندگی دانشگاهی (۱۹۳۳)

وقتی اول ترم تابستانی ۱۹۳۳ به انستیتویم در لایپزیگ برگشتم، مصیبت داشت گسترش می‌یافت. چندتن از قابلترین همکارانم آلمان را ترك کرده بودند و بعضی دیگر آماده گریز می‌شدند. حتی دستیار توانایم فلیکس بلوخ تصمیم به مهاجرت گرفته بود و خود من هم کم‌کم به فکر افتادم که آیا ماندنم اصلاً معنی دارد. از این دوران تفکرات رنجبار، دوگفتگو خوب به خاطرمانده است، یکی با يك دانشجوی جوان ناسیونال سوسیالیست و دیگری با ماکس پلانک.

در آن زمان در اتاق کوچکی در طبقه بالای انستیتو زندگی می‌کردم. وقتی به آنجا اسباب‌کشی کردم پیانوی مجلی از شرکت بلوتر در لایپزیگ خریدم و عصرها غالباً، تنها یا همراه دوستانی که موسیقی مجلسی را دوست داشتند، با آن می‌نواختم. گذشته از این، پیش بیانستی به نام هانس بلتس در کالج موسیقی درس می‌خواندم و بنابراین گاهی ظهرها هم ناچار بودم تمرین کنم.

بعد از ظهری بود و من بعد از يك ساعت تمرین کنسرتوی شومان در لامینور آپارتمانم را ترك کرده بودم و داشتم به انستیتو می‌رفتم که متوجه جوانی شدم که در سرسرا روی صندلی کنار پنجره نشسته بود. من قبلاً او را در کلاس درس، در اونیفورم قهوه‌ای، دیده بودم. او که کمی دستپاچه شده بود از جا برخاست و من از او پرسیدم که آیا با من کاری دارد.

با کمی شرم جواب داد که نه، فقط داشته به موسیقی من گوش می‌کرده است، اما چون از او پرسیده‌ام ممنون خواهد شد که اجازه بدهم چند سؤال از من بپندد. او را به اتاقم دعوت کردم و در آنجا سفره دلش را پیش من باز کرد:



«من به کلاس شما می آیم و می دانم که خیلی چیزها می توان از شما آموخت، اما جز این ارتباط دیگری با شما نداریم. چندین بار به بیان زدن شما گوش کرده‌ام. من زیاد فرصت پیدا نمی‌کنم که موسیقی گوش کنم. می‌دانم که شما هم، مثل من، سابقاً جزء جنبش جوانان بوده‌اید، اما این روزها در اجتماعات جوانان که از طرف انجمن جوانان ناسیونال سوسیالیست یا جوانان هیتلری یا سازمانهای دیگر برگزار می‌شود شرکت نمی‌کنید. من خودم از رهبران جوانان هیتلری‌ام، و خیلی دلم می‌خواهد که شما را در یکی از اجتماعاتمان ببینم. اما شما طوری رفتار می‌کنید که گویی یکی از آن استادان پیر و محافظه‌کارید که بکلی در گذشته زندگی می‌کنند و آلمان جدید را دوست ندارند یا حداقل با آن بیگانه‌اند. من شخصاً نمی‌توانم تصور کنم که آدمی به جوانی شما و با این استعدادی که در موسیقی دارید با جوانان، با ماهایی که حداکثر سعی‌مان را می‌کنیم تا آلمان بهتری بسازیم، اصلاً همدلی نداشته باشد. به هر حال، ما به آدمهای با تجربه‌تر احتیاج داریم، آدمهایی که به ما در کار عظیم بازسازی کمک کنند. شاید شما به این چیزهای زشت فراوانی که دارد اتفاق می‌افتد، به‌تعقیب و آزار و اخراج این همه آدمهای بیگانه اعتراض دارید. اما باور کنید که من هم مثل شما از دیدن این خشونت‌ها دلم به‌هم می‌خورد، و مطمئنم که هیچ‌یک از دوستانم در این جور کارها شرکت نمی‌کنند. شاید نتوان مردمی را که دچار اولین موج هیجان بعد از پیروزی یک انقلاب بزرگ هستند، از افراط بازداشت، و جلوی آدمهای فرصت‌طلبی را که می‌خواهند خودشان را به قافله پیروزی برسانند گرفت. فقط می‌توان امید داشت که بعد از مدت کوتاهی این جور آدمها بیرون ریخته شوند. درست به همین دلیل است که ما به همکاری همه کسانی که دلشان می‌خواهد کارسازندگی با خردمندی بیشتری توأم باشد نیازمندیم؛ مثلاً به همکاری کسانی که بتوانند برخی از آرمانهایی را که الهامبخش جنبش جوانان بود به جنبش ما هم وارد کنند. به من نمی‌گویید که چرا این قدر از ما دوری می‌کنید؟»

«اگر مسأله فقط پیوستن به دانشجویان جوانی بود که در راه اهدافی فعالیت می‌کنند که به نظر من هم درست‌اند، از همکاری، با گفتار و کردار، مضایقه نمی‌کردم. اما امروزه که مردمان بسیاری پا به صحنه گذاشته‌اند، نظر چند استاد و دانشجو اهمیت زیادی ندارد. گذشته از این، رهبران این انقلاب مصمم‌اند که نگذارند ملت به ندای خرد گوش بدهد. دائماً به اصطلاح روشنفکران راه، یعنی کسانی را که بصیرتشان از اربابان جدید شما بیشتر است، به باد ملامت می‌گیرند. و شما واقعاً اطمینان دارید که در مسیر صحیحی گام برمی‌دارید که شما را به آلمان بهتری می‌رساند؟ البته من

هیچ منکر نیستم که شخص شما از صمیم قلب می‌خواهید به آنجا برسید، اما در مجموع فقط می‌توان گفت که آلمان کهن دارد ویران می‌شود و از هر سو بی‌عدالتی رو به گسترش است. باقی حرفها همه‌اش خوش خیالی است. اگر غرض شما فقط این باشد که دردها را درمان کنید، من تا پایان کار با شما خواهم بود، اما چیزی که این روزها دارد رخ می‌دهد بکلی چیز دیگری است. باید بفهمید که من نمی‌توانم در ویران کردن آلمان به شما کمک کنم. قضیه به همین سادگی است.»

«دیگر دارید واقعاً بی‌انصافی می‌کنید. شما نمی‌توانید اعتقاد داشته باشید که آلمان را بتوان با اصلاحات جزئی نجات داد. از ۱۹۱۸ تا کنون هر روز ما از روز پیش بدتر شده است. البته ما جنگ را باختیم، دشمنان پیشین ما از ما قویتر بودند، و ما هم باید از این ماجرا درس می‌گرفتیم. اما چه شد؟ کلویهای شبانه و کاباره‌ها مثل قارچ همه جا سبز شد، و همه کسانی که بیشتر به فکر بودند، همه کسانی که کوشش یا فداکاری کرده بودند، مورد ریشخند و استهزا قرار می‌گرفتند. می‌گفتند: وقتی می‌توان زندگی را به خوشی گذراند، چرا وقتتان را تلف می‌کنید؟ جنگ را باخته‌ایم ولی الکل و زنان زیبا را که از دستمان نگرفته‌اند. در کار بازرگانی هم فساد از هر وقت دیگری بیشتر بود. وقتی دولت دستش خالی می‌شد- چون یا می‌بایست غرامت جنگ را بپردازد و یا مردم عادی آنقدر فقیر شده بودند که نمی‌توانستند مالیات بدهند- باخیال راحت پول چاپ می‌کرد. چرا نکنند؟ هیچ کس به فکر این نبود که بسیاری از مردم ضعیف آخرین دینارشان هم از دستشان بیرون می‌آید و باید از گرسنگی بمیرند. دولت پول کافی داشت، پولدارها پولدارتر می‌شدند و بی‌پولها بی‌پول‌تر. و باید قبول کنید که یهودیها در چند تا از بدترین رسواییهای سالهای اخیر دست داشته‌اند.»

«و به این دلیل شما حق دارید که یهودیها را نوع بخصوصی از انسانها بدانید، با آنها رفتار بیشرمانه‌ای داشته باشید و بسیاری از مردم برجسته را از آلمان بیرون برانید؟ چرا کار را به دادگاهها واگذار نمی‌کنید تا مجرمان را، از هر نژاد و مذهبی که باشند، مجازات کنند؟»

«چون این کار اصلاً شدنی نیست. مدتهاست که عدالت به عدالت سیاسی تبدیل شده است، وسیله‌ای شده است برای حفظ وضع فاسد موجود، برای محافظت طبقه حاکم- بقیه مردم به هر جهنمی می‌روند بروند. فقط نگاه کنید بعضی از بزرگترین سوء استفاده کنندگان را به چه مجازاتهای سبکی محکوم کرده‌اند. بوی گند فساد از جاهای دیگر هم بلند بود. در نمایشگاههای نقاشی مزخرفترین مزخرفات و محصولات جنون را به عنوان آثار بزرگ هنری به مردم عرضه می‌کردند، و وقتی مردم عادی زیر

بار نمی رفتند که از این آثار خوششان بیاید، می شنیدند که 'شما اصلاً نمی فهمید، شما خیلی نادانید'. و دولت آیا اصلاً به فکر فقرا بود؟ لاف می زدند که مؤسسات اجتماعی عظیمی به وجود آورده اند تا کسی گرسنه نماند، اما آیا کافی است که به فقرا پول بخور و نمیری بدهیم و دیگر اصلاً به یادشان نباشیم؟ باید قبول کنید که کار ما حساب و کتاب بیشتری دارد. ما با کارگران نشست و برخاست داریم، با آنها در يك جوخه اس. آ. قرین نظامی می کنیم، برای فقرا خوراك و پوشاك جمع می کنیم، در تظاهرات دوش به دوش آنها راه می رویم، و حس می کنیم که ما را با روی باز می پذیرند. به نظر شما این پیشرفت نیست؟ در این پانزده سال گذشته همه به فکر پر کردن جیب خودشان بودند، فکر و ذکر مردم این بود که از همسایه شان خوشبوش تر باشند، خانه شیک تری داشته باشند و تجملات بیشتری. نمایندگان رایشتاگ هم تمام هم و غمشان این بود که بیشترین امتیازات مادی را برای حزب خود دست و پا کنند. هر کسی دیگران را طماع می نامید، اما خودش از آنها طماعتر بود. در این مدت صلاح عمومی را همه با خیال راحت از یاد برده بودند. وقتی هم به توافق نمی رسیدند، مشتهاشان را تکان می دادند و دواتها را در مجلس به سر هم می کوبیدند. بله، ما به این قضایا پایان دادیم، و کسی هم نمی تواند ما را از این بابت سرزنش کند.»

«آیا هیچ وقت فکر کرده اید که در ۱۹۱۹ مردم آلمان برای نخستین بار مجبور شدند که خودشان بر خودشان حکومت کنند، و برایشان مشکل بود که احترام گذاشتن به حقوق دیگران را یاد بگیرند، زیرا دیگر اقتدار قدرتمندان ضامن رعایت عدالت و رفتار شایسته نبود؟»

«شاید این طور باشد، اما احزاب پانزده سال فرصت داشتند که این يك چیز را یاد بگیرند، و با این حال اوضاع رو به بدی رفته نه رو به خوبی. وقتی آلمانیها در وطن خود با هم در جنگ باشند و به هم دروغ بگویند، نباید تعجب کنیم که دنیای خارج اندك احترامی را هم که برای ما قایل است به سرعت از ما دریغ کند، و دائماً بکوشد که ما را زیر فشار بگذارد. اتحادیه ملل دائماً از حق ملتها در تعیین سرنوشت خود حرف می زند، اما هیچ کس نیست که از مردم تیرول<sup>۱</sup> جنوبی بپرسد که آیا می خواهند جزء ایتالیا باشند. وقتی هم راجع به امنیت و خلع سلاح و راجی می کنند منظورشان خلع سلاح آلمان و امنیت ملتهای دیگر است. نمی توان جوانان ما را سرزنش کرد که چرا این دروغها را چشم بسته باور نمی کنند، در واقع باید خوشحال بود که نمی کنند.»

«اما شما واقعاً فکر می کنید که هیتلر از دیگران صادقتر است؟»

«من می فهمم که زحمتی هیتلر با ذوق شما نمی سازد، اما او با مردم معمولی حرف می زند و باید زبان آنها را به کار ببرد. من نمی توانم ثابت کنم که از دیگران صادقتر است اما به زودی خواهید دید که از سایرین خیلی موفقتر است. خواهید دید که دشمنان قدیمی آلمان با هیتلر بسیار بهتر از پیشینیانش راه می آیند، دلیلش هم این است که از این به بعد آنها هم اگر بخواهند به راه و روش غیر عادلانه خود ادامه بدهند ناچارند از چیزهایی بگذرند. در گذشته کار آنها ساده تر بود، چون می دیدند که دولت آلمان در برابر کمترین فشار خارجی تسلیم می شود.»

«حق اگر حق با شما باشد، باز هم من نمی توانم عقب نشینی اجباری دیگران را به حساب پیروزی جنبش شما یا هیتلر بگذارم. با هر مصالحه ای که آلمان بر دیگران تحمیل می کند دشمنان تازه ای برای خود می تراشد، و جنگ باید به ما آموخته باشد که شعار دشمن بیشتر، افتخار بیشتر؛ چه شعار احمقانه ای است.»

«پس شما فکر می کنید که آلمان همواره باید به صورت ملتی که مورد نفرت و ریشخند دیگران است باقی بماند، ملتی باقی بماند که باید هر ناسزایی را بر خود هموار کند و يك تنه مسؤولیت جنگ گذشته را به گردن بگیرد. فقط به این دلیل که دیگران به گردنش می گذارند، و به عبارت بهتر، فقط به این دلیل که آخر سر ما بازنده جنگ شده ایم؟»

سعی کردم که او را آرام کنم. گفتم: «ما ظاهراً به يك زبان حرف نمی زنیم. اجازه بدهید نظرم را برای شما توضیح بدهم. من فهمیده ام که کشورهای مثل دانمارک و سوئیس و سوئد کاملاً زندگی خوبی دارند، هر چند در صد سال گذشته در هیچ جنگی پیروز نشده اند و ارتش قوی هم ندارند، و با اینکه تا حدودی به قدرتهای بزرگ وابسته اند توانسته اند سرشت خود را حفظ کنند. چرا ما سعی نکنیم که به چنین چیزی برسیم؟ شاید شما اعتراض کنید که ما از کشورهای چون سوئیس و سوئد بسیار بزرگتر و از لحاظ اقتصادی بسیار نیرومندتریم و نفوذ ما در خارج هم باید به همین نسبت بیشتر باشد. اما من سعی می کنم آینده را ببینم. دگرگونیهایی که در سراسر جهان دارد رخ می دهد و ما شاهد آن هستیم، شبیه دگرگونیهایی است که در آخر قرون وسطی رخ داد. در آن زمان پیشرفتهای فنی، و به خصوص پیشرفت در اسلحه سازی، باعث شد که قلعه و شهر استقلال سیاسی خود را از دست بدهند و جای خود را به دولتهای محلی بزرگ و کوچک بدهند. وقتی این تغییر رخ داد، ساختن باروهای پرهزینه و خندقهای دفاعی در واقع دست و پاگیر شد: شهرهای

کوچکی که این تجهیزات را رها کرده بودند، آسانتر و سریعتر از شهرهایی که مردمشان همچنان پشت تخته سنگهای عظیم درهم می‌لولیدند گسترش یافتند. در روزگار ما نیز تکنولوژی گامهای عظیم برمی‌دارد، و اختراع هواپیمای شیبه‌های دفاعی را به سرعت دگرگون کرده است. در نتیجه، بار دیگر این تمایل پیدا شده است که مرزهای ملی از میان برود و واحدهای سیاسی بزرگتری پدید آید. بنابراین شاید اگر ما به خلع سلاح تن در بدهیم و در عوض سعی کنیم از طریق قراردادهای اقتصادی با همسایگان خود روابط بهتری برقرار کنیم، امنیت ملی بیشتری پیدا کنیم. اگر دوباره شروع به مسلح شدن کنیم، شاید دیگران هم به این کار تشویق شوند و در نتیجه امنیت همگانی کاهش یابد. شاید با پیوستن به یک واحد سیاسی بزرگتر امنیت بهتری کسب کنیم. این واقعیات را فقط برای این ذکر می‌کنم که معلوم شود رسیدن به هدفهای دور دست سیاسی چقدر کار دشواری است. من اعتقاد راسخ دارم که درباره جنبشهای سیاسی نباید بر پایه اهداف آنها، هر قدر هم به صدای بلند اعلام شود و هر قدر هم بدان معتقد باشند، قضاوت کرد، بلکه مبنای قضاوت باید وسایلی باشد که برای رسیدن به این اهداف به کار می‌برند. اما وقتی پای وسایل به میان می‌آید، شما ناسیونال سوسیالیستها با کمونیستها فرقی ندارید، پیدا است که رهبران این دو جنبش، دیگر اعتقاد ندارند که مردم را بتوان به نیروی اندیشه قانع کرد. به همین دلیل هیچ کدام در من تأثیری نمی‌گذارند، جز اینکه با نهایت تأسف حس می‌کنم که هر دو برای آلمان بدبختی می‌آورند.»

«اما باید قبول کنید که تاکنون با توسل به چیزهایی که شما اسمش را وسایل خوب می‌گذارید به جایی نرسیده‌ایم. جنبش جوانان نه تظاهرات به راه می‌انداخت، نه شیشه‌ها را می‌شکست و نه مخالفان خود را کتک می‌زد، فقط سعی داشت که اعضایش خود را سرمشق دیگران قرار بدهند و بدین طریق می‌خواست معیارهای جدیدی درست کند. اما به کجا رسید؟»

«بر مبنای معیارهای سیاسی شاید به هیچ جا. اما در کارنامه جنبش جوانان چندین توفیق فرهنگی هست: کافی است آموزش همگانی، صنایع دستی، احیای موسیقی کهن و محفلهای سرودخوانی و نمایشهای آماتوری را در نظر بگیرید. به نظر شما این کارها ارزش ندارند؟»

«دارند، شاید. من نمی‌خواهم این چیزها را کوچک بشمارم و از بابت کارهایی که انجام گرفته واقعا ممنونم. اما آلمان به نجات سیاسی از دست فساد داخلی هم نیاز دارد، و حسن نیت تنها نتوانسته است این منظور را بر آورد. البته معنای این حرف این

نیست که باید دست روی دست بگذاریم و کاری نکنیم. از ما انتقاد می‌کنید، زیرا از مردی پیروی می‌کنیم که به نظر شما خیلی خشن می‌آید و با روشهایش هم موافق نیستید. من هم گمان می‌کنم که یهود ستیزی یکی از زشت‌ترین جنبه‌های جنبش ماست، و امیدوارم که به زودی جلوی‌ش گرفته شود. اما آیا پیروان مکتب قدیم، استادان پیری که از انقلاب ما شکایت دارند، هیچ‌گاه سعی کرده‌اند به جوانان راه بهتری نشان بدهند که ما را از طریق بهتری به هدفی که داریم برسانند؟ هیچ‌کدام از آنها به ما نگفت که چگونه خود را از دست بدبختی‌هایمان نجات بدهیم. شما هم که ساکت مانده‌اید. در این اوضاع و احوال چه کار دیگری از دست ما برمی‌آید؟

«و بنابراین شما هم به زور متوسل شدید و انقلاب کردید. با این اعتقاد غلط که از ویرانی نیکی حاصل می‌شود. می‌دانید که یاکوب بورکهارت<sup>۱</sup> درباره عواقب انقلاب چه گفته است؟ چه نیکی‌بخت است انقلابی که کارش با برتخت نشانیدن دشمن اصلی خود پایان نیابد؛ از کجا معلوم که آلمان چنین نیکی‌بختی استثنایی داشته باشد؟ دلیل اینکه استادان پیر-و حالا من خودم را هم جزء آنها حساب می‌کنم- به شما توصیه‌ای نمی‌کنند این است که توصیه‌ای ندارند که بکنند، جز این نصیحت ملال‌آور همیشگی که هر کس باید کار خود را به آگاهانه‌ترین و شایسته‌ترین صورت انجام بدهد، به این امید که برای دیگران هم سرمشقی شود و سرانجام اندکی نیکی حاصل شود.»

«به عبارت دیگر، تنها هدف شما این است که چیزهای کهنه را حفظ کنید و به گذشته بچسبید. شما با هر تغییری مخالفید، اما جوانها به هر قیمت سعی دارند که پیش بروند، اگر کار به دست شما بود، هیچ وقت چیز تازه‌ای پدید نمی‌آمد. در این صورت، به چه حقی در علوم اندیشه‌های انقلابی را طرح می‌کنید؟ زیرا به هر حال، نسبیت و نظریه کوانتومی نشانه یک گسست ریشه‌ای با همه اندیشه‌های رایج قبلی است.»

«وقتی درباره انقلاب در علم بحث می‌کنیم، باید به اتفاقاتی که رخ داده با دقت بیشتری توجه کنیم. نظریه کوانتومی پلانک را در نظر بگیرید. یقیناً می‌دانید که وقتی پلانک اولین بار به این موضوع پرداخت، به هیچ وجه دلش نمی‌خواست که فیزیک کلاسیک را به صورت جدی دگرگون کند. فقط می‌خواست یک مسأله خاص، یعنی مسأله توزیع انرژی در طیف جسم سیاه را حل کند. سعی کرد که این کار را بر اساس همه قوانین مسلم فیزیکی انجام دهد، و سالها طول کشید تا فهمید که این کار نشدنی است. در این مرحله فرضیه‌ای پیشنهاد کرد که در چارچوب فیزیک کلاسیک

---

1. Jakob Burckhardt

نمی‌گنجید، اما در این حال هم سعی داشت رخنه‌ای را که در بدنه فیزیک کلاسیک ایجاد کرده بود با فرضهای دیگری به هم بیاورد. معلوم شد که این کار هم ناممکن است، و نتایج فرضیه پلانک سرانجام به بازسازی ریشه‌ای همه فیزیک منجر شد. با این حال حتی بعد از آن هم قلمروهایی از فیزیک که با مفاهیم فیزیک کلاسیک توصیف شدنی بود هیچ تغییری نکرد. به عبارت دیگر، در علم فقط انقلابهایی پرتیر و مفید از کار در می‌آیند که آغاز کنندگان آنها سعی داشته باشند هر چه کمتر تغییر بدهند، و کار خود را به حل یک مسأله خاص و مشخص محدود کنند. هر کوششی که برای جاروب کردن همه چیز یا برای تغییر دادن دلخواهی چیزها صورت بگیرد، به آشفتگی کامل منجر می‌شود. در علم فقط دیوانه‌های کله پوک - از آن نوع آدمهایی که مدعی ساختن ماشین با حرکت دائم‌اند - سعی می‌کنند همه چیز را زیر و رو کنند، و ناگفته پیداست که از این گونه اقدامات نتیجه‌ای به دست نمی‌آید. البته من نمی‌دانم که می‌توان انقلابهای علمی را با انقلابهای تاریخی مقایسه کرد یا نه، اما گمان می‌کنم از لحاظ تاریخی هم دیرپاترین و سودمندترین انقلابها آنهایی بوده‌اند که می‌خواسته‌اند مسائل مشخصی را حل کنند و کاری به کار بقیه چیزها نداشته‌اند. به یاد بیاورید انقلاب بزرگی را که دو هزار سال پیش رخ داد، و بنیانگذار آن می‌گفت: 'گمان مبرید که آمده‌ام تا تورات یا صحف انبیاء را باطل سازم نیامده‌ام تا باطل نمایم بلکه تا تمام کنم.'<sup>۱</sup> پس تکرار می‌کنم: مهم این است که انسان توجه خود را تنها به یک هدف مهم معطوف کند و بقیه چیزها را تا آنجا که می‌تواند کمتر تغییر بدهد. خیلی وقتها آن جزء کوچکی که ما تغییرش می‌دهیم چنان قدرت تغییر دهنده‌گی دارد که، بی‌آنکه کوشش بیشتری بکنیم، بر همه صورتهای زندگی تأثیر می‌گذارد.

«اما چرا شما چنین سرسختانه به ظواهر قدیمی چسبیده‌اید؟ می‌دانید که خیلی وقتها این صورتهای با مقتضیات زمان همگام نیستند و فقط به دلیل نوعی تنبلی باقی مانده‌اند. چرا خودمان را از دستشان خلاص نکنیم؟ مثلاً اینکه هنوز استادان ما هنگام کار رسمی آن ردهای قرون وسطایی را به تن می‌کنند به نظر من کار لغوی است، این یکی از بقایای دوران کهن است که باید دور انداخته شود.»

«نیاز به گفتن ندارد که من بیشتر از آنکه به فکر ظواهر باشم به فکر معنای آنها هستم. بگذارید این مسأله را هم با مثالی از فیزیک توضیح بدهم. فرمولهای فیزیک کلاسیک معرف گنجینه‌ای از معارف قدیمی است که نه فقط در گذشته درست بوده

۱. عبارتی است از 'موعظه جبل' حضرت مسیح (ع). انجیل متی، باب پنجم، آیه هفدهم - م.

بلکه در آینده نیز همیشه درست خواهد بود. نظریه کوانتومی به این گنجینه معارف صورت جدیدی بخشیده است. اما اگر محتوی را در نظر بگیریم، هیچ چیزی در حرکات آونگها یا قوانین اهرم یا حرکات سیارات نیست که نیاز به تغییر داشته باشد، زیرا جهان هم از لحاظ این فرایندها تغییر نمی کند. با این مثال به مسأله ردای استادی پردازیم. این لباس قدیمی ظاهراً مال زمانی است که مردم به اصناف تقسیم می شدند، و احتمالاً نشانه این است که حتی پیش از آن هم مردم پی برده بودند که دانشمندان برای نوع بشر اهمیت زیادی دارند، زیرا نظرشان از دیگران صائب تر است. ردا نمادی است که این موقعیت خاص را نشان می دهد، و کسی که آن را بر تن می کند، حتی اگر معیارهای صنف خود را هم دارا نباشد، از حملات گستاخانه مردم عادی مصون می ماند. این تجربه امروز نیز به همان اندازه درست است که صد سال پیش؛ البته من قبول دارم که جلوه خارجی آن به صورت پوشیدن ردا یا نشویدنش، چندان اهمیت ندارد. به هر حال، گمان می کنم بسیاری از کسانی که با پوشیدن لباس دانشگاهی مخالف اند، دلشان می خواهد از دست معنایی هم که این رداها معرف آن است خلاص شوند. این فکر احمقانه ای است، زیرا به هر صورت واقعیات را نمی توان تغییر داد.»

«باز شما دارید در برابر گستاخی جوانان از تجربه ستایش می کنید. و چون نمی توانیم جواب یکدیگر را بدهیم، بیشتر در لاک خود فرو می رویم.»

مهمان من دیگر می خواست برود، اما من از او خواستم که اگر دلش می خواهد بماند تا موومان آخر کنسرتوی شوومان را. البته تا آنجا که این کار بدون کمک ارکستر شدنی است. برایش اجرا کنم. ظاهراً او از ماندن بدش نمی آمد و وقتی که مرا ترک کرد حس کردم که دوستانه از هم جدا می شویم.

در هفته های بعد از این گفتگو، دخالت های سیاسی در امور دانشگاه روز به روز تحمل ناپذیرتر می شد. یکی از همکارانم در دانشکده، که ریاضیدانی به نام لوی<sup>۱</sup> بود، و به دلیل خدمات ممتازش در زمان جنگ قانوناً مصونیت داشت، یکباره از مقام خود برکنار شد. تحقیری که در حق بعضی از اعضای جوانتر هیأت علمی روا داشته می شد. به خصوص منظورم فریدریش هوند<sup>۲</sup> و کارل فریدریش بون هوفر<sup>۳</sup> و ب.ل. واندروردن<sup>۴</sup> ریاضیدان است. چنان شدید بود که به فکر افتادیم استعفا کنیم و

1. Levy

2. Friedrich Hund

3. Karl Friedrich Bonhoeffer

4. B.L. van der Waerden



دیگران را هم تشویق کنیم که در این کار از ما تبعیت کنند. اما پیش از آنکه این گام خطیر را بردارم، تصمیم گرفتم که مسأله را با شخصی مسن تر که همه به او اعتماد کامل داشتیم در میان بگذارم. بنابراین از ماکس پلانک تقاضای ملاقات کردم و در خانه‌اش در بخش گروندهوالد<sup>۱</sup> برلین با او ملاقاتی داشتم.

پلانک مرا در اتاق نشیمنی که با اثاث قدیمی اش کمی دلگیر و در عین حال مانوس می نمود، پذیرفت. تنها چیزی که این اتاق کم داشت لامپای نفتی قدیمی روی میز وسط اتاق بود. به نظر می آمد که پلانک از زمان آخرین دیدار ما سالها پیرتر شده است. روی صورتش که با ظرافت تمام تراشیده شده بود چینهای عمیقی افتاده بود؛ لبخندش رنج آلوده می نمود، و بسیار خسته به نظر می آمد.

بی مقدمه گفتم: «آمده‌اید که در مسائل سیاسی از من نظر بخواهید، اما گمان نمی کنم که بتوانم توصیه‌ای به شما بکنم. امید ندارم که بتوان فاجعه‌ای را که دارد همه دانشگاههای ما، و در واقع سراسر آلمان را فرا می گیرد متوقف کرد. پیش از آنکه شما اوضاع لایبزیگ را برایم شرح بدهید- و باور کنید که اوضاع آنجا از این برلین ما بدتر نیست- می خواهم گفتگویی را که چند روز پیش با هیتلر داشتم به اطلاع شما برسانم. امیدوار بودم بتوانم او را قانع کنم که اخراج همکاران یهودی ما لطمه سنگینی به دانشگاههای آلمان و به خصوص به تحقیقات فیزیکی وارد می کند. امیدوار بودم به او نشان بدهم که قربانی کردن افرادی که همواره خود را آلمانی دانسته‌اند، و مثل هر کس دیگری جان خود را در راه آلمان فدا می کنند، چقدر بی معنی و خلاف اخلاق است. اما نتوانستم منظورم را به او بفهمانم. از این بدتر، با هیچ زبانی نمی توان با این گونه آدمها حرف زد. رابطه او با واقعیت بکلی قطع شده است. هر چه دیگران به او بگویند، خیلی که باشد، باعث آشفته‌گی خاطرش می شود، و سعی می کند که این آشفته‌گی را با تکرار پایان ناپذیر همان حرفهای همیشگی درباره تباهی زندگی سالم معنوی در این چهارده سال اخیر، و ضرورت متوقف کردن فساد حتی حالا که دیگر دارد دیر می شود، از میان ببرد. در تمام مدت، انسان حس می کند که او به همه مهملاقی که می گوید اعتقاد دارد، و با نادیده گرفتن هر گونه تأثیر خارجی به توهمات خود مشغول است. او چنان اسیر به اصطلاح افکار خود است که نمی تواند با کسی بحث کند. چنین آدمی فقط می تواند آلمان را به فلاکت بکشانند.»

من تحولاتی را که اخیراً در لایبزیگ رخ داده بود، و نقشه‌ای را که چندتن از

همکاران جوانترم برای استعفا کشیده بودند، برای پلانک نقل کردم. اما او اعتقاد داشت که این گونه اعتراضات بکلی بی فایده است.

«خوشحالم که می بینم شما هنوز آنقدر خوشبین اید که گمان می کنید با چنین اقداماتی می توان جلو فساد را گرفت. متأسفانه، شما در اهمیت دانشگاه و دانشگاهیان خیلی اغراق می کنید. خبر استعفای شما شاید اصلاً به گوش مردم نرسد. روزنامه‌ها یا در این باره چیزی نمی نویسند و یا اعتراض شما را عمل يك مشت متعصب فریب خورده و وطن فروش قلمداد می کنند. وقتی بهمن راه می افتد انسان نمی تواند جلوی شما را بگیرد. اینکه چند نفر در این میان قربانی می شوند و زندگیشان بر باد می رود، به قوانین طبیعت مربوط می شود، هر چند ما نتوانیم مسیر آن را به دقت پیش بینی کنیم. هیتلر هم نمی تواند مسیر حوادث بعدی را تعیین کند، او مردی است که عنان اختیارش به دست اشتغالات خاطرش است. عنان حوادث به دست او نیست. نمی داند نیروهایی که آزادشان کرده آیا سرانجام او را به اوج خواهند رساند یا درهم خواهند شکست.»

«در چنین اوضاع و احوالی، استعفای شما نتیجه‌ای جز اینکه شغلتان را از دست بدهید ندارد. می دانم که شما باکی از این ندارید. اما تا آنجا که به آلمان مربوط می شود، اعمال شما پس از پایان این دوران فاجعه‌آمیز دوباره اهمیت می یابند. ما از اکنون باید فقط به فکر آینده باشیم. اگر استعفا کنید، در بهترین حالت می توانید شغلی در خارج از کشور پیدا کنید. اما در بدترین حالات چه خواهد شد، دلم نمی خواهد در این باره چیزی بگویم. در خارج از کشور یکی از مهاجران بیشماری خواهید بود که دنبال کار می گردند، و از کجا معلوم که يك نفر دیگر را که از شما بیشتر به آن کار نیاز دارد، از آن محروم نکنید؟ بی شك می توانید در آرامش کار کنید، خطری متوجه شما نخواهد بود، و بعد از پایان فاجعه هر وقت بخواهید می توانید به آلمان برگردید. با وجدانی آرام و خوشحال از اینکه با کسانی که گور آلمان را کنده‌اند همکاری نکرده‌اید. اما تا آن زمان ساها باید بگذرد، و در این مدت شما تغییر می کنید و مردم آلمان تغییر می کنند، و نمی دانم می توانید خود را با این شرایط جدید وفق دهید؟ و در آن دنیای دگرگون شده تا چه حد می توانید موفق شوید؟

«اگر استعفا نکنید و بمانید، وظیفه‌تان بکلی فرق خواهد کرد. نمی توانید جلو فاجعه را بگیرید و برای بقا مجبور می شوید که پشت سر هم سازش کنید. اما می توانید به دیگران ببیند و جزیره‌های ثبات بسازید. می توانید جوانان را دور خود جمع کنید، به آنها یاد بدهید که دانشمندان خوبی شوند و به آنها کمک کنید که

ارزشهای کهن را حفظ کنند. البته کسی نمی‌داند که از این جزیره‌ها چند تا از فاجعه جان سالم به‌در خواهد برد، اما یقین دارم که حتی اگر گروه‌های کوچکی از جوانان باهوش و خوش فکر را در این روزگار سخت راهنمایی کنیم، گام بزرگی در راه احیاء آلمان، پس از گذشتن این دوره، برداشته‌ایم؛ زیرا این گروه‌ها مثل هسته‌های بلور خواهند بود که از آنها اشکال تازه حیات به‌وجود می‌آید. من نظرم در درجه اول به احیای پژوهشهای علمی در آلمان است، اما چون کسی درست نمی‌داند که نقش علم و تکنولوژی در آینده چه خواهد بود، این تذکرات در مورد فعالیت‌های وسیع‌تر دیگر هم صادق است. فکر می‌کنم همه کسانی که شغلی دارند و به دلایل نژادی یا دلایل دیگر ناچار به مهاجرت نیستند، باید بمانند و پایه‌های زندگی جدیدی را که باید پس از این کابوس شروع شود بریزند، این کاری شک بسیار دشوار و خطرناک خواهد بود، و سازشهایی که مجبورید بکنید بعداً به‌عنوان مدرک علیه شما به کار خواهد رفت، و بجا هم به کار خواهد رفت. طبعاً نمی‌توانم کسانی را که طور دیگری تصمیم می‌گیرند، کسانی را که وضع موجود آلمان را تحمل ناپذیر می‌دانند و نمی‌توانند بمانند و شاهد بی‌عدالتی‌هایی باشند که نمی‌توانند جلوی‌شان را بگیرند، ملامت کنم. اما در این اوضاع تیره و تاری که آلمان به آن دچار است، هیچ کس نمی‌تواند رفتار شایسته‌ای داشته باشد. هر تصمیمی که بگیریم ما را در نوعی بی‌عدالتی درگیر می‌کند. در تحلیل آخر، هر کسی باید خودش تصمیم بگیرد، نصیحت کردن یا نصیحت پذیرفتن معنی ندارد. بنابراین تنها چیزی که می‌توانم بگویم این است: هر کاری که بکنید، تا وقتی که این مصیبت بزرگ به سر نیامده، نمی‌توانید از مصائب کوچک‌تر جلوگیری کنید. اما لطفاً به فکر روزگاری باشید که پس از آن فرا خواهد رسید.»

بحث ما به همین جا تمام شد. در بازگشت با ترن به لایپزیگ این گفتگو دائم در ذهنم مرور می‌شد. به حال دوستانی غبطه می‌خوردم که زندگی در آلمان چنان برایشان دشوار شده بود که چاره‌ای جز مهاجرت نداشتند. اینان قربانی بی‌عدالتی شده بودند و باید دشواری‌های مادی بزرگی را تحمل می‌کردند، ولی اقلأ از انتخاب جانکاه میان ماندن و رفتن معاف بودند. بارها سعی کردم مسأله را به صورتهای مختلف طرح کنم و از زاویه‌های گوناگون به آن بنگرم. وقتی کسی در خانواده انسان به بیماری واگیر کشنده‌ای مبتلا می‌شود آیا بهتر است پیش از آلوده شدن به بیماری، و احیاناً واسطه گسترش آن شدن، خانه را ترک گفت؛ یا بهتر است بر بالین بیمار، حتی اگر مرگش حتمی باشد، ماند و از او مراقبت کرد؟ اما آیا می‌توان انقلاب را با

بیماری مقایسه کرد؟ آیا این راه ساده‌ای برای تعلیق هر گونه حکم اخلاقی نیست؟ و راستی آن سازشهایی که پلانک به آنها اشاره می‌کرد چه بودند؟ در آغاز هر درس انسان ناچار بود دستش را بلند کند و سلام نازی بدهد. اما آیا من، حتی پیش از به قدرت رسیدن هیتلر، دستم را بلند نمی‌کردم و برای دوستانم تکان نمی‌دادم؟ آیا راستی این يك سازش غیر شرافتمندانه محسوب می‌شد؟ انسان مجبور بود همه نامه‌های رسمی را با جمله «هایل هیتلر» امضا کند. این خیلی ناخوشایندتر بود، اما خوشبختانه من زیاد مجبور نبودم نامه اداری بنویسم، وقتی هم می‌نوشتم، جمله پای نامه معنایش این بود که «من نمی‌خواهم رابطه نزدیکتری با شما داشته باشم.» از ما می‌خواستند که در جشنها و راهپیماییها شرکت کنیم، اما حس می‌کردم که می‌توانم از زیر بیشتر آنها شانه‌خالی کنم. سازشی اینجا، سازشی آنجا - و بالاخره کجا باید خط فاصل را می‌کشیدیم؟ آیا ویلهلم تل حق داشت که از احترام گذاشتن به کلاه گسلر سر باززند و بدین طریق زندگی فرزند خود را به خطر بیندازد؟ آیا باید سازش می‌کرد؟ و اگر پاسخ منفی بود، آیا ما می‌بایست با گسلرها ایمان سازش می‌کردیم؟

از سوی دیگر، اگر انسان تصمیم به مهاجرت می‌گرفت، چگونه می‌توانست تصمیم خود را با گفته کانت هماهنگ سازد: «فقط بر طبق قاعده‌ای عمل کنید که به موجب آن در همان حال بتوانید اراده کنید که رفتار شما قانون جهانی شود.» به هر حال، همه کس که نمی‌توانست مهاجرت کند. آیا انسان باید از کشوری به کشور دیگر کوچ می‌کرد و در جایی آرام نمی‌گرفت تا از هر نوع فاجعه اجتماعی در امان بماند؟ بالاخره، هر کسی به حکم ولادت و زبان و فرهنگش به کشور خاصی تعلق دارد، اگر انسان ریشه‌هایش را قطع می‌کرد و مهاجرت می‌کرد، آیا صحنه را برای دیوانگان نامتعادلی که با نقشه‌های جنون آمیزشان آلمان را یکر است به سوی فاجعه می‌بردند، خالی نمی‌گذاشت؟

پلانک گفته بود که شاید ما با شقوق مختلفی روبرو شویم که همه به يك اندازه نادرست باشند. آیا چنین وضعی امکان داشت؟ سعی کردم يك موقعیت استثنایی را پیش خودم مجسم کنم که گرچه در واقعیت رخ نداده بود اما زیاد هم دور از ذهن نبود، و نیز حل آن از دست انسان خارج نبود. مثالی که سرانجام به فکرم رسید این بود: يك حکومت دیکتاتوری ده نفر از مخالفان خود را به زندان انداخته و تصمیم گرفته است که دست کم مهمترین آنها را بکشد. در عین حال، حکومت خیلی علاقه‌مند است که این عمل خود را در چشم جهانیان موجه سازد. بنابراین، به یکی دیگر از مخالفان خود، که قاضی است که به دلیل شهرت جهانی اش از زندان رفتن در امان مانده،

پیشنهاد می‌کند که اگر او یک توجیه قانونی برای اعدام مهمترین زندانی پیدا کند و پایش را امضا کند، نه زندانی دیگر آزاد خواهند شد و اجازه مهاجرت خواهند یافت و اگر از این کار امتناع کند، هر ده زندانی اعدام خواهند شد. قاضی شکی ندارد که دیکتاتور در این کار جدی است. حالا چه کار باید بکند؟ آیا وجدان آسوده، یا به اصطلاح «دستهای نیالوده» او بیش از جان نه دوست ارزش دارد؟ حتی خودکشی او هم مسأله را حل نمی‌کند بلکه به اعدام فوری هر ده بیگناه منجر خواهد شد.

در همان حال که از این نوع فکرها می‌کردم، به یاد گفتگویی افتادم که با نیلس داشتیم و او اشاره کرده بود که عدالت و عشق مفاهیم مکمل اند. این دو، گرچه از اجزای ضروری رفتار ما با دیگران اند، اما با یکدیگر جمع نمی‌شوند. عدالت شاید قاضی را وادار کند که از امضای حکم سرپیچی کند، به خصوص که نتایج سیاسی امضای او شاید باعث شود که جان افرادی بیش از نه نفر دوست او از دست برود. اما آیا عشق فریاد یاریخواهی خانواده‌های درمانده نه دوست را نادیده خواهد گرفت؟

بعد از مدتی، حس کردم که ادامه دادن به این بازبهای ذهنی چقدر کودکانه است. مهم این بود که در آن شرایط زمانی و مکانی تصمیم می‌گرفتم که مهاجرت کنم یا در آلمان بمانم. پلانک گفته بود «به فکر وقتی باشید که فاجعه پایان می‌یابد.» و من حس می‌کردم که حق با اوست. ما باید جزیره‌ای می‌ساختیم، جوانان را دورمان جمع می‌کردیم و کمکشان می‌کردیم تا در آنجا زندگی کنند، تا پس از پایان فاجعه جهان بهتر و تازه‌تری بسازیم. و این کاریقیناً مستلزم سازش بود، و برای سازش می‌بایست حساب پس می‌دادیم. شاید هم بدتر از این. اما دست کم کار ارزشمندی بود. جهان خارج به ما نیاز نداشت، در آنجا کسانی بودند که تکالیفی را که بر عهده داشتند بهتر از ما انجام می‌دادند. هنگامی که قطار به لایپزیگ رسید تصمیم خودم را گرفته بودم: در آلمان می‌ماندم، به کار در دانشگاه ادامه می‌دادم، و در موارد دیگر، وظیفه خود را تا آنجا که از دستم برمی‌آمد انجام می‌دادم.

## انرژی اتمی و ذرات بنیادی (۱۹۳۷-۱۹۳۵)

هر چند به قدرت رسیدن هیتر بنیاد زندگی علمی را در آلمان و خارج از آن زیر و زبر کرد، فیزیک اتمی به صورت حیرت انگیزی توسعه می یافت. در آزمایشگاه لردرادفورد در کمبریج، کاکرافت و واتسون به ساختن شتابدهنده ای خطی موفق شدند که می توانست باریکه ای از پروتونهای پر انرژی (هیدروژن یونیده) تولید کند. با این باریکه اتمهای بورون و لیتیوم را بمباران کردند و انرژی پروتونهای شتاب یافته به حدی زیاد بود که توانستند از سد دافعه الکتریکی بگذرند، به هسته اتمی برخورد کردند و آن را دگرگون کنند. به کمک این شتابدهنده و شتابدهنده هایی چون آن، به خصوص سیکلوترونی که در آمریکا ساخته شده بود، انجام دادن آزمایشهای جدید پیشمار در فیزیک هسته ای امکان پذیر شد و در نتیجه چیزی نگذشت که تصویری نسبتاً دقیق از خصوصیات هسته اتم و نیروهای درون آن به دست آمد. معلوم شد که هسته اتمی را برخلاف اتم نمی توان به منظومه خورشیدی کوچکی که در آن اجسام سبکتر به گرد یک جسم سنگین مرکزی می گردند تشبیه کرد. بلکه هسته های اتمی را باید ذراتی با اندازه های متفاوت دانست که همه از یک ماده ساخته شده اند، و این ماده اصلی خود از پروتون و نوترون، تقریباً با یک نسبت، ساخته شده است. چگالی این ماده در هسته همه اتمها تقریباً یکسان است. با این حال دافعه قوی الکتروستاتیکی میان پروتونها باعث می شود که در هسته های سنگین تعداد نوترونها اندکی بیش از پروتونها باشد. معلوم شد این فرض درستی است که نیروهایی که باعث قوام ماده هسته ای می شوند با عوض شدن پروتونها و نوترونها تغییر نمی کنند. همچنین معلوم شد که هسته برخی از اتمها هنگام فروپاشی بتایی از خود الکترون و برخی دیگر

پوزیترون گسیل می کنند، و بدین طریق تقارن میان پروتون و نوترون نیز، که مدتها پیش در آن کلبهٔ اسکی بازان به ذهن من راه یافته بود، تأیید شد. در لاپیزیک، برای اینکه تصور دقیقتری از ساختار هسته به دست آوریم بنای کار خود را بر این فرض نهادیم که هستهٔ اتم ذره‌ای تقریباً کروی از مادهٔ اتمی است که نوترونها و پروتونها در داخل آن آزادانه، و بی آنکه برهم کنش محسوسی داشته باشند یا اختلال محسوسی در مسیر یکدیگر پدید آورند، حرکت می کنند. اما نیلس بور در کپنهاگ معتقد بود که برهم کنش نوترون و پروتون بسیار اهمیت دارد، و بنابراین هسته را به يك جور کیسهٔ شن تشبیه می کرد.

سفر چند هفته‌ای من به کپنهاگ در میان سالهای ۱۹۳۵ و ۱۹۳۶ برای حل این اختلافات بود. چون مهمان نیلس بودم، در اقامتگاه رسمی که دولت دانمارک و بنیاد کارلسبرگ در اختیار خانوادهٔ بور گذاشته بودند، اتاقی به من دادند. سالها این خانه مهمترین محل دیدار میان فیزیکدانان اتمی بود. خانه به سبک پمپه‌ای ساخته شده بود و تأثیر شدید معمار معروف ثوروالدسن<sup>۱</sup> در ساختمان آن دیده می شد. رشته‌ای از پله‌های عریض که در دوسوی آن مجسمه‌هایی قرار داشت، اتاق پذیرایی را به حیاط خانه متصل می کرد، و در وسط حیاط فواره‌ای بود که گرد آن را گلدانهای پر گل و درختان تنومند و کهنسالی که انسان را از نور خورشید و باران حفظ می کرد گرفته بود. دالان خانه به گلخانه‌ای منتهی می شد که سکوت محض آن را تنها ریزش يك فوارهٔ دیگر آب بر هم می زد. ما در اینجا می نشستیم و رقص توپهای پینگ‌پونگ را روی فواره تماشا می کردیم و به بحث دربارهٔ علل فیزیکی این پدیده می پرداختیم. پشت گلخانه تالار بزرگی با ستونهای دوریک<sup>۲</sup> قرار داشت که هنگام برگزاری کنگره‌های علمی از مهمانان در آنجا پذیرایی می شد. من در این خانه پرشکوه به خانوادهٔ بور پیوستم و از قضا لردرادرفورد هم که بعدها پدر فیزیک اتمی نام گرفت در آن زمان چند روزی از تعطیلاتش را در آنجا می گذراند. پس طبیعی بود که هر چند گاه یکبار سه نفری در باغ خانه قدم بزنیم و دربارهٔ آخرین آزمایشها یا ساختمان هستهٔ اتم بحث کنیم. من سعی می کنم یکی از این گفتگوها را بازسازی کنم.

لردرادرفورد: «فکر می کنید که اگر شتابدهنده‌های بزرگتر یا مولدهای پر انرژی‌تری بسازیم و با پروتونهای سریعتر و پر انرژی‌تری هستهٔ اتمهای سنگینتر را بمباران کنیم، چه پیش خواهد آمد؟ آیا پرتابه‌ها راحت از داخل هستهٔ اتم می گذرند،

1. Thorvaldsen      2. Doric

بی آنکه لطمه زیادی به آن وارد کنند، یا اینکه در داخل آن گیر می کنند و همه انرژی خود را از دست می دهند؟ اگر نظر بور درست باشد و بر هم کنش میان تك تك ذرات هسته ای اهمیت زیاد داشته باشد، باید پروتون در آن وسط گیر بیفتد، اما اگر پروتونها کم و بیش آزادانه، یعنی بدون برهم کنشهای نیرومند، در داخل هسته اتم حرکت کنند، باید پرتابه ها به آسانی و بی آنکه اختلال زیادی در داخل هسته ایجاد کنند از هسته بگذرند.»

نیلس: «من یقین دارم که بیشتر پرتابه ها در داخل هسته اتمی گیر می افتند و انرژی جنبشی آنها به صورت کم و بیش یکسان میان ذرات هسته ای تقسیم می شود، زیرا برهم کنشها بسیار قوی اند. در نتیجه برخورد با پرتابه، هسته اتمی فقط گرمتر می شود و افزایش دما را می توان از روی گرمای ویژه ماده هسته ای و انرژی پرتابه حساب کرد. شاید بهترین نامی که بر آنچه پس از آن رخ می دهد می توان نهاد تبخیر جزئی هسته اتم باشد. به عبارت دیگر، معدودی از ذرات سطحی گاه به گاه به قدری انرژی کسب می کنند که هسته را ترك می گویند. اما نظر شما چیست؟» مخاطبش من بودم.

جواب دادم: «در مجموع بی میل نیستم که نظر شما را قبول کنم، هر چند نظر شما با مدلی که ما در لایبزیگ اندیشیده ایم، و در آن ذرات تقریباً با آزادی کامل در داخل هسته حرکت می کنند، خیلی تفاوت دارد. ذره ای که با سرعت بسیار زیاد داخل هسته شود، یقیناً به دلیل شدت برهم کنشها چندین بار برخورد می کند و در نتیجه انرژی خود را از دست می دهد. اما وقتی سرعت ذره کم باشد، اوضاع عوض می شود، زیرا ماهیت موجی ذره را هم باید در نظر گرفت و در نتیجه تعداد انتقالهای ممکن انرژی کمتر می شود. در این مورد شاید برهم کنش چندان اهمیت نداشته باشد. اما باید بتوان همه این مقادیر را با محاسبات ساده به دست آورد، زیرا معرفت ما به هسته اتم برای این کار کافی است. اولین کاری که در بازگشت به لایبزیگ انجام خواهم داد همین خواهد بود.»

«خالا ممکن است من سوالی از شما بکنم؟ آیا احتمال می دهید که با شتاب دهنده های قویتر روزی بتوان از انرژی هسته ای برای مقاصد فنی، مثلاً تولید مصنوعی عناصر جدید شیمیایی به مقدار معتنا، استفاده کرد، یا همان طور که در احتراق از انرژی پیوندهای شیمیایی استفاده می کنیم، بتوان انرژی پیوندهای هسته ای را هم به کار گرفت؟ گمان می کنم که در يك افسانه علمی انگلیسی دیده ام که دانشمندی يك بمب اتمی می سازد و با این دست غیبی همه مشکلات کشور خود را



حل می‌کند. البته این حرفها جز خوش خیالی چیزی نیست، اما والتر نرنست شیمی فیزیکدان يك روز با لحن جدیتری در برلین می‌گفت که زمین مثل يك بشکه باروت است، فقط شعله کبریتی لازم است تا به هوا برود. و حق هم با او بود: فقط اگر بتوانیم به‌طور مداوم چهار هسته هیدروژن آب دریا را با هم ترکیب کنیم و يك هسته هلیوم بسازیم، مقدار انرژی که آزاد می‌شود به قدری عظیم خواهد بود که مقایسه بشکه باروت نرنست با آن خنده‌آور است.»

نیلس: «هیچ کس تاکنون به این مسأله به‌طور کامل و با در نظر گرفتن همه نتایجش فکر نکرده است. فرق عمده میان شیمی و فیزیک اتمی این است که در بیشتر آزمایشهای شیمیایی، اغلب مولکولهای ماده مورد بحث - مثلاً مولکولهای بشکه باروتی که گفتید - شرکت دارند، اما در فیزیک اتمی با بیش از تعداد کمی هسته اتمی نمی‌توان آزمایش کرد. هر چه هم شتابدهنده‌های بزرگتر ابداع کنیم، باز هم علی‌الاصول این مسأله تغییر نمی‌کند. زیرا نسبت تعداد فرایندهایی که در يك آزمایش شیمیایی رخ می‌دهد به تعداد فرایندهای هسته‌ای که تاکنون با وسایل آزمایشی رخ داده، مثل نسبت قطر منظومه شمسی به قطر يك مهره است، و حالا اگر بیایم و به جای مهره يك قطعه سنگ را در نظر بگیریم باز هم این نسبت فرق چندانی نمی‌کند. البته اگر بتوانیم مقداری ماده را به چنان دمای بالایی برسانیم که انرژی تک ذرات به حدی زیاد شود که بر نیروهای دافعه میان هسته‌ها غلبه کند، و در عین حال چگالی را هم به حدی بالا نگاه داریم که برخورد های فراوان رخ دهد، آن وقت اوضاع بکلی فرق می‌کند. اما این کار به دماهایی در حدود هزار میلیون درجه نیاز دارد، و مدتها پیش از آنکه به این دماها برسیم ظرفهایی که مواد آزمایشی را در داخلشان ریخته‌ایم بخار می‌شوند.»

لرد رادرفورد: «در هر حال، هیچ کس به‌طور جدی به این فکر نیفتاده است که از فرایندهای هسته‌ای بتوان انرژی به دست آورد. زیرا اگرچه در نتیجه همجوشی يك پروتون یا نوترون با يك هسته اتمی انرژی آزاد می‌شود، اما انرژی که برای ایجاد همجوشی، مثلاً از راه شتاب دادن به تعداد بسیار زیادی پروتون که اغلب آنها هم به هدف نمی‌خورند، لازم است، خیلی بیشتر از آن است. در هر حال، قسمت اعظم این انرژی به صورت حرکات براونی تلف می‌شود. بنابراین آزمایش با هسته اتم، اگر به قصد آزاد کردن انرژی باشد، کاری جز اتلاف وقت نیست، و همه کسانی که صحبت از بهره‌برداری فنی از انرژی هسته‌ای می‌کنند، حرف مفت می‌زنند.»

هر سه ما در این مسأله به سرعت به توافق رسیدیم، و هیچ کدام فکر نمی‌کردیم که

فقط چند سال بعد، کشف شکافت اورانیوم توسط اتوهان تصور ما را از بیخ و بن دگرگون خواهد کرد.

در آرامش باغ بور از تب و تاب سیاسی که همه جا را فرا گرفته بود خبری نبود. روی نیمکتی در سایه درختان تنومند نشستیم و به تماشای فواره، که هنگام فرود آمدن گاه با وزش نسیمی منحرف می شد، و قطره های آب که بر روی برگ های گل سرخ پاشیده می شد و در تابش آفتاب می درخشید، مشغول شدیم.

پس از بازگشت به لایپزیگ، محاسباتی را که وعده داده بودم انجام دادم. این محاسبات ظن بور را، که پروتونهای سریع عموماً در داخل هسته اتم گیر می افتند و در اثر برخورد آن را گرمتر می کنند، تأیید می کرد. (تقریباً در همین زمان بود که چنین فرایندهایی در پروتونهای سریع حاصل از پرتو کیهانی عملاً مشاهده شد.) با این حال، از محاسبات من چنین بر می آمد که در بررسی ساختمان هسته اتم می توان، در تقریب اول، از برهم کنشهای نیرومند تک تک ذرات چشمپوشی کرد. بنابراین به تحقیق در همین زمینه ادامه دادیم. کارل فریدریش، که در آن زمان در انستیتوی اتوهان در بخش داهلم برلین دستیار لیزه مایتر<sup>۱</sup> بود، غالباً در سمینارهای ما در لایپزیگ شرکت می کرد و يك بار گزارشی از پژوهشهایش درباره فرایندهای هسته ای در خورشید و ستارگان عرضه کرد. او توانسته بود از راه نظری به صورت قانع کننده ای ثابت کند که در درونی ترین بخشهای ستارگان واکنشهای معینی میان هسته های اتمی سیک صورت می گیرد، و انرژی عظیمی که دائماً از ستارگان ساطع می شود نتیجه این فرایندهای هسته ای است. هانس بته یافته هایی نظیر آن را در آمریکا منتشر کرد، و ما کم کم به این اندیشه عادت کردیم که ستارگان کوره های هسته ای عظیمی هستند که درست پیش چشم ما انرژی اتمی ساطع می کنند، هر چند این گسیل انرژی پدیده ای طبیعی است نه فرایندی مهار کردنی. اما در همان زمان هم هیچ يك از ما فکر استفاده از انرژی اتمی برای مقاصد فنی را جدی نمی گرفت.

کار ما در سمینار لایپزیگ به نظریه هسته اتم محدود نمی شد. از آن روزی که در کلبه اسکی بازان گذراندم، اندیشه های تازه بسیاری درباره رفتار ذرات بنیادی به فکرم رسیده بود. در این میان اندیشه پادماده که پل دیراک به میان آورده بود، به صورت یکی از اجزاء ثابت شده فیزیک اتمی در آمده بود. ما می دانستیم که دست کم يك فرایند طبیعی وجود دارد که در آن انرژی به ماده تبدیل می شود و آن تبدیل انرژی

تابشی به جفت الکترون - پوزیترون است. پس به نظر می آمد که وجود فرایندهای دیگری از این نوع دور از تصور نیست و ماسعی داشتیم ماهیت چنین فرایندهایی را در برخورد ذرات بنیادی که با سرعتهای بسیار زیاد حرکت می کنند برای خود مجسم کنیم.

دومین کسی که این مسائل را با او مطرح کردم هانس اوپلر بود که دانشجوی جوانی بود و چند سال قبل به ما پیوسته بود. او فوراً نظر مرا به خود جلب کرده بود، نه بدین دلیل که هوش سرشاری داشته باشد، بلکه به این علت که قیافه جالبی داشت. او از بیشتر دانشجویان ما ظریفتر و حساستر به نظر می آمد، و در چشمانش، به خصوص وقتی که لبخند می زد نشانه های رنج خوانده می شد. چهره ای کشیده و تقریباً تکیده داشت که موهای بور مجعد آن را در خود گرفته بود، و هنگام حرف زدن چنان از خود بی خود می شد که از آدمی به سن او عجیب می نمود. به آسانی می شد دریافت که در تنگدستی شدید زندگی می کند و من از اینکه توانسته بودم شغل همسر دستیاری را برای او دست و پا کنم خوشحال بودم. طولی نکشید که به من اعتماد کرد و همه مشکلاتش را با من در میان نهاد. پدر و مادرش نمی توانستند از عهده مخارج او بر بیایند؛ خود او کمونیست معتقدی بود، و پدرش هم ظاهراً گرفتارهای سیاسی داشت. عاشق دختری شده بود که به دلیل یهودی تبار بودن از آلمان گریخته بود و اکنون در سوئیس زندگی می کرد. درباره کسانی که از ۱۹۳۳ قدرت را در آلمان به دست گرفته بودند فقط با نفرت می اندیشید و به ندرت از ایشان حرف می زد. برای آنکه از مشکلات مالی او بکاهم، هر وقت که فرصتی می کردم او را به ناهار دعوت می کردم و در یکی از این دفعات گفتم که شاید بهتر باشد از آلمان مهاجرت کند، اما او گوشش به این حرفها بدهکار نبود. رشته پیوند او با آلمان مستحکم تر از آن بود که بتواند به آسانی قطعش کند، و در این مورد به نصیحت دیگران اعتنا نمی کرد.

بنابراین به جای این حرفها به بحث درباره فیزیک اتمی و به خصوص درباره نتایج احتمالی کشف دیراک و تبدیل انرژی به ماده پرداختیم.

اوپلر گفت: «دیراک نشان داده است که وقتی يك کوانتوم نور از کنار هسته اتم می گذرد، می تواند به يك جفت ذره، یعنی به يك الکترون و يك پوزیترون، تبدیل شود. آیا این بدین معنی است که کوانتوم نور خود از يك الکترون و يك پوزیترون تشکیل شده است؟ در این صورت مثل يك ستاره مزدوج خواهد بود، که در آن الکترون و پوزیترون به دور یکدیگر می چرخند. یا شاید تصور من نادرست است؟»  
«فکر نمی کنم زیاد قانع کننده باشد. ببینید، جرم ستاره مزدوج نمی تواند از مجموع

جرمهای اجزایش خیلی کمتر باشد. همچنین لازم نیست که حتماً با سرعت نور در فضا حرکت کند. و معلوم نیست که چرا نباید هیچ وقت ساکن بشود.»

«اما بالاخره در این مورد چه چیزی می توان درباره کوانتوم نور گفت؟»

«می توان گفت که بالقوه از يك الكترو و يك پوزیترون ساخته شده است. لفظ 'بالقوه' به این معنی است که در اینجا سر و کار ما با امکانات است. در این صورت حرف من معنایی جز این ندارد که کوانتوم نور می تواند در بعضی آزمایشها به يك الكترو و يك پوزیترون تجزیه شود - فقط همین.»

«خوب، در يك برخورد پراثرژی کوانتوم نور می تواند به آسانی به دو الكترو و دو پوزیترون هم تجزیه شود. آیا این بدین معنی است که بالقوه از این چهار ذره هم ساخته شده است؟»

«بله، من فکر می کنم که تناقضی در این نظر نیست. چون لفظ 'بالقوه' به امکانات دلالت می کند، بنابراین حق داریم بگوییم که کوانتوم نور بالقوه از دو یا چهار ذره ساخته شده است. جمع دو امکان مختلف با هم اشکالی ندارد.»

اوایل پرسید: «اما این حرف چه فایده ای دارد؟ زیرا به همین قیاس می توانیم بگوییم که هر ذره بنیادی بالقوه، از هر تعداد ذرات دیگر ساخته شده است، چون به هر حال در برخوردهای پراثرژی هر تعدادی ذره ممکن است به وجود بیاید. در این صورت از گفته ما مطلب زیادی به دست نمی آید.»

«به نظر من این طور نیست، چون تعداد و نوع ذرات به این اندازه هم دلخواهی نیست. فقط هیأتی را می توان جزء توصیفهای ممکن برای ذره محسوب کرد که تقارنشان همان تقارن ذره اصلی باشد. عبارت دقیقتری که به جای 'تقارن' می توان گفت این است: خواص تبدیلی تحت عملیاتی که قوانین فیزیکی را تغییر نمی دهند. به هر حال، از مکانیک کوانتومی آموخته ایم که حالات مانای اتم با تقارنهای خود مشخص می شوند. به احتمال زیاد، وضع در مورد ذرات بنیادی نیز از همین قرار است، زیرا بعد از همه حرفها، این ذرات چیزی جز حالات مانای ماده نیستند.»

اما اوایل هنوز کاملاً قانع نشده بود: «حرفهای شما به نظر من خیلی انتزاعی است و با مذاق من نمی سازد. و تنها کاری که در این صورت می توان کرد طرح آزمایشهایی با نتایج نامنتظره است، و دلیلش هم این است که کوانتوم نور بالقوه از زوجهای ذرات ساخته شده است. اما اگر به الگوی ستاره مزدوج پایبند بمانیم و درباره نتایجی که از راه فیزیک متعارف از آن می توان به دست آورد تحقیق کنیم، بعید نیست به نتایجی که دست کم از لحاظ کیفی رضایتبخش باشند دست بیاییم. مثلاً می توان تحقیق

کرد که دوپرتو نور که در خلا یکدیگر را قطع می کنند، آیا همان طور که تاکنون تصور می کرده ایم و همان طور که از معادلات قدیمی ماکسول بر می آید، بدون برهم کنش از هم عبور می کنند یا نه. اگر زوجهای الکترون و پوزیترون بالقوه، یعنی به صورت يك امکان، در پرتو نور موجود باشند، آنگاه باید این ذرات پرتو دیگر را پراکنده کنند، و بنابراین نور باید نور را منحرف کند، یعنی میان دوپرتو نور برهم کنش رخ دهد. باید بتوان از روی نظریه دیراک وجود این پدیده را نشان داد و مقدار آن را محاسبه کرد.»

«مشاهده پذیر بودن یا نبودن این پدیده بستگی به شدت اختلال متقابل دارد. شاید از هر راهی که می شناسید این اثر را محاسبه کنید، شاید در آن صورت فیزیکدانان تجربی راهها و وسایلی برای تأیید نتایج آن بیابند.»

«من فکر می کنم که این فلسفه 'چنانکه گویی' بکلی چیز عجیبی است. می گویند که رفتار کوانتوم در بعضی از آزمایشها طوری است که گویی از يك الکترون و يك پوزیترون ساخته شده است، اما در بعضی دیگر رفتارش طوری است که گویی از دو جفت الکترون و پوزیترون یا بیشتر ساخته شده است. در نتیجه يك نوع فیزیک شل و ول به وجود می آید. با این حال ما می توانیم با استفاده از نظریه دیراک، احتمال يك رویداد خاص را محاسبه کنیم، و معلوم می شود که آزمایش هم نتایج ما را تأیید می کند.»

من سعی کردم شیوه 'چنانکه گویی' را کمی بیشتر بسط بدهم، و گفتم: «می دانید که فیزیکدانان تجربی اخیراً نوع تازه ای از ذرات بنیادی به نام مزون کشف کرده اند. از آن هم که بگذریم به نیروهای پر قدرتی می رسیم که باعث قوام هسته اتم می شوند، و برای آنکه دوگانگی ذره و موج تضمین شود، باید متناظر با این نیروها برخی ذرات بنیادی وجود داشته باشد. شاید بسیاری ذرات بنیادی دیگر هم وجود داشته باشند که چون عمرشان خیلی کم است از نظر ما دور مانده اند. اما هر ذره بنیادی را می توان به يك هسته اتمی یا به يك مولکول تشبیه کرد، یعنی می توان طوری با آن رفتار کرد که گویی مجموعه ای از ذرات بسیار و احیاناً متفاوت است. در این مورد پرسشی را که لردرادفورد اخیراً در کپنهاگ در مورد هسته اتم از من کرد، می توان مطرح ساخت: 'اگر يك ذره پرنرژی را به سوی ذره دیگری شلیک کنیم، به نظر شما چه پیش خواهد آمد؟ آیا در بین خوشه ای که از ذرات دیگر تشکیل می شود گیر خواهد افتاد و آن را گرم خواهد کرد و ملاً باعث تبخیر آن خواهد شد، یا اینکه به طور آرام و بی آنکه اختلالی به وجود آورد از داخل خوشه خواهد گذشت؟' پیداست که در این مورد هم پاسخ سؤال به شدت بر هم کنشها بستگی دارد، و اطلاع ما در این باره بسیار

کم است. اما شاید بهتر باشد که در حال حاضر توجه خود را به برهم کنشهای شناخته شده معطوف کنیم و ببینیم در مورد آنها چه پیش می آید.»

در آن زمان که این گفتگو انجام می گرفت، فیزیک ذرات بنیادی دوران کودکی خود را می گذراند. البته فیزیکدانها با مطالعه در پرتوهای کیهانی به نقاط شروعی برای آزمایش دست یافته بودند، اما آزمایشگری منظم در این زمینه هنوز آغاز نشده بود. اوایل می خواست نظر مرا درباره آینده این رشته از فیزیک بدانند.

گفت: «کشف دیراک، یعنی وجود پادماده، تصویر را بسیار پیچیده تر از پیش کرده است. مدتی چنین به نظر می آمد که جهان سراسر فقط از سه واحد اصلی، پروتون و الکترون و کوانتوم نور، ساخته شده است. این تصویر بسیار ساده ای بود، و امید می رفت که جزئیات اصلی آن به زودی تکمیل شود. اما حالا تصویر دارد به نحو روز افزونی شلوغ و درهم می شود؛ ذره بنیادی دیگر بنیادی محسوب نمی شود، و دست کم بالقوه ساختار بسیار پیچیده ای است. آیا این بدان معنی نیست که ما با فهم واقعی هنوز بسیار فاصله داریم؟»

«نه، من این طور فکر نمی کنم. به هر حال، تصویر قبلی با آن سه واحد بنیادی اش خیلی هم قانع کننده نبود. چرا باید فقط این سه واحد دلبخواه وجود داشته باشد، و چرا باید یکی از آنها، یعنی پروتون، درست ۱۸۳۶ بار از دیگری، یعنی الکترون، سنگینتر باشد؟ این عدد ۱۸۳۶ چه خصوصیتی دارد، و چرا باید این سه واحد تجزیه ناپذیر باشند؟ چون به هر حال می توانیم آنها را با نیروی عظیمی به هم بکوبیم، پس چه دلیلی دارد که از هم نباشند؟ اکنون، به برکت کشف دیراک، قضایا معقولتر از سابق شده است. هر ذره بنیادی، مثل حالت مانای اتم، با تقارن خود معین می شود؛ پایداری صورتها، که بور آن را نقطه شروع نظریه خود قرار داد و دست کم علی الاصول از راه مکانیک کوانتومی قابل تعبیر است، وجود و پایداری ذرات بنیادی را هم باعث می شود؛ از بین رفتن این صورتها، درست مثل اتمهای شیمیدانان، با آفرینش آنها توأم است، و این دلالت می کند که ریشه تقارن در خود طبیعت است. البته، هنوز خیلی مانده است که قوانین حاکم بر ساختار ذرات بنیادی تنظیم شود، اما من دور نمی دانم که دیر یا زود، از راه این قوانین حتی به آن عدد عجیب ۱۸۳۶ برسیم. این اندیشه که تقارن چیزی است بسیار بنیادیترا از خود ذرات، برای من بسیار جاذبه دارد، زیرا با روح مکانیک کوانتومی به صورتی که بور همواره در نظر داشته سازگار است و با فلسفه افلاطون هم می خواند. فعلاً از این نکات بگذریم و به چیزهایی که می توان درباره شان تحقیق کرد بپردازیم. فکر می کنم شما باید به تحقیق در پراکنش

نور توسط نور پردازید، و خود من هم به این مسأله کلی فکر خواهم کرد که هنگام برخورد ذرات پراثرژی چه روی می دهد.»

هر دوی ما در چند ماه پس از آن به این برنامه پایبند ماندیم. محاسبات خود من نشان داد که در انرژیهای زیاد، گاهی حتی فرایندهای دخیل در واپاشی بتایی بسیار اهمیت می یابند، و بنا بر این چنین می نمود که برخورد دو ذره بنیادی پراثرژی ممکن است به آفرینش ذرات جدید بسیار منجر شود. در آن زمان نشانه هایی از این فرایند آفرینش چندگانه در تابش کیهانی دیده شده بود، اما این پدیده تا بیست سال بعد که شتابدهنده های عظیم ساخته شد، به طور موثق از راه تجربی به تأیید نشد. در همان زمان، اویلر با یکی دیگر از شاگردان من، به نام ب. کوخل<sup>۱</sup>، پراکنش نور توسط نور را تعیین کرد، و گرچه در این مورد تأیید مستقیم تجربی امکان نداشت، امر وزشك نیست که پدیده پراکنشی که این دو کشف کردند، واقعیت دارد.

## رفتار فردی در مواجهه با مصائب سیاسی

(۱۹۳۷-۱۹۴۱)

چند سال پیش از جنگ، به خصوص مدتی از این چند سال که در آلمان بودم، برای من دوران تنهایی شدیدی بود. رژیم نازی چنان ریشه‌دار شده بود که کمترین امیدی به تغییر از درون نمی‌رفت. در همان حال آلمان روز به روز منزویتر می‌شد و پیدا بود که مقاومت در خارج هم دارد شدیدتر می‌شود. يك مسابقه عظیم تسلیحاتی آغاز شده بود، و آشکار بود که دیر یا زود دواورد درگیر يك جنگ علنی خواهند شد، جنگی که در آن قوانین بین‌المللی، قراردادهای ژنو، و محرمات اخلاقی یکجا زیر پا نهاده خواهد شد. در خود آلمان، انزوای فردی وضع را از آن هم که بود بدتر می‌کرد. ارتباط روز به روز دشوارتر می‌شد، فقط دوستان بسیار صمیمی حرف دلشان را پیش یکدیگر بازگو می‌کردند، و از آن که بگذریم، افراد به نوعی زبان پناه می‌بردند که چیزی را بیان نمی‌کرد اما بسیاری چیزها را پنهان می‌داشت. زندگی در این شرایط اختناق و عدم اطمینان برای من تحمل‌ناپذیر بود، و چون یقین داشتم که این اوضاع به انهدام کامل آلمان می‌انجامد، سنگینی وظیفه‌ای را که هنگام بازگشت از خانه ماکس پلانک بر عهده خود نهاده بودم بیشتر حس می‌کردم.

يك روز تیره و سرد را در ژانویه ۱۹۳۷ به یاد می‌آورم که به ناچار به فروش پرچمهای «کمک زمستانی» در مرکز لایبزیگ مشغول بودم. این کار نیز جزئی از سازشها و مذلت‌های بسیاری بود که در آن زمان باید به آن تن در می‌دادیم. هر چند البته می‌توانستیم خود را راضی کنیم که گردآوری پول برای فقرا کار شرم‌آوری نیست. به هر صورت، در همان حال که جعبه‌ای را که در دست داشتم به صدا در می‌آوردم، دچار احساس درماندگی کامل بودم، نه به این دلیل که این نمایش انقیاد،



که از روی ناچاری صورت می گرفت، ناراحت می می کرد، بلکه به این دلیل که حس می کردم کارهایی که می کنم و هر چه در پیرامون خود می بینم یکسره بی فایده و عبث است. یکباره خود را در چنگال يك حالت ذهنی غریب و اضطراب آور اسیر دیدم. به نظرم آمد که خانه های دو سوی آن خیابان تنگ از هم دور شده اند و گویی اصلاً وجود ندارند. مثل این بود که همه ویران شده اند و فقط سایه ای از آنها بر جای مانده است. پیکر مردم هم به نظرم شفاف می آمد، گویی جهان مادی را ترك گفته بودند و فقط روحشان باقی مانده بود. در آن سوی این پیکرهای شبح گونه و آسمان تیره، روشنایی تندی دیدم. متوجه شدم که چند نفر با صمیمیتی دور از انتظار به سوی من آمدند و با نگاههایی که مرا از عالم خیال بیرون آورد و لحظه ای میان من و آنان پیوند استواری ایجاد کرد، کمکهای زمستانی شان را به من دادند، اما باز حس کردم که از ایشان دور شده ام، و ترس برم داشت که نکنند این همه تنهایی از حد تحمل من بیرون باشد.

عصر آن روز قرار بود که در خانه بوکینگ<sup>۱</sup> موسیقی مجلسی بنوازم. صاحب خانه، که ناشر بود، و یولون سل می زد، یا کو بی<sup>۲</sup> از دوستان نزدیک من و حقوق دانی در دانشگاه لایپزیگ و یولون نیست ممتازی بود، و قرار بود که ما با هم تریوی بتیون در سل مازور را اجرا کنیم. این قطعه را از دوران جوانی خوب می شناختم؛ در سال ۱۹۲۰ در جشنهای فارغ التحصیلی در مونیخ آن را به صورت موومان آرام اجرا کرده بودم. اما اکنون، در آن حالت حساس روحی، از موسیقی و دیدار مردم واهمه داشتم، و بنابراین از اینکه می دیدم عده شنوندگان کم است خوشحال بودم. اما یکی از حضار جوان مجلس که اولین بار بود به خانه بوکینگ می آمد در همان گفتگوی اول دست مرا گرفت و از آن انزوای عمیق بیرون کشید. حس کردم که از نوروی زمین قرار گرفته ام، و گفتگوی ما که هنگام نواختن موسیقی هم ادامه داشت این احساس را در من تقویت کرد. چند ماه بعد با هم ازدواج کردیم، و در سالهای بعد الیزابت شو ماخر<sup>۳</sup> با شهامت و تحمل فراوان، شریک همه مشکلات و خطرات زندگی من شد. در تابستان ۱۹۳۷ مدت کوتاهی رفتاری سیاسی پیدا کردم. اولین باری بود که به این نوع مشکلات دچار می شدم، اما از این ماجرا می گذرم، زیرا با رنجی که بعدها بسیاری از دوستانم کشیدند قابل مقایسه نیست.

هانس اوپلر حالا مرتب به خانه ما می آمد و با هم درباره مشکلات سیاسی که

1. Bücking

2. Jacobi

3. Elisabeth Schumacher

گرفتارش بودیم صحبت می کردیم. در یکی از این دیدارها، گفت که از او خواسته اند در اردویی که نازها در یکی از روستاهای مجاور برای معلمان و استادان تشکیل داده اند، شرکت کند. به او توصیه کردم که برود تا موقعیتش در دانشگاه به خطر نیفتد، داستان آن رهبر جوانان هیتلری را که زمانی به صراحت با من حرف زده بود برای او نقل کردم و گفتم که شاید او را در آن اردو ببیند و این ملاقات برای هر دو مفید باشد.

اوایل وقتی که از اردو بازگشت آشفته و پریشان حال بود، و تجربه خود را برای من به تفصیل نقل کرد:

«مردمی که در اردوگاه شرکت داشتند ترکیب عجیبی بودند. عده ای از روی ناچاری به آنجا آمده بودند، چون مثل خود من می ترسیدند که شغلشان را از دست بدهند. من با این گروه تماس زیادی نداشتم. اما يك گروه کوچکتر هم وجود داشت که آن رهبر جوانان هیتلری شما هم جزئشان است. اینها واقعا به ناسیونال سوسیالیسم عقیده دارند و یقین دارند که عاقبت خوبی خواهد داشت. اما من خوب می دانم که نازها تاکنون چه مصایبی به بار آورده اند و در آینده هم آلمان از دست ایشان به چه فاجعه هایی دچار خواهد شد. و با این حال حس می کنم که بسیاری از این جوانان تقریباً همان چیزهایی را می خواهند که من می خواهم. آنها هم نمی توانند با زندگی خشک بورژوازی سازگار شوند و از جامعه ای که در آن ثروت و منزلت مادی از همه چیز برتر است بیزارند و می خواهند به جای این دغلبازهای توخالی چیزی غنی تر و زنده تر بسازند. می خواهند روابط انسانی را انسانی تر بکنند، و من هم در واقع همین را می خواهم. هنوز نمی فهمم که چرا باید این کوششها چنین نتایج غیر انسانی به بار بیاورد، اما به چشم خود چنین چیزی را می بینم و همین باعث می شود که در اعتقادات خود هم شك کنم. من همیشه دلم می خواسته است که کمونیسم پیروز بشود. اگر چنین اتفاقی بیفتد، بعضی از کسانی که امروز جایگاه بلندی دارند پست می شوند و بالعکس، و بی شك ما خیلی از کارها را بهتر انجام می دهیم، اما شك دارم که در این صورت در مجموع از ددمنشی بشر کاسته شود. ظاهرا نیت خیر کافی نیست، زیرا نیروهای قویتری وارد میدان می شوند و چیزی نمی گذرد که مهار آنها از دست انسان بیرون می رود. اما نباید از این حرف نتیجه گیری کرد که به هر قیمت که شده است، باید با هر چیز پیر و فرتوقی، حتی اگر يك دغلبازی توخالی پیش نباشد، ساخت. راستش را بگویم، دیگر نمی دانم که چه فکری باید داشته باشم یا چه کار باید بکنم.»

من گفتم: «تاروژی که کاری از دستمان ساخته نیست، فقط باید صبر کرد، تا آن وقت باید سعی کنیم که در حوزه‌های کوچکی که زندگیمان بدان محدود شده است نظم را حفظ کنیم.»

در تابستان ۱۹۳۸، ابرهایی که افق جهانی را تیره کرده بود سایه تهدیدآمیز خود را حتی بر زندگی خانوادگی نوبنیاد من افکند. مأمور شدم که دو ماه در جوخه تفنگداران کوهستانی در زونت هوفن خدمت کنم، و چندین بار برای انتقال فوری به مرز چکسلواکی ما را به حالت آماده‌باش در آوردند. گرچه يك بار دیگر ابرها کنار رفتند، اما یقین داشتم که این وضع دیری نخواهد پایید.

در اواخر آن سال، چیزی کاملاً غیرمنتظره در فیزیک اتمی اتفاق افتاد. يك روز کارل فریدریش از برلین آمد و برای اعضای سمینار ما خبر آورد که اتوهان کشف کرده است که باریوم یکی از محصولات بمباران اتمهای اورانیوم با نوترون است. بدین ترتیب معلوم می‌شد که هسته اتم اورانیوم به دو قسمت قابل مقایسه تجزیه شده است، و ما فوراً به این فکر افتادیم که آیا این فرایند را می‌توان برحسب آنچه در آن زمان از هسته اتم می‌دانستیم، توضیح داد. مدتها بود که ما هسته اتم را شبیه ذره‌ای می‌دانستیم که از نوترون و پروتون ساخته شده باشد، و چند سال پیش از آن کارل فریدریش، بر پایه داده‌های آزمایشی، انرژی و کشش سطحی و دافعه الکتروستاتیکی داخل این ذره را حساب کرده بود. چیزی که حالا باعث تعجب و در عین حال خوشحالی ما می‌شد این بود که می‌دیدیم پدیده شکافت هسته، که دور از انتظار ما بود، در مجموع با تصورات ما می‌خواند. این فرایند در هسته‌های بسیار سنگین می‌تواند خود به خود رخ دهد، و بنا بر این آن را می‌توان با يك نیروی خفیف خارجی و مثلاً از راه بمباران با نوترون، به راه انداخت. باورمان نمی‌شد که چرا قبلاً به فکر چنین چیزی نیفتاده‌ایم. نتیجه جالب دیگر این بود که احتمالاً درست پس از تقسیم هسته، دو قسمت حاصل دیگر کره کامل نیستند، و بنا بر این ممکن است دارای انرژی اضافی باشند که باعث مقداری تبخیر، یعنی گسیل چند نوترون از سطح هسته، شود. این نوترون‌ها هم می‌توانند به دیگر هسته‌های اورانیوم برخورد کنند و باعث تقسیم آنها شوند، و بدین طریق يك واکنش زنجیره‌ای به وجود بیاورند. ناگفته پیداست که هنوز باید کارهای آزمایشی بسیاری صورت می‌گرفت تا این گونه تأملات نظری جزء مطالب پیش‌یافتاده فیزیک جدید شود، اما تصور امکانات

بسیاری که بدین طریق فراهم می آمد، به خودی خود ما را به وجد می آورد. هنوز يك سال از این واقعه نگذشته بود که ما با مسأله بهره برداری فنی از انرژی اتمی در صلح و جنگ روبرو شدیم.

وقتی ناچار شویم در توفان کشتی رانی کنیم، همه دریچه ها را مسدود می کنیم، بادبان را می خوابانیم، هر چیز جنبنده ای را محکم می بندیم، و به سلامت خود فکر می کنیم. به همین دلیل من، در بهار ۱۹۳۹ دنبال خانه ای کوهستانی می گشتم تا زن و فرزندانم در دوران مصیبتی که داشت فرامی رسید سرپناهی داشته باشند. سرانجام محل مناسب را در اورفلد، مشرف بر دریاچه والشن - حدود صد متری بالاتر از جاده ای که ساها پیش با ولفگانگ پاؤلی و اتو لاپورته در آن رکاب زده بودیم و در همان حال که کوههای کاروندل را تماشا می کردیم درباره نظریه کوانتومی بحث کرده بودیم - پیدا کردم. این خانه قبلاً به لوئیس کورینث<sup>۱</sup> نقاش تعلق داشت، و دیدن چشم انداز ایوان آن در نمایشگاهها تحسین مرا برانگیخته بود.

آن سال اقدام مهم دیگری هم کردم. در آمریکا دوستان زیادی داشتم و احساس می کردم که باید پیش از شروع جنگ آنها را ببینم - از کجا معلوم بود که بار دیگر یکدیگر را ببینیم؟ همچنین حس می کردم که اگر قرار باشد پس از سقوط آلمان در بازسازی آن سهمی داشته باشم، به کمک ایشان بسیار نیازمندم.

در تابستان ۱۹۳۹ در دانشگاههای آن آربر<sup>۲</sup> و میشیگان درس دادم. از این فرصت استفاده کردم و به دیدار اتریکوفر می، که با من در گوتینگن در جلسات درس بورن حاضر می شد، رفتم. فرمی ساها بزرگترین فیزیکدان ایتالیا بود، اما سرانجام تصمیم گرفته بود گلیم خود را از آب بیرون بکشد و به آمریکا برود. وقتی او را در خانه اش دیدم، از من پرسید که آیا بهتر نیست من هم خانه خود را به آمریکا منتقل کنم.

پرسید: «چرا در آلمان مانده اید؟ شما نمی توانید جلوی جنگ را بگیرید و باید کارهایی بکنید و مسؤولیت آن را هم به گردن بگیرید که از انجام دادن آن و مسؤول آن بودن نفرت دارید. اگر این همه مشقت يك ذره هم فایده داشته باشد، باکی نیست، بمانید. اما چنین چیزی اصلاً احتمال ندارد. در اینجا می توانید همه چیز را از نو شروع کنید. ببینید، این کشور را اروپاییها ساخته اند، مردمی که از وطن خود کوچ کردند زیرا نمی توانستند قیدهای دست و پاگیر حقیر، جنگها و انتقامجوییهای مداوم در میان

1. Lovis Corinth

2. Ann Arbor

ملتهای کوچک، سرکوب آزادی و انقلاب و همه مصائب ناشی از آن را تحمل کنند. در اینجا می توانستند در کشوری بزرگتر و آزادتر، و بی آنکه بار سنگین تاریخ گذشته را بر دوش داشته باشند، زندگی کنند. من در ایتالیا شخصیت بزرگی بودم، اما در اینجا دوباره فیزیکدان جوانی شده ام، و نشاطی که از این بابت حس می کنم با هیچ چیز دیگری قابل مقایسه نیست. چرا شما هم دوشتان را از زیر بار خالی نمی کنید و همه چیز را از نو آغاز نمی کنید؟ در آمریکا می توانید در پیشرفت عظیم علم سهمی داشته باشید. چرا از این سعادت بزرگ چشمپوشی می کنید؟»

«من احساس شما را خوب می شناسم، و همین حرفها را هزار بار به خودم زده ام. راستش، از آن بار اولی که ده سال پیش به آمریکا آمدم، و سوسه ترك فضای بسته اروپا و مهاجرت به گستره آمریکا دمی مرا راحت نگذاشته است. شاید بهتر بود همان وقت مهاجرت می کردم، اما این کار را نکردم، بلکه تصمیم گرفتم حلقه کوچکی از جوانان دور خودم جمع کنم، جوانانی که دلشان می خواهد در پیشرفت علم سهمی داشته باشند و می خواهند مطمئن باشند که پس از پایان جنگ، علم پیراسته از آلودگیها به آلمان باز خواهد گشت. اگر حالا آنها را رها کنم، خودم را خیانتکار می دانم. به هر حال، جوانها نمی توانند به آسانی ما مهاجرت کنند، پیدا کردن کار در خارج برایشان دشوار خواهد بود، و من استفاده از امتیاز پرتجربگی را کار درستی نمی دانم. پس امیدوار باشیم که جنگ خیلی کوتاه باشد. در بحران پاییز گذشته که به خدمت اجباری فرا خوانده شدم، متوجه شدم که عده انگشت شماری از مردم ما واقعاً خواهان جنگ اند. و به احتمال زیاد وقتی معلوم شد سیاست به اصطلاح صلح طلبی هیتلر جز ریاکاری چیزی نیست، مردم آلمان زود خودشان را از دست او و طرفدارانش خلاص می کنند. اما اقرار می کنم که در حال حاضر چنین چیزی دیده نمی شود.»

فرمی گفت: «مسأله دیگری هم هست که نمی توان نادیده اش گرفت. می دانید که با استفاده از کشف اتوهان در باره شکافت هسته ای، می توان يك واکنش زنجیره ای تولید کرد. به عبارت دیگر، حالا واقعاً احتمال دارد که بمب اتمی ساخته شود، و وقتی جنگ شروع شد، هر دو طرف سعی می کنند این کار را سریعتر انجام دهند و در نتیجه حکومتها از فیزیکدانان اتمی می خواهند که همه نیروی خود را صرف ساختن این سلاح جدید کنند.»

جواب دادم: «این خطر کاملاً واقعی است و از بابت آنچه درباره مشارکت و مسؤولیت ما می گوئید حق با شماست. اما آیا مهاجرت چاره واقعی درد است؟ در

هر حال، من یقین دارم که تحولات اتمی، هر چه هم دولتها درباره اش سر و صدا به راه بیندازند، نسبتاً کند خواهد بود. ومدتها پیش از آنکه اولین بمب اتمی ساخته شود جنگ تمام شده است. البته هیچ کس نمی تواند آینده را ببیند، اما تحولات عمده فنی معمولاً چند سالی طول می کشند و یقیناً جنگ پیش از آن تمام می شود.»

فرمی پرسید: «فکر نمی کنید که هیتلر در جنگ برنده شود؟»

«نه. جنگهای مدرن نیاز به امکانات فنی وسیع دارد، و چون راهی که هیتلر برگزیده است آلمان را از بقیه جهان جدا کرده است، رشد توان فنی ما بسیار کمتر از دشمنان بالقوه ما بوده است. این وضع چنان روشن است که گاهی من امیدوار می شوم که خود هیتلر هم به آن پی ببرد، و پیش از شروع جنگ بیشتر در این باره فکر کند. اما شاید این همه ناشی از خوش خیالی خود من باشد، زیرا هیتلر شخصی غیرمنطقی است و بکلی چشمش را بر هر چه نمی خواهد ببیند می بندد.»

«و باز هم می خواهید به آلمان برگردید؟»

«گمان نمی کنم راه دیگری پیش پایم باشد. من اعتقاد راسخ دارم که اعمال انسان باید با هم تجانس داشته باشد. هر يك از ما در محیط خاصی به دنیا می آید و زبان مادری خاص و الگوهای فکری معینی دارد. و در همان محیط هم احساس راحتی می کند و می تواند به بهترین صورت کار کند، مگر اینکه در اوایل زندگی از آن کنده شود. تاریخ به ما می آموزد که دیر یا زود هر کشوری را انقلابها و جنگها به تلاطم در می آورد، و پیداست که ملتها نمی توانند، هر وقت که بوی چنین تحولاتی می آید، دسته جمعی مهاجرت کنند. مردم باید یاد بگیرند که از فاجعه جلوگیری کنند، نه اینکه از آن بگریزند. حتی شاید بتوان گفت که هر کس باید همه توفانهای کشورش را از سر بگذراند، زیرا بدین شیوه می توان مردم را تشویق کرد که جلوی تباهی را، پیش از گسترشش، بگیرند، اما این حرفها هم شاید از آن سوی بام افتادن باشد. زیرا فرد هر چه هم سعی کند، در اغلب موارد نمی تواند جلوی توده های بزرگ مردم را بگیرد و مانع به بیراهه رفتن آنها شود. در این شرایط، نباید از او توقع داشت که بماند و با مردمی که اندرزهای او را به هیچ گرفته اند نجات یابد یا غرق شود. خلاصه، هیچ رهنمود کلی که بتوان به آن چنگ زد وجود ندارد. هر کسی باید راه خودش را مشخصاً انتخاب کند، و از قبل هم نمی توان گفت که کار ما درست است یا غلط. احتمالاً کمی درست و کمی غلط است. من خودم چند سال پیش تصمیم گرفتم که در آلمان بمانم، و گرچه شاید تصمیم نادرستی بوده، اما معتقدم که باید به آن پایبند بمانم، زیرا در همان زمان هم می دانستم که ظلمها و بدبختیهای بسیاری در انتظار ماست»

فرمی گفت: «خیلی مایه تأسف است. به هر حال امیدوار باشیم که بعد از جنگ دوباره همدیگر را ببینیم.»

پیش از ترك نیویورک، چنین گفتگویی هم با جی بی پگرام<sup>۱</sup> داشتم. او فیزیکدانی تجربی بود که در دانشگاه کلمبیا کار می کرد و از من مسن تر و با تجربه تر بود و نصایحش برای من خیلی ارزش داشت. از اینکه با نگرانی تمام به من توصیه می کرد که به آمریکا مهاجرت کنم ممنون بودم، و از اینکه نمی توانستم نظرم را به او بفهمانم دلسرد. او اصلاً نمی توانست بفهمد که آدمی عقل به سرش باشد و به کشوری برگردد که به شکست آن یقین کامل دارد.

کشتی اروپا که در اوایل اوت ۱۹۳۹ مرا به وطن بازمی گرداند تقریباً خالی بود، و خالی بودن آن بر درستی استدلالات فرمی و پگرام گواهی می داد. نیمه دوم اوت را در اورفلد به آماده کردن خانه بیلاقی خود گذرانیدیم، اما اول صبح روز اول سپتامبر، وقتی داشتم به پستخانه می رفتم، صاحب هتل سورپست<sup>۲</sup> دوان دوان خودش را به من رساند و با هیجان گفت: «می دانید که جنگ با لهستان شروع شده است؟» و چون قیافه وحشت زده مرا دید محض تسلی خاطر من افزود: «نگران نباشید آقای پروفیسور، ظرف سه هفته کار تمام است.»

چند روز بعد اوراق احضار به خدمت به دستم رسید. بر خلاف انتظار، از من خواسته بودند که خودم را نه به تفنگداران کوهستانی که دوره آموزشیم را در آن گذرانده بودم، بلکه به بخش سر رشته داری ارتش در برلین معرفی کنم. در آنجا به من و چند تن از همکارانم گفتند که کار ما استفاده فنی از انرژی اتمی است. به کارل فریدریش هم از همین دستورها رسیده بود، و بنابراین فرصت فراوانی داشتیم که در برلین یکدیگر را ببینیم و درباره وضع و رفتارمان با هم بحث کنیم. من سعی می کنم با نگاهی به آن روزها، نتایج این بحثها را، به صورتی که گویی در یک نوبت به دست آمده است، خلاصه کنم.

من با چنین عباراتی بحث را شروع می کردم: «خوب، پس شما هم عضو باشگاه اورانیوم ما شده اید، و حتی درباره کاری که به عهده ما گذاشته شده است خیلی فکر کرده اید. البته کار ما در زمینه جالبی از فیزیک است، و اگر دوران صلح بود و پای چیز دیگری در میان نبود، شاید از اینکه در طرحی با چنین دامنه وسیعی کار می کنیم خیلی هم خوشحال می شدیم. اما زمان جنگ است و هر کاری که ما می کنیم ممکن است

خسارات بزرگی به بار بیاورد. پس باید در هر گامی که برمی داریم خیلی مواظب باشیم.»

«حق با شماست، و من هم قبلاً درباره هر وسیله‌ای که بتوان به نحوی از این دام بیرون آمد فکر کرده‌ام. شاید داوطلب شدن برای خدمت در خط مقدم جبهه یا کار کردن در حوزه‌ای کم‌مخاطره‌تر زیاد هم سخت نباشد، اما من آخر سر تصمیم گرفتم که مسأله اورانیوم را، درست به این دلیل که امکانات بسیار وسیعی دارد، رها نکنم. اگر ما با بهره‌برداری فنی از انرژی اتمی هنوز خیلی فاصله داشته باشیم، کار کردن در این جایی که شما اسمش را 'باشگاه اورانیوم' می‌گذارید، ضرری نخواهد داشت. در واقع شاید با این کار امکانی به دست آوریم و آن جوانان با استعدادی را که در دهه گذشته علاقه‌شان را به فیزیک اتمی جلب کرده‌ایم حفظ کنیم. اما اگر انرژی اتمی به اصطلاح دم در ایستاده باشد، باز هم بهتر است انسان نقشی در جریان امور داشته باشد تا اینکه کار را به دیگران یا به دست تصادف بسپارد. البته نمی‌توان گفت که تا کی زمام کار به دست ما دانشمندان خواهد بود، اما به احتمال زیاد یک دوره انتقالی طولانی وجود خواهد داشت و در این دوره حرف آخر را باید فیزیکدانها بزنند.»

«من گمان می‌کنم که چنین چیزی وقتی امکان دارد که نوعی اعتماد میان ما و اداره سررشته‌داری وجود داشته باشد. اما فعلاً که سال گذشته چند بار گستاخو از من بازجویی کرده، و یادآوری آن زیر زمین پرنس آلبرت اشتراسه و آن نوشته زشتی که بر دیوار نقش بسته بود برایم نفرت آور است. آرام و عمیق نفس بکشید.»

«اعتماد فقط میان انسانها می‌تواند وجود داشته باشد، نه میان کارمندان. اما چرا نباید در اداره سررشته‌داری هم انسانهای با حسن نیتی باشند که بدون پیشداوری با ما مواجه شوند و با میل و رغبت درباره مسائل با ما بحث کنند؟ به هر حال، این مسأله مورد علاقه مشترک ماست.»

«شاید، اما با این حال بازی بسیار خطرناکی است.»

«اعتماد درجات گوناگونی دارد. شاید فقط بتوانیم تا جایی پیش برویم که جلوی کارهای خیلی نامعقول را بگیریم. اما نظر شما درباره جنبه فیزیکی صرف مسأله چیست؟»

سعی کردم گزارشی از مطالعات نظری که به طور مقدماتی در چند هفته اول جنگ کرده بودم، و بیش از یک نوع ارزیابی کلی محسوب نمی‌شد، به کارل فریدریش بدهم.

«این طور که پیداست، با بیماران اورانیوم طبیعی با نوترونهای سریع، نمی‌توان



واکنش زنجیره‌ای را آغاز کرد، به عبارت دیگر، با اورانیوم طبیعی نمی‌توان بمب اتمی ساخت. این خودش جای خوشوقتی است. واکنش زنجیره‌ای را فقط می‌توان در اورانیوم ۲۳۵ خالص، یا دست کم اورانیوم ۲۳۵ بسیار غنی شده، آغاز کرد. و دستیابی به چنین چیزی، اگر اصلاً امکان داشته باشد، نیازمند به تلاش فنی بسیار عظیمی است. البته ممکن است مواد دیگری وجود داشته باشد، اما دست یافتن به آنها هم از این ساده‌تر نیست. در آینده نزدیک، نه ما می‌توانیم بمبهای اتمی بسازیم که با این مواد کار کنند و نه انگلیسیها و آمریکاییها. اما اگر اورانیوم طبیعی بایک ماده کند-کننده ترکیب شود، یعنی با ماده‌ای که حرکت همه نوترونهایی را که در فرایند شکافت آزاد می‌شوند کند کند و تا حد سرعت حرکت براونی پایین بیاورد، در آن صورت امکان فراوان دارد که بتوان یک واکنش زنجیره‌ای را آغاز کرد که از آن مقادیر قابل کنترل انرژی به دست آید. البته نباید گذاشت که ماده کند کننده نوترون زیادی جذب کند، یعنی باید ماده‌ای باشد که ضریب جذب نوترونش خیلی کوچک باشد. آب معمولی به این کار نمی‌آید، اما شاید آب سنگین یا کربن خالص، احتمالاً به شکل گرافیت، مناسب باشد. ما باید در آینده نزدیک همه اینها را از راه آزمایش امتحان کنیم. من معتقدم که می‌توانیم، حتی از لحاظ روابطمان با مقامات، با وجدان آسوده به واکنشهای زنجیره‌ای در این نوع پیل اتمی بپردازیم و کار به دست آوردن اورانیوم ۲۳۵ را به دیگران واگذار کنیم. جدا کردن ایزوتوپها، اگر هم ممکن باشد، فقط در آینده دور می‌تواند نتایج قابل توجه فنی داشته باشد.»

«آیا راستی فکر می‌کنید که پیل اتمی کمتر از بمب اتمی به تلاش فنی نیاز دارد؟»  
 «کاملاً از این بابت مطمئنم. جدا کردن دو ایزوتوپ سنگین مثل اورانیوم ۲۳۵ و اورانیوم ۲۳۸، با اختلاف جرم کمی که دارند، و تولید آنها به میزانی که دست کم چند کیلوگرم اورانیوم ۲۳۵ از آن به دست بیاید، کار فنی غول آسایی است. اما در پیل اورانیوم تنها چیزی که نیاز داریم چند تن اورانیوم بسیار خالص به اضافه گرافیت یا آب سنگین است. این کار به تلاش کمتری، در حدود یک صدم یا حتی یک هزارم، نیاز دارد. فکر می‌کنم که انستیتوی کایزر ویلهلم شما در برلین و گروه ما در لایپزیگ بتوانند با کار کردن در این مسأله به نتایج خوبی برسند.»

کارل فریدریش جواب داد: «حرفهای شما کاملاً معقول به نظر می‌آید و خیلی هم دلگرم کننده است، به خصوص که کارروی پیل اتمی شاید برای دوران پس از جنگ خیلی مفید باشد. اگر استفاده صلح آمیز از انرژی اتمی امکان پذیر باشد، باید پایه‌اش بر پیل اتمی باشد. پیل اتمی برای نیروگاهها، و کشتیها و نظایر آنها انرژی فراهم

می‌کند. و تربیت کردن گروهی که بتوانند با آن کار کنند، کار مفیدی است. «با این حال، همه ما باید دقت کنیم که در روابطمان با مقامات اداره سررشته‌داری حرفی از امکان ساخته شدن بمب اتمی به زبان نیاوریم. ولی باید همواره این امکان را در ذهن داشته باشیم، و کمترین دلیلش این است که باید گوش به زنگ باشیم و ببینیم که طرف دیگر جنگ چه در چنته دارد. با وجود این من خیلی کم احتمال می‌دهم که، به خصوص به دلایل تاریخی، سرنوشت این جنگ را بمب اتمی تعیین کند. آنقدر نیروهای غیر عقلانی و امیدهای واهی و کینه‌های دیرینه در کارند که بهتر است جنگ با تفاهم واقعی یا خستگی و درماندگی کامل پایان پذیرد تا با بمب اتمی. اما جهان پس از جنگ احتمالاً زیر سایه تکنولوژی اتمی و پیشرفتهای فنی نظیر آن ساخته خواهد شد.»

پرسیدم: «پس امکان پیروزی هیتلر از نظر شما هم منتفی است؟»  
 «حقیقتش را بخواهید، من دو دلم. مردمی که به تشخیص سیاسی‌شان احترام می‌گذارم، و به خصوص پدرم، به هیچ وجه احتمال نمی‌دهند که هیتلر در جنگ پیروز شود. پدرم از اول هیتلر را شخص ابله و جنایتکاری می‌دانست که عاقبت بدی خواهد داشت، و هرگز این اعتقادش سست نشده است. اما اگر حقیقت همین باشد، چگونه می‌توان پیروزی هیتلر را تاکنون توضیح داد؟ منتقدان لیبرال و محافظه‌کار هیتلر اصلاً نتوانسته‌اند به عامل اصلی، که سیطره او بر اذهان توده‌هاست، پی ببرند. خود من هم این مسأله را نمی‌فهمم، اما آن را خوب حس می‌کنم. او بارها با پیروزیهای خود منتقدانش را گیج کرده است، و کسی چه می‌داند، شاید يك بار دیگر هم آنها را سر در گم کند.»

جواب دادم: «اگر بازی قدرت تا پایان ادامه یابد، نه. زیرا امکانات فنی و نظامی انگلیسیها و آمریکاییها بر اتب از ما بیشتر است. البته احتمال کمی هست که طرف مقابل، از ترس آنکه خلأ قدرتی در اروپای مرکزی پدید بیاید، بازی را تا آخر ادامه ندهد، اما نفرت از جنایتهای نظام ناسیونال سوسیالیستی، به خصوص در مسائل نژادی، بر این تردیدها غلبه خواهد کرد. البته هیچ کس نمی‌داند که جنگ کی خاتمه خواهد یافت و شاید من نیروی مقاومت ماشین سیاسی را که هیتلر ساخته است دست کم گرفته‌ام. اما به هر حال، ما در کار خود باید توجهمان را به دوران پس از جنگ معطوف کنیم.»

کارل فریدریش آخر سر گفت: «شاید حق با شما باشد. هیچ بعید نیست که من ندانسته اسیر خوش خیالی شده باشم، زیرا گرچه هیچ آدم عاقلی آرزوی پیروزی

هیتلر را ندارد، هیچ آلمانی هم نمی تواند به شکست کشورش، با همه عواقب سوئی که دارد، علاقه مند باشد. تا وقتی هیتلر بر آریکه قدرت است حتی امید یک صلح مصلحتی را هم نمی توان داشت. خدا می داند که آخرش چه خواهد شد، اما با شما موافقم که باید خود را برای دوران پس از جنگ آماده کنیم. این قدرش مسلم است.»

اندکی پس از آن، کار آزمایشی روی طرح جدید در لایپزیگ و برلین آغاز شد. من بیشتر به آزمایشهایی برای تعیین خواص آب سنگین، که روبرت دوپل<sup>۱</sup> با وسواس تمام در لایپزیگ فراهم کرده بود، مشغول بودم، اما به برلین هم زیاد می رفتم تا کار دوستان قدیم را در انستیتوی فیزیک کایزر ویلهلم در داهلم دنبال کنم. در میان این دوستان از کارل فریدریش که بگذریم، نزدیکتر از همه به من کارل ویرتس بود. با کمال تأسف نتوانستم هانس اویلر را تشویق کنم که در طرح اورانیوم کار کند. درست پیش از جنگ، زمانی که من در آمریکا بودم، او با یکی از شاگردان جوانترم به نام گرونبلوم<sup>۲</sup> دوست صمیمی شده بود. گرونبلوم اهل فنلاند بود، بسیار تندرست و نیرومند بود، چهره ای سرخ و پر خون داشت، سرشار از خوشبینی بود، و معتقد بود که با همه احوال جهان جای خوبی برای زندگی کردن و پرازماجر است. او که فرزند یکی از بزرگترین صاحبان صنایع فنلاند بود، شاید از اینکه می دید با یک کمونیست دوآتشه این همه احساس نزدیکی می کند تعجب می کرد، اما چون در نظر او خصوصیات بشری بیش از اعتقادات و عقاید ارزش داشت، با گشاده رویی و گرمی بی حد و حصری که خاص جوانان است، اویلر را به همان صورت که بود پذیرفته بود. وقتی جنگ آغاز شد، اویلر که می دید استالین با هیتلر بر سر تقسیم لهستان همدست شده است شگفت زده و غمگین شد. و چند ماه بعد که نیروهای روسی فنلاند را اشغال کردند و گرونبلوم برای دفاع از استقلال کشورش به جبهه رفت، اویلر بکلی عوض شد، کمتر حرف می زد، و حس می کردم که رابطه اش را نه تنها با من بلکه با هر کس که او را می شناخت، و در واقع با همه جهان، قطع کرده است. اویلر را، بی شک به دلیل بیماریش، تا آن زمان به خدمت احضار نکرده بودند. با این حال من می ترسیدم که روزی به سراغش بیایند. و این بود که یک روز از او پرسیدم که اگر موافق است تقاضا کنم که او را رسماً به باشگاه اورانیوم منتقل کنند. جوابی که به من داد باعث تعجبم شد: گفت که تقاضای پیوستن به نیروی هوایی

1. Robert Döpel

2. Grönblom

آلمان کرده است، و چون تعجب مرا دید به توضیح دلایل خود پرداخت.

«می دانید که من به دلیل علاقه به پیروزی آلمان داوطلب نشده‌ام. اولاً چنین چیزی به نظرم ناممکن است و ثانیاً پیروزی آلمان را، مثل پیروزی روسیه بر فنلاند، مصیبت بزرگی می دانم. من از اینکه می بینم رهبران ما برای به دست آوردن کمترین امتیازی چگونه به اصول خود پشت پا می زنند، بکلی ناامید می شوم. البته من برای واحدی که کارش آدمکشی باشد داوطلب نشده‌ام. بلکه امیدوارم به شاخه شناسایی نیروی هوایی بپیوندم. در آنجا احتمال دارد که خودم را بزنند و ببندازند، ولی هرگز لازم نیست که گلوله‌ای شلیک کنم یا بمبی رها کنم، و همینش خوب است. و در این اقیانوس کارهای بی معنی نمی دانم که از کار کردن من با شما در بهره برداری از انرژی اتمی چه فایده‌ای به دست می آید.»

من جواب دادم: «در مورد فاجعه فعلی کاری از دست من و شما ساخته نیست. اما بعد از جنگ زندگی در اینجا و در روسیه و آمریکا ادامه خواهد داشت. تا آن وقت، عده زیادی از بد و خوب و گناهکار و بیگناه خواهند مرد، و آنها که زنده می مانند سعی خواهند کرد که دنیای بهتری بسازند. البته دنیا خیلی بهتر نمی شود، و مردم به زودی می فهمند که جنگ مسائل چندانی را حل نکرده است، اما به هر حال سعی می کنند که از خطاهای خیلی بزرگ اجتناب کنند و بعضی کارها را بهتر انجام بدهند. شما نمی خواهید در این کار کمک کنید؟»

«من کسانی را که چنین وظیفه‌ای برای خود قایل اند سرزنش نمی کنم. شاید معلوم شود آنهایی که همیشه دنیا را همان طور که هست، با همه نقصهایش، پذیرفته اند، و راه پر رنج اصلاحات تدریجی را بر انقلاب ترجیح داده اند، حق داشته اند، و شاید ساختن يك دنیای نو کار آنها باشد. اما در مورد من وضع فرق می کند. من امیدوار بودم که کمونیسم به ساخته شدن يك جامعه برادرانه واقعی منجر شود، حالا معلوم شده است که تصورم اشتباه بوده است، و به همین دلیل است که نمی خواهم راه گریز ساده را انتخاب کنم. نمی خواهم سرنوشتم بهتر از آدمهای بیگناهی باشد که در جبهه‌ها، در هلند یا فنلاند، به خاک می افکنند. در اینجا در انستیتوی لایپزیگ کسانی هستند که نشان نازی بر خود می زنند و بنا بر این مسؤولیتشان در این جنگ از بقیه ما بیشتر است، و با این حال از خدمت سر بازی معاف شده اند. من چنین چیزی را نمی توانم تحمل کنم، و دوست دارم که به خودم دروغ نگویم. کسی که بخواهد دنیا را به يك دیگ جوشان تبدیل کند، باید از یرتاب کردن خود در آن واهمه نداشته باشد. امیدوارم منظورم را فهمیده باشید.»

«بله، خوب هم می فهمم، اما بیاییم و همین تمثیل دیگ جوشان را رها نکنیم. هیچ معلوم نیست که ماده مذاب، وقتی دوباره منجمد شد، به شکلی دربیاید که شما می خواهید. زیرا نیروهای حاکم بر انجماد از آرزوهای همه مردمی که دست اندرکارند سرچشمه می گیرند، نه فقط از آرزوهای خود ما.»

«باور کنید که اگر مثل شما امیدوار بودم، مثل شما رفتار می کردم. اما وضع فعلی، بدین صورت که هست، چنان به نظرم بیهوده می آید که آن يك ذره شهادتی را هم که در گذشته داشته ام از دست داده ام، اما خوشبینی شما را تحسین می کنم.»

کمی پس از آن، اوایل برای گذراندن يك دوره آموزشی به وین رفت، و سخن نامه هایش، که در ابتدا مثل گفتگویمان تلخ بود، کم کم آرام شد. چند ماه بعد که برای ایراد يك سخنرانی به وین رفته بودم، اوایل مرا به صرف نوشابه در يك کافه روستایی، درست آنسوی گرینتسینگ<sup>۱</sup>، دعوت کرد اما حرفی از جنگ به میان نیاورد. هنگامی که به تماشای شهر مشغول بودیم، هواپیمایی ناگهان از فاصله چندمتری بالای سر ما گذشت. اوایل تبسم کرد. هواپیمای اسکاادران خود او بود و به تهنیت ما آمده بود. در آخر ماه مه ۱۹۴۱ اوایل نامه ای از جنوب برایم فرستاد. اسکاادران او به پرواز شناسایی از یونان بر فراز کرت و دریای اژه مشغول بود. نامه شاد و تقریباً بیخیال بود؛ گویی گذشته و آینده دیگر اهمیتی نداشت:

بعد از چهارده روز اقامت در یونان، هر چه را در بیرون از جنوب باشکوه می گذرد فراموش کرده ایم. حتی روزهای هفته را از یاد برده ایم. مقر ما در خلیج التوسیس<sup>۲</sup> است، و اوقات مرخصی را با موجهای آبی و خورشید زیبا خوش می گذرانیم. يك قایق بادبانی هم گیر آورده ایم و با گردآوری گوشت و پرتقال تفریح می کنیم. همدان آرزو داریم که همیشه اینجا بمانیم. اندک وقتی را هم که برایمان می ماند میان ستونهای کهن مرمری بهرویا می گذرانیم. اما تا وقتی که اینجا در دامان کوه و نزدیک امواج هستیم، گذشته و حال گویی با هم یکی شده اند.

هنگامی که به تغییر زندگی هانس اوایل می اندیشیدم، به یاد گفتگویی افتادم که در اوره سوند با بورداشتم، و شعری که بور آنوقت از شیلر خوانده بود، به خاطر آمد:

1. Grinzing

2. Eleusis

گریبان رها کرده از چنگ غم  
 سبکبار از هر هراس و الم  
 نیندیشد از بازی سرنوشت  
 چه زیباست در چشم او مرگ زشت  
 گر امروز يك اجل در رسد  
 وگر چند روزیش فرصت دهد  
 به خود گوید از مرگ باکی مدار  
 همین يك دودم را غنیمت شمار

چند هفته بعد نیروهای آلمان از مرز روسیه عبور کردند. هواپیمای اوپلر از  
 نخستین پرواز شناسایی بر فراز دریای آزوف هیچ گاه باز نگشت. دوستش گرونبلوم  
 چند ماه بعد کشته شد.

# ۱۵

## به سوی آغازی نو

(۱۹۴۵-۱۹۴۱)

در اواخر سال ۱۹۴۱، «باشگاه اورانیوم» ما مشکلات فیزیکی را که بر سر راه بهره‌برداری فنی از انرژی اتمی قرار داشت، کم و بیش می‌شناخت. می‌دانستیم که با استفاده از اورانیوم طبیعی و آب سنگین می‌توان یک راکتور هسته‌ای ساخت که هم انرژی از آن به دست آید و هم یکی از فرآورده‌های تجزیه اورانیوم ۲۳۹، که مانند اورانیوم ۲۳۵ بتوان از آن به‌عنوان ماده منفجره استفاده کرد. قبلاً، یعنی در اواخر سال ۱۹۳۹، من از روی دلایل نظری حدس زده بودم که به جای آب سنگین می‌توان از کربن به‌عنوان کندکننده استفاده کرد. اما در اندازه‌گیری قدرت جذب کربن اشتباهی شد، و مقداری که به دست آمد خیلی زیاد بود. و چون این اندازه‌گیری در یک انستیتوی معروف دیگر انجام گرفته بود، ما زحمت تکرار آن را به خود ندادیم، و بدین دلیل این فکر را بکلی کنار گذاشتیم. اما در مورد تولید اورانیوم ۲۳۵، هیچ راهی برای تولید مقادیر معتنابهی از این ماده در آلمان و در شرایط جنگی، نمی‌شناختیم. خلاصه، گرچه در آن زمان می‌دانستیم که ساختن بمب اتمی امکان‌پذیر است، و روش دقیق ساخت آن را هم می‌شناختیم، اما اشکالات فنی این کار را از آنچه بود بزرگتر می‌پنداشتیم. بنابراین با کمال خوشحالی می‌توانستیم گزارش صادقانه‌ای از آخرین تحولات به مقامات ارائه دهیم، و مطمئن باشیم که هیچ‌گونه اقدام جدی برای ساختن بمب اتمی در آلمان صورت نخواهد گرفت. زیرا کوششهای فنی لازم برای رسیدن به این هدف دوردست چنان عظیم به نظر می‌آمد که بعید بود هیتلر، در شرایط دشواری که کشور ما با آن مواجه بود، تصمیم به چنین کاری بگیرد.

با این حال همه حس می کردیم که به سرزمین بسیار خطرناکی پا نهاده ایم، و من گاه گاه با کارل فریدریش فون وایتساکر، کارل ویرتس<sup>۱</sup>، یوهانس ینسن<sup>۲</sup> و فریدریش هوتزمانز<sup>۳</sup> دربارهٔ درستی کاری که می کردیم بحثهای طولانی داشتیم که یکی از آنها را که با کارل فریدریش در اتاقم در انستیتوی فیزیک کایزر ویلهلم در داهلم انجام گرفت، خوب به خاطر دارم. ینسن تازه از اتاق بیرون رفته بود و کارل فریدریش چنین چیزی گفت:

«در حال حاضر نباید نگران بمب اتمی باشیم، زیرا کوششهای فنی لازم از حد توانایی ما خارج است. اما ممکن است اوضاع به سرعت عوض شود. در این حال، آیا ما حق داریم که کارمان را در اینجا ادامه بدهیم؟ و دوستانمان در آمریکا چه می کنند؟ آیا چهار اسبه به طرف بمب اتمی می تازند؟»  
من سعی کردم خودم را به جای آنها قرار دهم:

«وضع روحی فیزیکدانان آمریکایی، به خصوص آنهایی که از آلمان مهاجرت کرده اند و در آنجا با آغوش باز پذیرفته شده اند، با ما بکلی فرق می کند. همه آنها ظاهراً معتقدند که در راه هدف درستی می جنگند. اما آیا استفاده از بمب اتمی، که در یک آن صدها هزار مردم غیر نظامی را می کشد، حتی برای دفاع از یک هدف درست، کار درستی است؟ آیا واقعاً می توان قاعدهٔ قدیمی 'هدف وسیله را توجیه می کند' را در این مورد به کار برد؟ به عبارت دیگر، آیا ساختن بمب اتمی در راه یک هدف خوب درست است و در راه یک هدف بد، نادرست؟ و اگر به این نظر - که متأسفانه در طول تاریخ رایج بوده است - معتقد باشیم، حق تعیین خوب و بد با چه کسی است؟ البته به آسانی می توان دید که هدف هیتلر هدف بسیار بدی است، اما آیا اهداف آمریکاییها از هر جهت خوب است؟ آیا نباید دربارهٔ این اهداف هم از روی وسایلی که برای نیل به آن به کار می رود، دآوری کرد؟ البته حتی جنگهای عادلانه هم همیشه مستلزم استفاده از پاره ای وسایل ناعادلانه است، اما آیا نقطه ای وجود ندارد که در هیچ حال نباید از آن فراتر رفت؟ در قرن گذشته، مردم سعی کردند که با انعقاد پیمانها و عهدنامه ها حدی برای استفاده از وسایل بد تعیین کنند. اما در این جنگ نه هیتلر به این قراردادها پایبند است و نه حریفان او. روی هم رفته، من فکر می کنم که فیزیکدانان آمریکایی هم علاقهٔ زیادی به ساختن بمب اتمی نداشته باشند، اما شاید ترس از اینکه ما این کار را بکنیم ایشان را به حرکت در بیاورد.»

1. Karl Wirtz

2. Johannes Jensen

3. Friedrich Houtermans



کارل فریدریش گفت: «بد نیست که در این باره در کپنهاگ با نیلس صحبتی بکنید. اگر مثلاً نیلس بگوید که ما اشتباه می‌کنیم و باید از کار کردن با اورانیوم دست برداریم، از نظر من خیلی مهم است.»

در پاییز ۱۹۴۱ که فکر می‌کردیم تصور روشنی از امکانات فنی کار داریم، از سفارت آلمان در کپنهاگ درخواست کردیم که یک سخنرانی عمومی برای من در آنجا ترتیب بدهد. فکر می‌کنم در اکتبر ۱۹۴۱ به کپنهاگ رسیدم، و در ملاقات با نیلس در خانه‌اش در کارلسبرگ، تا عصر که به هواخوری رفتیم سر صحبت درباره آن موضوع خطرناک را باز نکردم. چون فکر می‌کردم که عوامل آلمان مراقب نیلس هستند، در صحبت با او حداکثر احتیاط را رعایت می‌کردم. اشاره کردم که اکنون ساختن بمب اتمی علی‌الاصول ممکن است. اما به کوشش فنی عظیمی نیاز دارد و شاید لازم باشد فیزیکدانان از خود بپرسند که آیا باید اصلاً در این حوزه کار کنند یا نه. متأسفانه همین که به امکان ساختن بمب اتمی اشاره کردم، نیلس چنان وحشت‌زده شد که قسمت مهم‌تر حرف مرا - یعنی نیازمند بودن این کار به یک کوشش عظیم فنی را - اصلاً نگرفت. اما به نظر من این نکته خیلی مهم بود، زیرا به فیزیکدانان امکان می‌داد که درباره ساخته شدن یا ساخته نشدن بمب اتمی تصمیم بگیرند. آنها یا می‌توانستند به حکومت‌های خود بگویند که بمب اتمی به این جنگ وصال نمی‌دهد، و بنابراین پرداختن به آن ایشان را از تلاش‌های جنگی دیگر بازمی‌دارد، یا اینکه معتقد شوند که اگر حداکثر کوشش صورت بگیرد، شاید بتوان بمب اتمی را به صحنه کارزار وارد کرد. این دو نظر را با اطمینان مساوی می‌شد مطرح کرد، و در واقع در زمان جنگ معلوم شد که حتی در آمریکا، که شرایط برای کار بسیار مساعدتر از آلمان بود، بمب اتمی تا روز تسلیم آلمان آماده نشده بود.

همان‌طور که گفتم، نیلس چنان از امکان ساخته شدن بمب اتمی وحشت‌زده شد که تذکرات دیگر مرا دنبال نکرد. شاید هم اشغال وحشیانه کشورش به دست نیروهای آلمان چنان او را تلخ‌کام کرده بود که به هیچ وجه نمی‌توانست به تفاهم بین‌المللی در میان فیزیکدانان امید داشته باشد. از اینکه می‌دیدم سیاست کشورمان ما آلمانیها را به چه انزوای کاملی دچار کرده و جنگ حتی می‌تواند در دیرینه‌ترین دوستیها هم خلل وارد کند، رنج می‌بردم.

با اینکه ما اوریتیم در کپنهاگ توفیقی به همراه نداشت، «باشگاه اورانیوم» آلمان وضع نسبتاً ساده‌ای داشت. دولت (در ژوئن ۱۹۴۲) تصمیم گرفت که کار بر روی طرح راکتور ادامه یابد، منتهی در مقیاسی محدود. هیچ دستوری برای ساختن بمب

اتمی به ما داده نشد و دلیلی نداشت که کسی از میان ما خواستار چنین چیزی باشد، در نتیجه کار ما راه را برای استفاده صلح آمیز از تکنولوژی اتمی در دوران پس از جنگ هموار کرد، و بدین دلیل، با همه خرابیها و به رغم آنها، آثار مفیدی به بار آورد. تصادفی نیست که هسته اولین راکتور اتمی که يك مؤسسه آلمانی به خارج (آرژانتین) صادر کرد، بر اورانیوم طبیعی و آب سنگین، یعنی همان طرحی که ما در دوره جنگ ریخته بودیم، استوار بود.

در این مورد، گفتگویی را به خاطر دارم که باعث شد رابطه صمیمانه تری میان من و آدولف بوتنانت<sup>۱</sup> ایجاد شود. اوزیست شیمیدانی بود که در یکی از انستیتوهای کایزر ویلهلم در داهلم کار می کرد، و هر چند هر دو در يك سلسله سخنرانی درباره زیست شناسی و فیزیک اتمی شرکت می کردیم، تا شب اول مارس ۱۹۴۳ که بعد از خاتمه حمله هوایی دو نفری پیاده از مرکز برلین به داهلم رفتیم، هیچ گاه صحبت طولانی با هم نداشتیم.

آن شب در جلسه آکادمی هوانوردی در وزارت هوانوردی نزدیک پوتسدامر پلاتس<sup>۲</sup> شرکت داشتیم. هوبرت شاردین<sup>۳</sup> درباره اثرات فیزیولوژیکی بمبهای جدید صحبت می کرد، از جمله می گفت که وقتی در نزدیکی انسان انفجاری رخ می دهد، فشار هوای ایجاد شده ممکن است باعث آمبولی<sup>۴</sup> و در نتیجه مرگ بی درد شود. سخنرانی داشت تمام می شد که آژیر خطر به صدا درآمد و همه روانه پناهگاه وزارتخانه، که دارای تختخوابهای سفری و تشکهای پر از گاه بود، شدیم. اولین بار بود که بیماران بسیار سنگینی را می دیدیم. چند بمب به ساختمان وزارتخانه اصابت کرد و ما صدای فروریختن دیوارها و سقفها را می شنیدیم، و تا مدتی نمی دانستیم که راهروی میان پناهگاه و جهان خارج باز است یا مسدود شده است. برق اندکی پس از شروع حمله قطع شده بود و ما گاه گاه نور يك چراغ قوه را می دیدیم. زنی را که می نالید به داخل پناهگاه آوردند و دو پرستار به مراقبت از او مشغول شدند. اول همه حرف می زدیم و حتی می خندیدیم، اما به تدریج ساکت شدیم، و تنها صدایی که به گوش می رسید صدای خفه ای بود که گاه به گاه از فرو افتادن يك بمب دیگر در آن نزدیکی خبر می داد. بعد از آنکه صدای دو انفجار عظیم دیگر برخاست و موج انفجار تمام پناهگاه را لرزاند، صدای اتوهان را شنیدم که از گوشه ای می گفت: «دیگر گمان نمی کنم

1. Adolf Butenant

2. Potsdamer Platz

3. Hubert Schardin

4. embolism

شاردین به نظریه‌های خودش اعتقاد داشته باشد.» این حرف فضا را بگویی نگویی شادتر کرد.

بعد از آنکه حمله پایان یافت، افتان خیزان از روی توده‌ای از قطعات بتون و فولادِ تاب برداشته راه خود را باز کردیم و از پناهگاه بیرون آمدیم. بیرون منظرهٔ عجیبی بود. میدان جلوی وزارتخانه را شعله‌های سرخرنگی که از سوختن طبقات بالای ساختمانهای اطراف برمی‌خاست، روشن کرده بود. اینجا و آنجا آتش به طبقهٔ اول هم سرایت کرده بود، و در وسط خیابان حوضچه‌هایی از فسفر شعله‌ور تشکیل شده بود. میدان پر از مردمی بود که با دستپاچگی می‌خواستند به خانه بروند، یا بیهوده در انتظار وسیله‌ای بودند که آنها را به حومهٔ شهر ببرد.

بوتنانت و من با هم از پناهگاه بیرون آمده بودیم و تصمیم داشتیم که یکدیگر را رها نکنیم تا به خانه‌هایمان در فیشته‌برگ<sup>۱</sup> و داهلم برسیم. ابتدا خود را با این فکر تسلی می‌دادیم که بمباران محدود به مرکز شهر بوده و حومهٔ شهر از آن در امان مانده است، اما وقتی به پوتسدامر اشتراسه رسیدیم دیدیم که تا چند کیلومتر در دو سوی خیابان آتش زبانه می‌کشد. در بعضی مناطق گروهای آتش نشانی دست به کار شده بودند، اما کار آنها، با همهٔ تلاشی که می‌کردند، مثل این بود که بخواهند دریاچه‌ای را با قاشق چایخوری خالی کنند.

از پوتسدامر پلاتس تا داهلم، تند که می‌رفتیم، دست کم یک ساعت و نیم راه بود. این بود که از این فرصت استفاده کردیم و به گفتگوی مفصلی، نه دربارهٔ آلمان آن روز - که آن را به چشم در اطراف خود می‌دیدیم - بلکه دربارهٔ امیدها و طرحهایی که برای بعد از جنگ داشتیم، مشغول شدیم.

بوتنانت از من پرسید: «فکر می‌کنید در آلمان بعد از جنگ چه امکاناتی برای کار علمی داشته باشیم؟ تا آن وقت بعضی از بهترین انستیتوهای ما ویران شده‌اند، بسیاری از دانشمندان جوان کشته شده‌اند، و ملت هم آنقدر فقیر شده است که نمی‌تواند به کارهای علمی خیلی اولویت بدهد. اما پژوهش علمی شاید جزء ضروریات تجدید حیات اقتصادی باشد - و بدون چنین تجدید حیاتی آلمان نمی‌تواند امیدوار باشد که در جامعهٔ اروپایی جایی داشته باشد.»

جواب دادم: «من امیدوارم که بسیاری از آلمانیها کار بازسازی بعد از جنگ اول جهانی را به یاد داشته باشند، و به یاد داشته باشند که در آن زمان بعضی از مهمترین

کارها - مثلاً در صنایع شیمیایی یا نوری - با کوشش مشترک دانشمندان و مهندسان انجام گرفت. شاید ملت ما زود دریابد که زندگی امروزی بدون پژوهشهای بنیادی ممکن نیست، و شاید دریابد که بی‌اعتنایی نازیها به علم یکی از دلایل سقوط آلمان بوده است. البته مسأله به هیچ وجه در اینجا ختم نمی‌شود. ریشه شر بسیار عمیقتر است، آنچه ما پیش چشم خود می‌بینیم نتیجه طبیعی اسطوره غروب خدایان و فلسفه همه یا هیچ است که ملت آلمان هر چند وقت یک بار قربانی آن شده است. اعتقاد آلمانیها به پیشوا، به رهبری که سرنوشت او را می‌فرستد تا آزاد از هر قید خارجی، ایشان را از خطر و بینوایی بیرون بکشد و به آینده‌ای درخشانتر و شرافتمندانه‌تر برساند، یا اگر بخت با ایشان یار نباشد به پای خود به دام سرنوشت محتمم ببرد - این اعتقاد بزرگترین بلای جان ماست، زیرا یک توهم عظیم را به جای واقعیت می‌نشانند و از تفاهم واقعی میان ما و ملت‌های دیگری که باید با ایشان زندگی کنیم جلوگیری می‌کند. بنابراین ترجیح می‌دهم سؤال شما را به این صورت طرح کنم: آیا وقتی واقعیت خشن آرزوهای ما را یکسره در هم ریخت، پژوهش علمی می‌تواند به ما آلمانیها کمک کند که نظر سنجیده‌تر و معتدل‌تری درباره جهان و جایگاه خود در آن پیدا کنیم؟ به عبارت دیگر، من بیشتر جنبه آموزشی علم و نقش احتمالی آن را در پیدایش تفکر انتقادی در نظر دارم، تا جنبه اقتصادی آن را. البته تعداد کسانی که می‌توانند نقش فعالی در علم داشته باشند هیچگاه چندان زیاد نیست، اما دانشمندان همیشه در آلمان مورد احترام بوده‌اند و مردم به توصیه‌های آنها معمولاً گوش داده‌اند. پس می‌توان انتظار داشت که باز هم به حرفهایشان گوش بدهند.»

پوتنانت گفت: «آموزش تفکر عقلانی یقیناً کار ارزشمندی است، و باید پس از جنگ حداکثر تلاش را در این راه به کار بیندیم. در واقع، با این چیزهایی که اتفاق افتاده باید چشم مردم از مدتها پیش یاز شده باشد و مثلاً فهمیده باشند که پیشوا جای مواد خام را نمی‌گیرد، و با حرف تنها نمی‌توان فقدان پیشرفتهای علمی و فنی را جبران کرد. نگاهی به نقشه، به سرزمینهای وسیعی که تحت سلطه ایالات متحده و بریتانیای کبیر و شوروی است، و مقایسه آن با منطقه کوچکی که آلمان نام دارد، کافی است که خطر ماجراجویی نظامی را به ما گوشزد کند. اما فکر کردن منطقی و معتدل برای ما آلمانیها خیلی سخت است. یقیناً ما از حیث افراد هوشمند کمبودی نداریم. اما به عنوان ملت به خیال‌پروری گرایش داریم، تخیل را بر تعقل ترجیح می‌دهیم و احساس را بیش از خرد ستایش می‌کنیم. بنابراین نیاز مبرمی هست که حیثیت از

دست‌رفته تفکر علمی را به آن بازگردانیم، و این کار در دوران غیررمانتیکی که در انتظار ماست چندان هم دشوار نخواهد بود.»

هنوز داشتیم خیابان پوتسدامر اشتراسه، و دنباله آن - هاویت اشتراسه<sup>۱</sup>، راین اشتراسه<sup>۲</sup>، و اشلوس اشتراسه<sup>۳</sup> - را که دو سوی آن خانه‌ها در آتش می‌سوخت، می‌پیمودیم. خیلی وقتها ناچار بودیم قطعات الوار سوزان یا داغ، یا نرده‌هایی را که دور بمبهای منفجر نشده بر پا شده بود دور بزنیم. يك بار پایم توی فسفر مایع فرورفت و لنگه راست کفشم آتش گرفت، اما فوراً پایم را توی يك چاله پر آب فرو کردم و پایوش پر ارزشم را نجات دادم.

سعی کردم ادامه بدهم: «ما آلمانیها منطق و واقعیات طبیعت را - و حتی این ویرانه‌های دور و بر ما جزء واقعیات طبیعت است - به چشم لباس تنگی می‌نگریم که چون چیز بهتری نداریم باید به تن کنیم. اما فکر می‌کنیم که آزادی فقط در جایی به دست می‌آید که بتوانیم این جامه را بر تن بدریم - در پندار و رؤیا و در رخوت و سستی حاصل از تن سپردن به ناکجا آبادها - و امیدواریم که سرانجام در آنجا واقعیت مطلق را که گمان مبهمی به وجودش می‌بریم، ببینیم؛ مطلقى که بر ما نهیب می‌زند و ما را به کارهای بزرگتر، فی‌المثل در هنر، برمی‌انگیزد. اما توجه نداریم که معنی 'واقعیت' چیست. به واقعیت فقط می‌توان از راه ترکیب امور واقع یا اندیشه‌ها بر طبق قوانین طبیعت دست یافت. اما حتی با وجود تمایل غریب ما به غوطه‌ور شدن در خیال و رازپروری، باز هم من نمی‌فهمم که چرا بسیاری از هموطنان ما باید شیوه علمی را ملال آور و دل‌سرد کننده بدانند. یکی از اشتباهات رایج این است که تصور می‌کنیم در علم چیزی جز فهم و منطق و کاربرد قوانین ثابت اهمیت ندارد؛ اما واقعیت این است که در علم، و به خصوص در علوم طبیعی، تخیل نقش مهمی دارد. زیرا گرچه تنها با آزمایشهای دقیق و محتاطانه می‌توان امید رسیدن به واقعیات را داشت، اما فقط در صورتی می‌توانیم این واقعیات را با هم جفت و جور کنیم که پدیده‌ها را حس کنیم و به کمک احساس و نه اندیشه به دل آنها راه پیدا کنیم.

«چون مطلق این چنین در نظر ما پر جاذبه است، شاید در میان همه ملت‌ها تنها ما آلمانیها بتوانیم نقش مهمی در این حوزه ایفا کنیم. در کشورهای دیگر، پراگماتیسم بیش از آلمان رواج دارد، و کافی است به کشورهای همسایه خود یا به تاریخ - به مصر و روم یا به جهان انگلوساکسون - نگاه کنیم تا میزان توفیق این نگرش را در

تکنولوژی و اقتصاد و سیاست دریابیم. اما در علم و هنر، اصول فلسفی که یونانیان قدیم پرورده و به درجه والایی از تأثیر رسانده‌اند، موفقتر بوده‌اند. اگر آلمان دستاوردهایی در علم و هنر داشته که جهان را دگرگون کرده است - کافی است هگل و مارکس، پلانک و اینشتین، یا بتهوون و شوپرت را در نظر بگیرید - دلیلش همین عشق به مطلق و دنبال کردن اصول تا نتایج نهایی شان بوده است. اما شور رسیدن به مطلق هنگامی قدرت خود را بتمامه نشان می‌دهد که به تبعیت از قالبهای مناسب و قیدهای بسیار سخت تن در دهد: در علم به تفکر منطقی تسلیم شود و در موسیقی به قواعد هارمونی و کنترپوان گردن بندد. هنگامی که می‌کوشیم این قالبها را متلاشی کنیم، نتیجه‌اش همین آشوبی می‌شود که اکنون در دور و بر خود می‌بینیم، و من شخصاً از آنهایی نیستم که می‌خواهند این آشوب را با مفاهیمی چون غروب خدایان<sup>۱</sup> یا آرماگدون<sup>۲</sup> تقدیس کنند.»

ضمن صحبت، لنگه راست کفشم دوباره آتش گرفت و مدتی طول کشید تا فاسفر را کاملاً از کفشم پاک کردم.

بوتنانت، در همان حال که مرا تماشا می‌کرد، گفت: «شاید فعلاً بهتر باشد در فکر واقعیاتی باشیم که رو در روی ما قرار دارند. اما در مورد آینده، امیدوار می‌توان بود که سیاستمدارانی در آلمان پیدا شوند که تخیل را با توجه به واقعیت توأم کنند، و بدین طریق زندگی آبرومند و معتدلی برای مردم آلمان فراهم سازند. در زمینه علم انجمن کایزر ویلهلم شاید مبنای مناسبی برای احیای تحقیق در آلمان باشد. دانشگاهها، در مجموع کمتر از انجمن ما از دخالتهای سیاسی مصون بوده‌اند، و بنابراین با مشکلات بزرگتری روبرو خواهند بود. زیرا گرچه انجمن هم ناگزیر از مصالحه بوده، و مثلاً در طرحهای نظامی شرکت داشته است، با این حال بسیاری از اعضای آن روابط دوستانه‌شان را با دانشمندان خارجی حفظ کرده‌اند - با مردمی که تفکر

۱. غروب خدایان (به آلمانی: *Götterdämmerung*)، آخرین اپرا از چهار اپرای به هم پیوسته «حلقه نیبلونگها» از ریشارد واگنر، که از پایان کار خدایان و آمدن حکایت می‌کند. معمولاً به هر جریان زوال و انحطاط که با وقایع مصیبت بار و پریشانی همراه باشد اطلاق می‌شود.

۲. *Armageddon* (به عبری: 'حار مجنون'، به معنی: 'کوه مجنون') جایی که در آن بر اساس کتاب «مکاشفه یوحنا رسول» (باب ۱۶ آیات ۱۴ تا ۱۶ و باب ۱۹ آیات ۱۱ تا ۲۱) میان پادشاهان زمین و لشکرهای ایشان، و در رأس آنان دیوهایی که معجزات ظاهر می‌سازند و کلمه خدا نبردی نهایی در می‌گیرد که با همه معجز - نمایه‌های خصم به پیروزی کلمه خدا می‌انجامد. در اواخر کار رایش سوم، بعضی از نظریه پردازان نازی این پیشگویی را اخبار از پیروزی نهایی خود می‌شمردند.

متین و معتدل را در آلمان به اندازه کشور خودشان مهم و لازم می‌دانند و بنابراین از کمک به ما مضایقه ندارند. آیا حرف من در رشته شما هم درست است، و نظر شما درباره همکاری صلح آمیز بین المللی در این رشته چیست؟»

«بی شک استفاده صلح آمیز از انرژی اتمی، بر مبنای روش شکافت اورانیوم که کاشف اتوهان است آغاز خواهد شد. چون بنا بر دلایلی می‌توان گفت که پیش از پایان این جنگ بمب اتمی ساخته نخواهد شد. این کار به تلاشهای فنی بسیار عظیمی نیاز دارد. امید به همکاری ثمر بخش بین المللی در دوره پس از جنگ وجود دارد، زیرا گام مهم در این زمینه همان کشف اتوهان بوده است و فیزیکدانان اتمی سراسر جهان در مجموع همیشه با یکدیگر همکاری مسالمت آمیز داشته‌اند.»

«بسیار خوب، پس باید صبر کنیم و ببینیم چه می‌شود. در هر حال، ما اعضای انجمن کایزر ویلهلم باید همبستگی داشته باشیم.»

با این حرف از هم جدا شدیم. بوتنانت به طرف داهلم رفت و من راه فیشته برگ را، که مدتی بود در آنجا پیش پدر و مادر الیزابت زندگی می‌کردم، در پیش گرفتم. تازگی دو تا بچه بزرگم را برای جشن تولد مادر بزرگشان به برلین آورده بودم، و طبعاً نگران بودم که در جریان حمله هوایی چه بر سر بچه‌هایم و پدر بزرگ و مادر بزرگشان آمده است. امیدم به اینکه فیشته برگ از حمله در امان مانده باشد خیلی زود به ناامیدی بدل شد. از فاصله دور می‌دیدم که خانه همسایه در آتش می‌سوزد و آتش از بام خانه ما هم زبانه می‌کشد. هنگامی که به سرعت از کنار خانه بغلی می‌گذشتم فریاد کمک خواهی به گوشم رسید، اما حس می‌کردم که بهتر است اول به کمک بچه‌هایم و پدر بزرگ و مادر بزرگشان بروم. خانه ما بدجوری آسیب دیده بود. درها و پنجره‌ها کنده و به داخل پرتاب شده بود و بدتر از همه اینکه نشانه‌ای از حیات هم در آن دیده نمی‌شد. فقط وقتی پله‌ها را دو تا یکی کردم و به طبقه بالا رفتم مادر زن شجاعم را دیدم که کلاه خودی فولادی برای حفاظت از آوار بر سر گذاشته و با تمام قدرت با شعله‌های آتش در نبرد است. او به من گفت که بچه‌ها را همسایه‌های طرف باغ گیاهشناسی پیش خودشان برده‌اند و حالا هر دو در آنجا در خواب نازند و پدر بزرگ و اشمیت‌ات<sup>۱</sup> و زنش از آنها مراقبت می‌کنند. در خانه ما هم بیشتر شعله‌ها قبلاً خاموش شده بود و تنها کاری که برای من مانده بود این بود که چند تیر نیمسوز را پایین بکشم.

تا این کار تمام نشد به سراغ خانه آتش گرفته همسایه نرفتم. در آنجا بیشتر سقف فروریخته بود و باغچه پر از تیرهای سوزان سقف بود. طبقه بالا غرق در آتش بود. در طبقه پایین زنی را که کمک خواسته بود پیدا کردم. به من گفت که پدر پیرش هنوز در طبقه بالاست و دارد با سطلهایی که از تنها شیر قطع نشده آب پر می کند، نومیدانه با آتش مبارزه می کند. پلکان فروریخته بود و زن نمی دانست که پدرش را چه طور می تواند به پایین بیاورد. خوشبختانه لباسی که بر تن داشتم درست قواره ام بود و حداکثر آزادی حرکت را به من می داد. از دیوار بالا رفتم و خودم را به طبقه بالا رساندم و در آنجا، پشت دیواری از آتش، پیرمرد سفیدمویی را دیدم که در همان حال که می کوشید خود را در حلقه آتش که هر دم تنگتر می شد سر پا نگاه دارد، بدون حساب این طرف و آن طرف آب می پاشید. به طرف او پریدم، و می دیدم که پیدا شدن سر و کله بیگانه ای که سر تا پایش را دوده سیاه کرده چه قدر او را شگفت زده کرده است. او فوراً سطل را زمین گذاشت، پشتش را راست کرد، مؤدبانه سر خم کرد و گفت: «اسم من فون انزلین است. نهایت لطف شماست که به کمک من آمده اید.» همان شخصیت ویژه پروسی را که همواره ستایش کرده ام در او می دیدم: سادگی، نظم، و کم حرفی. یکبار به یاد گفتگویم با بور در سواحل اوره سوند افتادم، اما حالا زمان آن نبود که درباره قدرت سرمشکهای کهن بیندیشیم. وقت عمل بود. بالاخره توانستم پیرمرد را از همان راهی که بالا آمده بودم به پایین ببرم.

چند هفته بعد، روی همان نقشه ای که درست پیش از جنگ کشیده بودم، خانواده ام را از لایپزیگ بی دفاع به اورفلد منتقل کردم. به انستیتوی فیزیک کایزر ویلهلم در لایپزیگ هم دستور رسیده بود که از آن محل پرخطر به یک کارخانه بافندگی در شهر کوچک هچینگن<sup>۱</sup> در وورتمبرگ جنوبی اسباب کشی کند.

از سالهای پر آشوب آخر جنگ، فقط چند خاطره روشن در ذهنم مانده است، اما چون این خاطره ها بخشی از شالوده ای است که بعدها نظرم را در مسائل کلی سیاسی بر آن استوار کردم، حس می کنم که باید به اختصار آنها را ذکر کنم.

یکی از لذت بخش ترین جوانب زندگی من در برلین دوره دوستانه ای بود که اسمش را انجمن پنجشنبه گذاشته بودیم، و کسانی چون ژنرال لودویگ بک<sup>۲</sup>، وزیر یوهانس پوپیتز<sup>۳</sup>، جراح مشهور فردیناندز اوئر بروخ<sup>۴</sup>، سفیر اولریش فون هاسل<sup>۵</sup>،

1. Hechingen

2. Ludwig Beck

3. Johannes Popitz

4. Ferdinand Sauerbruch

5. Ulrich von Hassel



ادوارد اشپرانگر<sup>۱</sup>، یسن یسن<sup>۲</sup>، کونت فون ویر شولنبرگ<sup>۳</sup>، و بعضی دیگر در آن شرکت می کردند. یک روز عصر را در خانه زاوتر پر و خ به یاد می آورم که صاحبخانه بعد از ایراد سخنرانی درباره جراحی ریه از ما با شامی که در آن زمان غذایی شاهانه محسوب می شد پذیرایی کرد، به طوری که بعد از دسر فون هاسل روی میز پرید و آوازهای دوران دانشجویی سر داد. همچنین آخرین دیدارمان را در ژوئیه ۱۹۴۴ به یاد می آورم که میزبان من بودم. عصر از باغ انستیتو تمشک چیده بودم و مدیریت خانه هارناک هم برای مهمانی کم خرج ما چیزهایی فرستاده بود. برای مهمانانم درباره انرژی اتمی در ستارگان و بهره برداری فنی از آن در روی زمین صحبت کردم. البته درباره جنبه هایی که کاملاً محرمانه نبود. یک فوراً فهمید که دیگر باید همه مفاهیم کهن نظامی عوض شود، و اشپرانگر چیزی را که ما فیزیکدانها مدتها بود در دل داشتیم بر زبان آورد و گفت که پیدایش فیزیک اتمی تأثیرات دور و درازی بر گرایشهای سیاسی و فلسفی انسان خواهد داشت.

در نوزدهم ژوئیه جزئیات این ملاقات را پیش پوپیتز بردم و سپس با قطار شبانه عازم مونیخ و کوخل<sup>۴</sup> شدم. از آنجا پیاده تا اورفلد دو ساعت راه بود. در راه سر بازی را دیدم که باروبندیلش را در یک گاری دستی گذاشته بود و از کسل برگ بالا می برد. من چمدان سنگینم را روی بارهای او گذاشتم و به او در کشیدن گاری کمک کردم. سر باز به من گفت که از رادیو شنیده که به جان هیتلر سوء قصد شده است. خود هیتلر کمی زخمی شده، اما ستاد نیروی زمینی در برلین سر به شورش برداشته است. محتاطانه نظر او را در این باره پرسیدم و او در جواب فقط گفت که «وقتش رسیده است که کاری انجام بشود.» چند ساعت بعد پای رادیوی خودم نشستم و بودم و می شنیدم که ژنرال بک در ستاد نیروی زمینی در بندلر اشتراسه<sup>۵</sup> کشته شده است، و پوپیتز و هاسل و شولنبرگ و یسن همدست او بوده اند، و من می دانستم که معنی این حرفها چیست. آدولف رایش و این<sup>۶</sup> نیز، که در اوایل ژوئیه در خانه هارناک با من دیدار کرده بود، بازداشت شده بود.

چند روز بعد به هچینگن رفتیم. اعضای انستیتوی برلین در آنجا جمع شده بودند. آماده شدیم که راکتور اتمی مان را در غاری در هایگر لوخ<sup>۷</sup>، زیر تخته سنگی که کلیسا

1. Eduard Spranger

2. Jens Jessen

3. Count von der Schulenburg

4. Koche

5. Bendler Strasse

6. Adolf Reichwein

7. Haigerloch

بر رویش بنا شده بود، برپا کنیم. رفت و آمد روزانه با دوچرخه از هچینگن به هایگرلوخ، باغها و بیشه‌زارهایی که روزهای تعطیل در آن به جستجوی قارچ می‌رفتیم، همان کاری را با ما می‌کرد که امواج خلیج التوسیس با هانس اویلر کرده بود: زمان حال به چشم ما زنده و درخشان می‌نمود و چند روزی گذشته و آینده را فراموش کرده بودیم. در آوریل ۱۹۴۵، وقتی درختان میوه شکوفه آوردند، جنگ به پایان نزدیک می‌شد. با همکارانم قرار گذاشتم که همینکه انستیتو و اعضایش از خطر نجات یافتند با دوچرخه هچینگن را ترک کنم و به اورفلد پیش خانواده‌ام بروم. در نیمه آوریل آخرین فوجهای پراکنده سپاه آلمان از هچینگن گذشتند و رو به شرق رفتند. یک روز بعد از ظهر صدای نخستین تانکهای دشمن را شنیدیم. در جنوب، فرانسویها ظاهراً از هچینگن گذشته و به یال راتوهه<sup>۱</sup> آلپ رسیده بودند. دیگر وقت رفتن شده بود. نزدیک نیمه شب کارل فریدریش از یک گشت شناسایی در رویت لینگن<sup>۲</sup> بازگشت. مجلس تودیع مختصری در پناهگاه انستیتو برپا کردیم و در حدود ساعت سه صبح من به سمت اورفلد راه افتادم. هنگام سپیده‌دم به گامرتینگن<sup>۳</sup> رسیدم و به نظر می‌آمد که از خط مقدم جبهه دور شده‌ام. تنها خطری که اکنون مرا تهدید می‌کرد هواپیماهایی بود که در ارتفاع کم پرواز می‌کردند، و برای پنهان ماندن از چشم آنها شبها سفر می‌کردم و وقتی خورشید بالا می‌آمد استراحت می‌کردم یا به جستجوی غذا می‌رفتم. تپه‌ای را در نزدیکی کروگ تسل<sup>۴</sup> به یاد می‌آورم که پس از صرف غذای مختصری در گرمای آفتاب، بر فراز آن در سایه چهری به خواب رفتم. زیر آسمان صاف، رشته‌کوه آلپ پیش چشم گسترده بود: هونخ فوگل<sup>۵</sup>، ماده گابل<sup>۶</sup> و همه قله‌هایی که هفت سال پیش با تفنگداران کوهستانی از آنها صعود کرده بودم. زیر پایم، درختان گیلاس اکنون پوشیده از گل بود. براسق بهار آمده بود، و در همان حال که به خواب سنگینی فرو می‌رفتم، افکار آشفته خود را از روشنایی و امیدی نو آکنده می‌دیدم.

چند ساعت بعد، با صدایی چون صدای رعد از خواب پریدم. وقتی چشم باز کردم، ابرهای غلیظی از دود را دیدم که در دوردست بر فراز مینگن<sup>۷</sup> به هوا می‌رفت. بیماران، پادگان آنجا را از روی زمین محو کرده بود. جنگ هنوز پایان نیافته بود و باز باید به سمت شرق می‌رفتم. سرانجام، بعد از سه روز سفر به اورفلد رسیدم و

---

Rauhe 2. Reutlingen 3. Gammertingen 4. Krugzell  
5. Hochvogel 6. Madelegabel 7. Memmingen

خانواده ام را در آنجا صحیح و سالم یافتیم. هفته بعد را به کشیدن کیسه های شن به جلوی پنجره های زیر زمین و ذخیره کردن غذاهایی که به چنگ آورده بودیم، گذراندیم. همه همسایه ها به ساحل آنسوی دریاچه گریخته بودند. جنگل پر از واحدهای پراکنده و رماخت و اس اس و کف آن پوشیده از تفنگها و مواد منفجره متروک بود، و باید کاری می کردیم که بچه ها به آنها نزدیک نشوند. روزها باید مراقب بودیم که گلوله های سرگردانی که هنوز از هر طرف شلیک می شد به ما اصابت نکند و شبها هم در این سرزمین متروک هیچ احساس آرامش نمی کردیم. در چهارم مه که سرهنگ پاش<sup>۱</sup> در رأس دسته کوچکی از سر بازان آمریکایی آمد تا مرا به اسارت بگیرد، احساس شناگر از نفس افتاده ای را داشتم که روی زمین سفت پا می نهد. شب برف باریده بود، و هنگامی که خانه را ترک می کردم آفتاب بهاری از آسمانی به رنگ آبی سیر بر ما می تابید و نور خود را بر چشم انداز پوشیده از برف می گسترد. از یکی از دستگیر کنندگان آمریکاییم، که در جاهای مختلف جهان جنگیده بود، نظرش را درباره آن دریاچه کوهستانی پرسیدم، و او در جواب گفت که در همه عمرش جایی به آن زیبایی ندیده است.

## مسئولیت دانشمند

(۱۹۴۵-۱۹۵۰)

پس از توقفهای کوتاهی در هایدلبرگ و پاریس و بلژیک، دستگیر کنندگانم سرانجام مرا به فارم هال بردند و در آنجا به دوستان قدیم و همکاران جوانم در باشگاه اورانیوم از جمله اتوهان، ماکس فون لاونه<sup>۱</sup>، والتر گراخ، کارل فریدریش فون وایتساکر، و کارل ویرتس پیوستم. فارم هال در کناره گاد منچستر<sup>۲</sup>، تقریباً در چهل کیلومتری شهر قدیمی دانشگاهی کمبریج، قرار دارد و من از بازدیدهایی که پیش از آن از آزمایشگاه کاوندیش<sup>۳</sup> کرده بودم، با این محل آشنایی داشتم. ماده نفر بودیم و همه به اتوهان که شخصیت جذاب و آرامش و تأملش را در این شرایط دشوار می ستودیم، به چشم سخنگوی خود می نگریم. او هرگاه لازم می شد با دستگیر کنندگان ما مذاکره می کرد، اما این موارد زیاد پیش نمی آمد، افسران مسؤول ما وظیفه خود را با نهایت تفاهم و انسانیت انجام می دادند و بعد از مدتی میان ما رابطه اعتماد متقابل کامل برقرار شد. از ما خیلی کم درباره تحقیقات اتمی مان سؤال می شد، و تعجب می کردیم که به کار ما این قدر با بی علاقه‌گی نگاه می کنند و در عین حال به دقت مراقب ما هستند و از کوچکترین تماس ما با عالم خارج جلوگیری می کنند. وقتی پرسیدیم که آیا آمریکاییها و انگلیسیها هم به مطالعه در مسأله اورانیوم پرداخته‌اند، فیزیکدان آمریکایی که برای بازجویی از ما فرستاده بودند جواب داد که دانشمندان دول متفق همه توجهشان را به چیزهایی که به مسائل مبرم جنگ مربوط می شود معطوف کرده‌اند. این پاسخ به نظرم کاملاً معقول می آمد زیرا در سراسر

---

1. Max von Laue 2. Godmanchester 3. Cavendish

جنگ هم اصلاً چیزی دربارهٔ پرداختن آمریکاییها به شکافت هسته‌ای نشنیده بودم. بعد از ظهر روز ششم اوت ۱۹۴۵، کارل ویرتس شتابان آمد و خبر تازه‌ای برای من آورد: هیروشیما بمباران اتمی شده بود. اول نمی‌خواستیم این خبر را باور کنیم، زیرا اعتقاد داشتیم که ساختن بمب اتمی مستلزم کوششهای عظیم فنی و صرف هزاران میلیون دلار است، همچنین از لحاظ روانی هم گمان نمی‌کردم دانشمندانی که با آنها آشنایی کامل داشتم همهٔ نیروی خود را صرف این طرح کنند. در این شرایط حرف آن فیزیکدان آمریکایی را که از ما بازجویی کرده بود بیشتر باور می‌کردم تا حرف یک گویندهٔ رادیو را که شاید طبق دستور یک داستان تبلیغاتی را پخش کرده بود. علاوه بر این، ویرتس هم گفته بود که کلمهٔ «اورانیوم» در خبر ذکر نشده است، و از اینجاست نتیجه گرفت که اگر بمبی هم انداخته شده، «بمب اتمی» به معنایی که من به کار می‌بردم، نبوده است. اما شب که در مشروح اخبار رادیو کوششهای فنی عظیمی که به کار رفته بود شرح داده شد، با کمال اکراه و ناچار قبول کردم که تحول فیزیک اتمی، که مدت بیست و پنج سال در آن شرکت جسته بودم، اکنون باعث مرگ صد هزار انسان شده است.

اتوهان از همهٔ ما بیشتر ناراحت بود. شکافت اورانیوم، مهمترین کشف علمی او، گام اساسی در راه رسیدن به قدرت اتمی بود، و این گام اکنون به انهدام وحشتناک یک شهر و ساکنان آن، یعنی گروهی مردم بی‌سلاح و غالباً بی‌گناه، منجر شده بود. هان در اتاق خود از همه کنار گرفته بود، پیدا بود که سخت متأثر و ناراحت است، و همهٔ ما نگران بودیم که می‌آید بلایی به سر خودش بیاورد. آن شب از هر دری حرف زدیم و تا صبح روز بعد نتوانستیم به افکار آشفتهٔ خود نظمی ببخشیم.

پشت فارم هال، که ساختمانی بود قدیمی از آجر سرخ، چمن متروکی بود که ما غالباً در آن توپ بازی می‌کردیم. میان این چمن و دیوار پوشیده از پیچکی که مرز ما بود، باغچهٔ گل سرخ مستطیل شکلی بود که گرلاخ معمولاً به آن رسیدگی می‌کرد. دور این باغچه گذرگاهی بود که برای ما حکم رواق صومعه را برای راهبان قرون وسطی داشت و گفتگوهای جدی دو نفرهٔ ما در آنجا انجام می‌گرفت. صبح روز بعد از شنیدن آن خبر وحشتناک، کارل فریدریش و من چند ساعت در آن گذرگاه رفتیم و برگشتیم و فکر کردیم و حرف زدیم. گفتگوی ما با اظهار نگرانی دربارهٔ اتوهان شروع شد و آنگاه کارل فریدریش فکری را که همهٔ ما را عذاب می‌داد بر زبان آورد:

«پی بردن به علت ناراحتی هان کار مشکلی نیست. دامن بزرگترین کشف علمی

او اکنون به لکه ننگ عظیمترین مصائب آلوده شده است. اما آیا او واقعاً باید احساس گناه بکند؟ آیا گناه او از بقیه ما که در فیزیک اتمی کار کرده ایم بیشتر است؟ آیا بخشی از بار مسؤلیت و سهمی از گناه او بر گردن ما نیست؟»

من به او گفتم: «من تصور نمی‌کنم. واژه گناه را در این مورد نمی‌توان به کاربرد، هر چند همه ما حلقه‌هایی از زنجیره علت‌هایی هستیم که به این مصیبت عظیم منجر شده است. اتوهان و همه ما فقط نقش خود را در توسعه علم جدید ایفا کرده ایم. این توسعه جریانی حیاتی است که انسان، یا دست کم انسان اروپایی، از قرن‌ها پیش در آن گام نهاده، یا دست کم آن را پذیرفته است، و تجربه به ما آموخته که حاصل آن گاهی خیر و گاه شر است. اما همه ما و به خصوص پیشینیان عقلی مشرب قرن نوزدهمی ما با ایمانی که به پیشرفت داشتند، معتقد بودیم که با رشد علم خیر غلبه خواهد یافت و شر مهار خواهد شد. پیش از کشف هان، امکان ساختن بمب اتمی به‌طور جدی به فکر هیچ کسی راه نیافته بود، و هیچ چیزی در فیزیک آن زمان به امکان چنین چیزی دلالت نداشت. درست نیست که ایفای نقشی در یک اقدام بزرگ علمی را گناه بنامیم.»

کارل فریدریش گفت: «یقیناً خیلی‌ها هستند که فکر می‌کنند علم دیگر نباید از این جلوتر برود، و می‌گویند که تکالیف بسیار مهمتری در زمینه سیاست و اقتصاد و اجتماع بر عهده ماست. البته شاید حق با آنها باشد، اما همه کسانی که این طور فکر می‌کنند این نکته را در نمی‌یابند که در جهان جدید زندگی بشر به تکامل علم بستگی یافته است. اگر ما به تکامل مداوم علم پشت کنیم، عده ساکنان جهان باید در آینده نه چندان دوری کاهش اساسی بیابد، و این کار تنها با استفاده از وسائلی امکان دارد که در مصیبت باری دست کمی از بمب اتمی ندارند، یا حتی از آن بدتراند.»

«و از این گذشته، دانایی توانایی است. تا وقتی که مبارزه قدرت در روی زمین ادامه دارد - و در حال حاضر کمترین نشانه‌ای از پایان گرفتن آن به چشم نمی‌آید - باید برای دانش هم مبارزه کنیم. شاید روزی حکومتی جهانی بر پا شود - و از خدا بخواهیم که این حکومت حتی المقدور آزادمنش باشد - و شاید با تأسیس آن جستجوی معرفت بیشتر با این تب و تاب امری همراه نباشد. اما امروز مسأله ما این نیست. در حال حاضر، توسعه علم نیاز حیاتی نوع بشر است، و بنابراین فردی را که در آن شرکت می‌کند نمی‌توان گناهکار نامید. وظیفه امری ما، همچنانکه در گذشته، این است که توسعه علم را به سوی هدفهای درست هدایت کنیم و همه انسانها را از مواهب علم بهره‌مند سازیم، نه اینکه جلو آن را بگیریم. بنابراین پرسش

درست این است: فرد دانشمند در این کار چه کمکی می‌تواند بکند و مسؤولیتهای دانشمندان چیست؟»

در جواب گفتم: «وقتی به توسعه علم به چشم فرایندی تاریخی و در سطح جهانی نگاه کنیم، سؤال شما مرا به یاد مسأله قدیمی نقش فرد در اجتماع می‌اندازد. ظاهر آن در هر دو زمینه فرد تعویض پذیر است. اگر اینشتین نظریه نسبیت را کشف نکرده بود، شاید شخص دیگری، احتمالاً پوانکاره یا لورنتس، دیر یا زود آن را کشف می‌کرد. اگر هان شکافت اورانیوم را کشف نکرده بود، شاید فرمی یا ژولیو<sup>۱</sup> چند سالی بعد به آن دست می‌یافتند. فکر نمی‌کنم که با بیان این نظر، چیزی از عظمت توفیق فرد کاسته شود. و درست به همین دلیل، فردی که کشفی می‌کند مسؤولیتش در مقابل عواقب آن از دیگری که ممکن بود آن کشف به دست ایشان صورت بگیرد بیشتر نیست. شخص پیشرو را تاریخ در جای مناسب قرار می‌دهد و او هم جز انجام دادن وظیفه‌ای که بر عهده دارد کاری نمی‌کند. در نتیجه، شاید بتواند اندک تأثیری در تحول بعدی کشف خود داشته باشد، اما از این بیشتر برایش ممکن نیست. در واقع، هان همواره در حرفهایش اصرار داشت که استفاده از شکافت اورانیوم به مقاصد صلح آمیز منحصر شود. در آلمان به صدای بلند درباره استفاده از انرژی اتمی در جنگ هشدار می‌داد و البته بر تحولاتی هم که در آمریکا صورت گرفته تأثیری نداشته است.»

کارل فریدریش ادامه داد: «علاوه بر این، باید حساب کار کاشف را از مخترع کاملاً جدا کرد. معمولاً کاشف نمی‌تواند پیش از کشفی که می‌کند نتایج آن را پیش بینی کند، به خصوص وقتی که میان کشف او و بهره برداری از آن چندین سال فاصله باشد. گالوانی و ولتا کوچکترین تصویری از تحولات بعدی مهندسی برق نداشتند و نمی‌توان از بابت استفاده‌های درست یا نادرستی که از تحولات بعدی شده است ایشان را مسؤول دانست. ظاهراً وضع مخترعین از این لحاظ فرق می‌کند. مخترعین هدف عملی و مشخصی دارند، و باید بتوانند درباره سود و زیان آن قضاوت کنند. بنابراین باید بتوانیم آنها را مسؤول کارشان بشماریم. اما از طرف دیگر، می‌بینیم که مخترع برای جامعه به طور کلی کار می‌کند نه برای خودش. مثلاً مخترع تلفون فهمیده بود که جامعه آرزومند سرعت بخشیدن به ارتباطات است. به همین طریق، می‌توان گفت که مخترع سلاحهای آتشین هم به سفارش جامعه‌ای که

می خواهد قدرت نظامی خود را افزایش دهد کار می کند. بنابراین او هم چندان در خور ملامت نیست، به خصوص که نه او می تواند همه نتایج اختراعش را پیش بینی کند و نه جامعه. مثلاً شیمیدانی که يك آفت کش کشاورزی را اختراع می کند، اطلاعات در مورد نتایج نهایی این اختراع، از لحاظ تغییراتی که در جمعیت حشرات به وجود می آورد، از کشاورزان بیشتر نیست. خلاصه تنها چیزی که می توان از فرد انتظار داشت این است که سعی کند اهداف خود را در چارچوب وسیعتری جای دهد و از روی بیفکری زندگی عده زیادی را برای سود عده معدودی به خطر نیندازد. تنها چیزی که واقعاً می توان از فرد خواست این است که با دقت و سختگیری به چارچوب وسیعتری که باید هر گونه پیشرفت علمی و فنی در درون آن جای بگیرد توجه کند، هر چند این امر بظاهر در پیشبرد علائق مستقیم او تأثیری نداشته باشد.»

«اگر میان کشف و اختراع حد فاصلی قائل می شوید، بمب اتمی را که آخرین و وحشتناکترین فرآورده پیشرفت فنی است در کدام سو قرار می دهید؟»

«آزمایشهای هان در شکافت اتم کشف بود، اما ساختن بمب اتمی اختراع است. فیزیکدانانی که بمب اتمی را در آمریکا ساختند مخترع بودند و برای خود کار نمی کردند، بلکه برای گروهی جنگجوکار می کردند که می خواستند ارتش شان بیشترین قدرت تهاجم را داشته باشد. شما يك وقت گفتید که به دلایل روانی صرف، فکر نمی کنید فیزیکدانان آمریکایی از صمیم قلب به کار تولید بمب اتمی بپردازند و همین دیر و زنی خواستید قبول کنید که داستان هیروشیما واقعیت دارد. حالا درباره همکارانمان در آمریکا چه نظری دارید؟»

«شاید فیزیکدانان آمریکایی می ترسیده اند که آلمان پیش از کشورهای دیگر به تولید بمب اتمی موفق شود. و حق هم داشته اند، زیرا شکافت اورانیوم را هان کشف کرده است و پیش از آنکه هیتلر بسیاری از فیزیکدانان قابل ما را بیرون کند، فیزیک اتمی در آلمان خیلی پیشرفت کرده بود. بنابراین پیروزی نازیها به کمک بمب اتمی چنان تهدید وحشتناکی محسوب می شده که هر کاری را برای پیش گیری از آن موجه می شمرده اند، حتی اگر این کار ساختن بمب اتمی باشد. گمان نمی کنم بتوان به این کار، به خصوص با توجه به آنچه در بازداشتگاههای نازی می گذشته، اعتراض کرد. پس از آنکه جنگ در اروپا پایان یافت، بسیاری از فیزیکدانان آمریکایی توصیه کردند که این سلاح مخوف به کار برده نشود، اما در آن زمان دیگر حرف ایشان تأثیر چندانی نداشت. از این جهات هم نمی توان بر آنها خرده گرفت، زیرا مگر خود ما می توانستیم جلو جنایات وحشتناک دولتمان را بگیریم؟ بی خبری ما از وسعت دامنه



این جنایات عذر تقصیر ما نیست، زیرا باید بیشتر کوشش می‌کردیم تا حقیقت را دریابیم.

«بدترین چیز در این باره پی بردن به این امر است که جلوگیری از این جنایتها ممکن نبوده است. در سراسر تاریخ مردم بر مبنای این اصل عمل کرده‌اند که از حقیقت باید با قدرت دفاع کرد، یا به عبارتی زشت‌تر و عریانتر: هدف وسیله را توجیه می‌کند. و ما در برابر این راه چه راه دیگری می‌توانستیم پیشنهاد کنیم؟» کارل فریدریش پاسخ داد: «ما گفتیم که مخترع باید اهداف خود را در چارچوب گسترده‌تر پیشرفت فنی در جهان جای دهد. حالا بیایم نتایج این حرف را بررسی کنیم. بعد از هر مصیبت بزرگی، مردم معمولاً با عجله ترازنامه‌هایی درست می‌کنند. این بار شاید بگویند که بمب اتمی کمک کرد که جنگ زودتر خاتمه یابد، و اگر کشتار با سرعت کمتری ادامه می‌یافت شاید جانهای بیشتری بر باد می‌رفت. فکر می‌کنم که خود شما دیشب همین حرف را می‌زدید. اما این نوع حسابها اصلاً درست نیست، زیرا هیچ کس نمی‌تواند عواقب سیاسی بمب اتمی را پیشگویی کند. آیا خصومت‌هایی که از آن زاده می‌شود راه را برای جنگ‌های بعدی، که قربانیان بیشتری می‌طلبند، هموار نخواهد کرد؟ آیا سلاح‌های جدید باعث تغییری در موازنه قوا نخواهد شد، و این امر، وقتی همه قدرتهای بزرگ صاحب بمب اتمی شدند، به بهای از دست رفتن جانهای بیشمار رسمیت نخواهد یافت؟ هیچ کس نمی‌تواند این تحولات را پیش بینی کند، و بنابراین درست کردن این گونه ترازنامه‌ها اتلاف وقت است. بنابراین چرا اصل دیگری را که بارها درباره‌اش بحث کرده‌ایم مبنای کار خود قرار ندهیم، یعنی این اصل را که خوبی و بدی هر هدفی از روی وسایلی که برای دستیابی به آن به کار می‌رود معلوم می‌شود؟»

جواب دادم: «پیشرفت علمی و فنی بی‌شک باعث خواهد شد که شمار ابر قدرتها روز به روز کمتر و دامنه نفوذشان بیشتر شود. در نتیجه تمرکزی بی‌سابقه به وجود خواهد آمد، فقط امیدوار باشیم که در این وضع برای افراد و ملتها اندکی آزادی عمل باقی بماند. به نظر من این تحول ناگزیر است و مسأله فقط این است که آیا تا زمانی که جهان نظم پایدارتری پیدا کند و استقرار بیابد، باز هم مصیبت‌های تازه‌ای رخ خواهد نمود یا نه. در هر حال، تقریباً مسلم است که آن ابر قدرتهای انگشت-شماری که بعد از این جنگ باقی می‌مانند سعی خواهند کرد حوزه نفوذ خود را تا آنجا که ممکن است گسترش دهند. این کار را فقط می‌توان از راه اتحاد بر پایه منافع مشترک و شباهت نظام‌های اجتماعی کشورها یا ارزشهایی که به آن پایبنداند، و یا از

راه وارد آوردن فشار اقتصادی یا اجتماعی انجام داد. هر گاه يك کشور ضعیف را که بیرون از حوزه نفوذ مستقیم یکی از قدرتهای بزرگ است کشور قوی تری تهدید کند یا تحت فشار قرار دهد، احتمالاً آن قدرت بزرگ به دفاع از کشور ضعیف دخالت خواهد کرد و بدین طریق نفوذ خود را افزایش خواهد داد. دخالت آمریکا در دو جنگ جهانی را باید به این چشم نگریست، و هیچ معلوم نیست که این جریان در حال حاضر متوقف شود، و من هم دلیلی برای مخالفت با آن نمی بینم.

«البته بعضیها همه قدرتهای بزرگ را که چنین سیاست توسعه طلبانه ای دارند امپریالیست خواهند نامید، اما به نظر من در این مورد، بیش از هر جای دیگر، انتخاب وسایل عامل تعیین کننده است. قدرت بزرگی که در روابط خارجی خود به زور متوسل نشود و روشهای متعارف اقتصادی و فرهنگی را ترجیح دهد، و از اینکه مظنون به دخالت در زندگی داخلی همسایگان شود احتراز کند، بسیار کمتر از قدرت بزرگی که به زور متوسل شود در خور نكوهش خواهد بود، و نظام سیاسی قدرت بزرگی که از هر نوع فشار بیجا احتراز کند الگوی جهان آینده خواهد شد. تاکنون بسیاری از مردم به ایالات متحده به چشم پایگاه آزادی می نگریستند، و فکر می کردند که در نظام اجتماعی این کشور هر کسی می تواند شخصیت خود را به بهترین وجه به منصه ظهور برساند. اینکه آمریکاییان از آزادی بیان کامل برخوردارند، برای ابتکار شخصی ارزش قایل اند، به عقاید افراد احترام می گذارند، رفتارشان با زندانیان جنگی بهتر از بیشتر کشورهاست - همه اینها و بسیاری عوامل دیگر این امید را پدید آورده بود که نظام سیاسی آمریکا همان سرمشقی است که بقیه جهان به آن نیاز دارد. حکومت آمریکا وقتی می خواست در مورد صدور دستور انداختن بمب اتمی بر روی ژاپن تصمیم بگیرد، باید این امید را به یاد می آورد. من می ترسم که استفاده از بمب ضربه ای کاری بر این امید وارد کرده باشد. اکنون همه رقبای آمریکا فریاد 'امپریالیسم' برخوانند آورد، و بی شك تا حدودی هم حق دارند. چون بمب اتمی برای پیروزی در جنگ لازم نبوده است، مردم استفاده از آن را نوعی قدرت نمایی بی دلیل به حساب خواهند آورد، و معلوم نیست که چگونه می توان از این وضع به يك نظام آزاد جهانی رسید.»

کارل فریدریش تکرار کرد: «پس به نظر شما امکانات فنی بمب اتمی باید در چارچوب زمینه وسیعتر دیده می شد، یعنی باید به آن به چشم بخشی از فرایند جهانی پیشرفت علمی و فنی، که ناگزیر به ایجاد يك نظام واحد جهانی منجر خواهد شد، نگریسته می شد. در این صورت، بر همگان روشن می بود که استفاده از بمب اتمی در

زمانی که پیروزی قطعی به نظر می‌آید، گامی در راه خطاست که اعتماد به حسن نیت آمریکا را ضعیف خواهد کرد و اعتقاد به رسالت جهانی آمریکا را دستخوش تردید خواهد ساخت. وجود بپ اتمی، به خودی خود، مصیبتی نیست، هر چند آزادی سیاسی کامل را به معدودی قدرت بزرگ که دارای منابع عظیم اقتصادی اند محدود خواهد ساخت؛ کشورهای کوچکتر بخشی از استقلال خود را از دست خواهند داد، اما این امر لزوماً به معنی محدود شدن آزادی فردی نیست، بلکه می‌توان آن را تاوان بهبود کلی شرایط زندگی دانست.

«با این حال، ما داریم از مسأله اصلی دور می‌افتیم. بحث ما درباره رفتار شخصی بود که به پیشرفت فنی علاقه‌مند است و در عین حال در جهانی سرشار از اندیشه‌ها و عواطف و پندارهای متعارض زندگی می‌کند. ظاهراً نظر ما در این باره چندان روشن نیست.»

جواب دادم: «با این حال در این مورد اتفاق نظر داشتیم که فردی که به یک کار علمی یا فنی می‌پردازد، هر چه هم آن کار مهم باشد، باید سعی کند که به مسائل وسیعتر بیندیشد. و در واقع اگر توجهی به این مسائل ندارد، اصلاً چرا باید به این کار دست بزند؟ علاوه بر این، اگر ارتباطات وسیعتر را در نظر داشته باشد، زودتر می‌تواند به جواب درست مسأله برسد.»

«در این صورت، اگر می‌خواهد عملاً قدمی در راه خیر بردارد و این امر را فقط به عالم فکر محدود نکند، باید آگاهانه نقش مهمتری را در زندگی اجتماعی بر عهده بگیرد، باید سعی کند که تأثیر بیشتری در امور عمومی داشته باشد. شاید لازم باشد از این جریان با روی باز استقبال کنیم، زیرا وقتی پیشرفتهای علمی و فنی به سود جامعه باشد، تأثیر دست اندرکاران آن از آنچه امروز هست بیشتر خواهد بود. پیداست که نمی‌خواهم بگویم که فیزیکدانان یا اهل فن می‌توانند در تصمیم‌گیریهای سیاسی روی دست سیاستمداران بلند شوند. اما کار دانشمند به او آموخته است که عینی فکر کند و به واقعیات توجه کند، و مهمتر از آن، زمینه وسیعتر را در نظر داشته باشد. بدین دلیل ما می‌توانیم تا حدودی دقت منطقی و عینیت بیشتر و احترام نهادن به واقعیات را در کار سیاست وارد کنیم. اگر به این امر اعتقاد داشته باشیم، آنگاه می‌توانیم فیزیکدانان آمریکایی را سرزنش کنیم که چرا بیشتر نکوشیده‌اند و صدای خود را به گوش مردم نرسانده‌اند و تصمیم‌گیری برای استفاده نابجا از بمب اتمی را به دیگران واگذار کرده‌اند. زیرا برای من مسلم است که همه عواقب وخیم استفاده از بمب اتمی از ابتدا بر ایشان معلوم بوده است.»

«من فکر نمی‌کنم که واژه سرزنش در این مورد مناسب باشد، فقط می‌دانم که در این مورد خاص، بخت با ما بیش از همکاران آمریکاییمان یار بوده است.»

ما را در ژانویه ۱۹۴۶ آزاد کردند و به آلمان برگشتیم. حالا می‌توانستیم به کار بازسازی، که از ۱۹۳۳ تا آن زمان این همه درباره اش حرف زده بودیم، بپردازیم. اما معلوم شد که این کار دشوارتر از آن است که تصور می‌کردیم. انجمن کایزر ویلهلم را نمی‌توانستیم به صورت سابق و در محل قبلی برپا کنیم، هم به این دلیل که آینده سیاسی برلین روشن نبود، و هم به این دلیل که متفقین با این نام، یا هر چیز دیگری که نام آن قیصر منفور را تداعی کند مخالف بودند. اما انگلیسیها لطف کردند و ساختمانهای انستیتوی پیشین تحقیقات هوانوردی را در گوتینگن در اختیار ما گذاشتند، و بدین طریق به شهری کوچ کردیم که من بیست سال پیش نیلس بور را در آن ملاقات کرده بودم و بعدها در آنجا پیش بورن و کورانت درس خوانده بودم. ماکس پلانک هم که در آن زمان در حدود نودسال داشت در اواخر جنگ به گوتینگن کوچیده بود، و حالا به ما کمک می‌کرد تا جانشینی برای انجمن کایزر ویلهلم برپا کنیم، یعنی یک مؤسسه علمی که کار مؤسسات پژوهشی قدیم و جدید را هماهنگ کند. بخت با من یار بود و خانه‌ای دیوار به دیوار خانه پلانک برای سکونت خانواده ام پیدا کردم. پلانک خیلی وقتها از آن سوی دیوار حیاط با من گپ می‌زد و گاهی به خانه ما می‌آمد تا موسیقی مجلسی گوش کند.

در آن روزها بر آوردن نیازهای ابتدایی شخصی، و به دست آوردن ساده‌ترین ابزارها در انستیتو، بی‌کار و کوشش فراوان ممکن نبود، با این حال روزهای خوشی بود. دیگر مثل دوازده سال گذشته به ما نمی‌گفتند که فلان کار ناممکن است. بار دیگر هر کاری ممکن می‌نمود، مردم با شور و شوق دوش به دوش یکدیگر کار می‌کردند و حس می‌کردیم که اوضاع چه در زندگی علمی و چه در زندگی خصوصی، ماه به ماه بهتر می‌شود. کمکی که نمایندگان قدرت اشغالگر می‌کردند برای ما فقط فوائدمادی نداشت، بلکه بدین طریق حس می‌کردیم که دوباره جزء اجتماع بزرگتری شده‌ایم، اجتماعی که می‌خواهد جهان بهتری بسازد که به جای افسوس خوردن برگزیده شده برامید به آینده استوار باشد.

دو گفتگو که خوب در خاطرمان مانده است، این تغییر توجه و علاقه را گوشزد می‌کرد. یکی اولین ملاقاتی بود که پس از جنگ با بور در کپنهاگ داشتیم. هر چند دلیل این دیدار چیز بوجی بود، اما من آن را ذکر می‌کنم تا جو گوتینگن را در آن ماههای تابستان ۱۹۴۷ نشان داده باشم. منبعی که برای ما ناشناخته بود به اداره جاسوسی

انگلیس خبر داده بود که روسها نقشه‌ای ریخته‌اند تا من و اتوهان را بدزدند و به ناحیه تحت حکومت شوروی، که چند کیلومتر آن طرفتر بود، ببرند. وقتی انگلیسیها باورشان شد که جاسوسان روسی دست به کار شده‌اند، فوراً هان و مرا به هر فوردا<sup>۱</sup> که نزدیک مرکز ناحیه تحت حکومت انگلیس بود منتقل کردند. در آنجا، هنگامی که در انتظار اتفاقات بعدی بودم، فهمیدم که مقامات اشغالگر نقشه‌ای دارند که من با بور در داغمارک ملاقات کنم. بعداً به من اطلاع دادند که رونالد فریزر<sup>۲</sup>، افسر انگلیسی که در گوتینگن دوستانه مراقب ما بود، می‌خواهد با بور و من درباره ملاقات ما در ۱۹۴۱ صحبت کند. یک هواپیمای نظامی انگلیسی ما را از بوکن بورگ<sup>۳</sup> به فرودگاه کپنهاگ برد و از آنجا با اتومبیل به خانه بیلاقی بور در تیسویلده رفتیم. در آنجا بار دیگر کنار بخاریی که پیش از آن شاهد گفتگوهای فراوان درباره نظریه کوانتومی بود نشستیم و در همان جاده‌های خاکی جنگلی که بیست سال پیش دست در دست بچه‌های بور به طرف ساحل می‌رفتیم، قدم زدیم. اما وقتی خواستیم که گفتگوهایمان را در پاییز ۱۹۴۱ به یاد بیاوریم، فهمیدیم که حافظه هر دومان مغشوش شده است. من فکر می‌کردم که ضمن یک گردش شبانه در پیلاله<sup>۴</sup> بحث در آن موضوع حساس را شروع کرده‌ام، اما بور تقریباً یقین داشت که این قضیه در اتاق کار او در کارلسبرگ رخ داده است. تنها چیزی که بور به یاد می‌آورد هر اسی بود که جمله‌های بسیار سنجیده من در او ایجاد کرده بود، اما چیزهایی را که من درباره مشکلات عظیم کار گفته بودم، و پرسشی را که درباره وظیفه فیزیکدانان کرده بودم بکلی فراموش کرده بود. بعد از مدتی هر دو فهمیدیم که بهتر است بیش از این چوب به تابوت مرده نزنیم.

مثل آن روزگار کوهپیمایی در کوههای باواریا، این بار هم بحث درباره پیشرفت فیزیک ما را از گذشته به زمان حال آورد. س. ف. پاول<sup>۵</sup> بتازگی عکسهایی از انگلستان برای بور فرستاده بود که ظاهراً در ذرات<sup>۶</sup> بود که تا آن زمان هویتشان معلوم نشده بود. پاول در واقع مزونهای  $\pi$  را که از آن پس تاکنون نقش مهمی در فیزیک ذرات بنیادی ایفا کرده‌اند، کشف کرده بود. فوراً به بحث درباره احتمال ارتباط میان این ذرات و نیروهای درون هسته اتم پرداختیم. و چون عمر ذرات جدید ظاهراً از همه ذرات شناخته شده کمتر بود، به نظرمان رسید که شاید بسیاری ذرات

1. Herford      2. Ronald Frazer      3. Bückenburg  
4. Pileallé      5. C.F. Powell

دیگر هم وجود داشته باشند که چون عمرشان خیلی کوتاه است تاکنون از نظر دور مانده اند. بدین طریق خود را با زمینه‌ای از پژوهشهای جالب روبرو می‌دیدیم که ما و جوانانی که دور خود جمع کرده بودیم می‌توانستیم در چند سال آینده به آن بپردازیم. من شخصاً تصمیم گرفتم در انستیتویی که در گوتینگن در دست ساخته شدن بود این کار را انجام دهم.

وقتی به وطن برگشتم، الیزابت به من خبر داد که داستان آدم دزدی بکلی هم بی‌پایه نبوده است. دو کارگر اسکله هامبورگ را يك شب در بیرون خانه من دستگیر کرده بودند. ظاهراً يك نفر به آنها وعده داده بود که اگر مرا به ماشینی که در آن نزدیکی پارک شده بود بکشانند، پول زیادی بهشان خواهد داد. من از اینکه می‌دیدم کل قضیه این قدر ناشیانه بوده، تعجب می‌کردم. حدود شش ماه بعد دستگاه جاسوسی انگلیس دلیل تعجب مرا پیدا کرد. يك نفر از نازهای سابق که حال و روز بدی داشت و بیکار بود این نقشه را ریخته بود تا خودش را در چشم متفقین دوست جلوه بدهد. دو کارگر اسکله راهم خود او اجیر کرده بود تا انگلیسیها را از «آدم‌دزدی» قریب‌الوقوع آگاه کند. او مدتی همه را دست انداخته بود، اما مثل بیشتر توطئه‌گرها کارش دوامی نداشت. خیلی وقتها می‌نشستیم و به این ماجرا می‌خندیدیم.

دومین گفتگویی که در یاد دارم مرا به ضرورت روی گرداندن از گذشته و پرداختن به آینده واقف کرد. پس از مرگ ماکس پلانک، اتوهان کار سرپرستی بازسازی سازمان ما را که اکنون انجمن ماکس پلانک نام گرفته بود، بر عهده گرفت و بعدها اولین رئیس آن شد. در آن زمان من به فیزیولوژی دان گوتینگن هرمان راین<sup>۱</sup> کمک می‌کردم تا يك شوراي پژوهشی درست کند که رابط میان مقامات فدرال و پژوهشهای علمی باشد. کاملاً روشن بود که پیشرفت علمی و تحولات فنی ناشی از آن نه تنها بر بازسازی شهرها و صنایع ما بلکه بر ساخت اجتماعی اروپا به طور کلی تأثیر بسیار زیادی خواهد داشت. اما همان طور که هنگام پیاده روی در برلین که در آتش می‌سوخت به بوتنانت گفته بودم، اندیشه من فقط این نبود که بیشترین کمک را از دولت برای پژوهشهای علمی بگیرم، بلکه می‌خواستم کاری کنم که علم بر تصمیمات دولت تأثیر گسترده‌تری داشته باشد. من اعتقاد راسخ داشتم که مسؤولان آلمان جدید باید همواره توجه داشته باشند که وظیفه آنها تنها ایجاد موازنه در میان علایق متضاد نیست، بلکه واقعیات زشتی وجود دارد که ریشه در ساختار جهان جدید

1. Hermann Rein

دارد و گریز از این واقعیات و پناه بردن به تفکر عاطفی نتیجه‌ای جز فاجعه نخواهد داشت. به عبارت دیگر، می‌خواستم کاری کنم که علم در امور عمومی تا حدودی ابتکار عمل را به دست داشته باشد. آدنائر<sup>۱</sup>، که در این مسأله گفتگوهای بسیاری با او داشتم، وعده داد که در این کار کاملاً از من پشتیبانی کند. در همان زمان بسیاری از مقامات دانشگاهی و مقامات دولتی محلی می‌خواستند انجمن اضطراری علم آلمان را که در دهه سوم این قرن اشمیت ات<sup>۲</sup> رهبری آن را داشت و بعد از جنگ اول جهانی خدمات بسیاری به علم آلمان کرده بود، از نو زنده کنند. من از این کوشش برای تجدید خاطر<sup>۳</sup> گذشته خشنود نبودم، و این اندیشه قدیمی که دولت باید از لحاظ مالی از پژوهشهای علمی حمایت کند، اما از اینکه بگنریم باید هر يك به راه خود بروند، در نظر من اصلاً با وضع زمانه سازگار نبود. در این زمینه، بحثهای داغی در گرفت، و من گفتگویی را که با حقوقدانی به نام لودویگ رایزر<sup>۳</sup> داشتم در یاد دارم. او بعدها رئیس شورای علمی شد و سالها این سمت را داشت. وقتی به او گفتم انجمن موقتی که طرفدار احیای آن است ممکن است تمایل ریشه دار ما آلمانیها را به چشم بر بستن بر واقعیات ناگوار و پناه بردن به آرامش برج عاج خودمان تقویت کند، در جوابم فقط گفت: «اما من و شما که نمی‌توانیم سرشت آلمانی را عوض کنیم.» یکباره حس کردم که حق با اوست و دیدگاه گروههای بزرگ فقط با فشار خارجی دگرگون می‌شود نه با نیت فردی. و در واقع به رغم پشتیبانی آدنائر، نقشه‌های خود من هم بی نتیجه ماند و نتوانستم کاری کنم که مقامات دانشگاهی و آموزشی از اندیشه‌های جدید حمایت کنند. ده سال طول کشید تا بر اثر فشار خارجی وزارتخانه‌ای به نام وزارت پژوهش درست شد که با تشکیل هیأت‌های مشورتی دست کم به بخشی از پیشنهادهای من و همفکرانم جامه عمل پوشید. انجمن ماکس پلانک خیلی آسان با نیازهای جهان جدید همگام شد، اما از اینکه بگنریم تنها تسلائی ما این بود که باز هم می‌توان اصلاحاتی در کار آموزش کرد، هر چند این اصلاحات ضروری تنها در پی جداها و بحثهای طولانی امکان‌پذیر باشد.

1. Konrad Adenauer

2. Schmidt-Ott

3. Ludwig Raiser

## پوزیتیویسم، مابعدالطبیعه و دین (۱۹۵۲)

از سر گرفته شدن تماسهای بین المللی دوباره دوستان قدیم را دور هم جمع کرد. در اوایل تابستان ۱۹۵۲ فیزیکدانان اتمی در کپنهاگ گرد آمدند تا درباره ساختن يك شتابدهنده اروپایی بحث کنند. من به این طرح خیلی علاقه داشتم، زیرا امیدوار بودم که به کمک يك شتابدهنده بزرگ بتوان معلوم کرد که آیا در اثر برخورد دوزره بنیادی پرانرژی، همان طور که من فکر می کردم، انبوهی از ذرات دیگر به وجود می آیند یا نه؛ آیا حق داریم وجود بسیاری ذرات دیگر را فرض کنیم، و اگر چنین است، آیا تفاوت این ذرات، مثل تفاوت حالات مانای اتمها و مولکولها فقط در تقارنها و جرمها و عمرهای آنهاست. بنابراین گرچه بحث اصلی این ملاقات موضوعی بود که من شخصاً خیلی به آن علاقه داشتم، اما به نقل آن نمی پردازم زیرا باید گفتگویی را که با نیلس و ولفگانگ در این گردهمایی داشتم بازگو کنم. ولفگانگ از زوریخ آمده بود و هر سه ما در گلخانه کوچکی که اقامتگاه رسمی بوررا به پارک متصل می کرد نشسته بودیم. داشتیم درباره این موضوع قدیمی بحث می کردیم که آیا تعبیری که بیست و پنج سال پیش در همین محل از نظریه کوانتومی کرده بودیم درست بوده است، و آیا اندیشه‌های ما بخشی از سرمایه ذهنی همه فیزیکدانان شده است. نیلس گفت: «چند وقت پیش عده‌ای از فلاسفه، که بیشترشان پوزیتیویست بودند، در اینجا مجمعی داشتند که در آن اعضای حلقه وین نقش مهمی ایفا می کردند. از من خواستند که درباره تعبیر نظریه کوانتومی برایشان حرف بزنم. بعد از سخنرانی، نه کسی اعتراضی کرد و نه کسی سؤال جالبی داشت، اما باید بگویم که این ماجرا بکلی اسباب دلسردی من شد، زیرا کسانی که در اولین برخورد با نظریه کوانتومی



احساس حیرت نمی کنند، احتمالاً چیزی از آن نفهمیده اند. شاید من آنقدر بد حرف زده بودم که کسی حرفم را نفهمیده بود.»

ولفگانگ اعتراض کرد: «معلوم نیست که اشکال از شما باشد. یکی از اعتقادات اصلی پوزیتیویستها این است که واقعیات را باید قبول کرد، و به اصطلاح باید چشم بسته پذیرفت. تا آنجا که من به یاد دارم، ویتگنشتاین می گوید: 'جهان مجموعه همه واقعیات است'، و نیز 'جهان مجموع واقعیات است نه مجموع اشیاء'؛ و وقتی انسان از این مقدمات شروع کند، باید هر نظریه ای را که نمایشگر 'واقعیات' باشد با روی باز بپذیرد. پوزیتیویستها فهمیده اند که مکانیک کوانتومی پدیده های اتمی را درست توصیف می کند، و از این نظر دلیلی برای شکایت از آن ندارند. چیزهایی را هم که ما ناچار به آن افزوده ایم - از قبیل مکمل بودن، تداخل احتمالات، روابط عدم حتمیت، جدایی شناسنده و مورد شناسایی، و غیره - همه به چشم ایشان مشتی پیرایه است، گریزی به تفکرات ماقبل علمی است، حرفهایی از سرسیری است که نباید جدیشان گرفت. گرچه شاید این گرایش را بتوان از لحاظ منطقی توجیه کرد، اما اگر چنین باشد من یکی که نمی توانم بگویم وقتی می گوئیم طبیعت را درک کرده ایم منظورمان چیست.»

من گفتم: «شاید پوزیتیویستها ادعا کنند که فهمیدن همان قدرت پیشگویی است. وقتی فقط چند رویداد خاص را بتوانیم پیشگویی کنیم، فقط قسمت کوچکی از طبیعت را درک کرده ایم، اما اگر حوزه وسیعی از رویدادها را بتوانیم پیشگویی کنیم، درک ما هم به همان نسبت بیشتر است. از فهم بسیار ناقص تا فهم تقریباً همه چیز، مقیاس پیوسته ای وجود دارد، اما قدرت پیشگویی هیچ تفاوت کیفی با فهمیدن ندارد.»

«آیا خود شما به وجود چنین تفاوتی اعتقاد دارید؟»

جواب دادم: «بله، یقیناً چنین تفاوتی وجود دارد، و به گمانم سی سال پیش در آن گردش با دو چرخه در اطراف دریاچه والشن در این باره بحث کردیم. بگذارید از تمثیلی استفاده کنم. اگر هواپیمایی را در آسمان ببینیم، مکان آن را در یک ثانیه بعد با دقت محدودی می توانیم پیشگویی کنیم. فرض می کنیم که یا به خط مستقیم پیش خواهد رفت و یا اگر شروع به دور زدن کرده باشد، قوسی را رسم خواهد کرد. گرچه شاید در بیشتر مواقع نظر ما درست باشد، با این حال نمی توانیم ادعا کنیم که مسیر هواپیمای را فهمیده ایم. فقط اگر قبلاً با خلبان صحبت کرده باشیم و او به ما گفته باشد که چه طور می خواهد هواپیمای را هدایت کند، می توانیم بگوئیم که پرواز او را

فهمیده ایم.»

نیلس روی هم رفته قانع نشده بود: «به نظر من اطلاق این تمثیل بر فیزیک کار دشواری است. من شخصاً با پوزیتیویستها دربارهٔ چیزهایی که طلب می‌کنند موافقم، مخالفتم با آنها بر سر چیزهایی است که نفی می‌کنند. در توضیح نظرم باید بگویم که طرز تلقی پوزیتیویستی، به صورتی که از انگلستان و آمریکا می‌شناسیم و در واقع تنظیم اندیشه‌هایی است که قبلاً هم وجود داشته، ریشه در روحیه‌ای دارد که بر پیدایش علم جدید حاکم بود. تا آن زمان همهٔ توجه فیلسوفان به مسائل بزرگ و کلی معطوف بود، و این مسائل را در پر تو تعالیم مراجع کهن - عمدتاً ارسطو و تعالیم کلیسا - تحلیل می‌کردند. جزئیات تجربی را بی‌اهمیت می‌شمردند و کنار می‌نهادند و در نظر ایشان فقط تصویر کلی اهمیت داشت. در نتیجه انواع خرافات وارد فلسفه شد و فلسفه رشدی نکرد، زیرا به هر حال مراجع کهن مرده بودند. در اوایل قرن هفدهم سلطهٔ این مراجع از میان رفت، و توجه به تجربه، یعنی به بررسی تجربی جزئیات خاص، آغاز شد.

«می‌گویند که مجامع معروف علمی مثل انجمن سلطنتی لندن، در آغاز کار خود، سعی داشتند با طرح آزمایشهایی دعاوی کتابهای عامه پسند سحر و جادو را رد کنند. یکی از این دعاوی این بود که اگر سوسکی را در مرکز یک دایرهٔ گچی قرار بدهیم و ورد خاصی را بر آن بدمیم، سوسک افسون می‌شود. بنا بر این دانشمندان روی میزی دایره‌ای کشیدند، آن ورد مخصوص را خواندند، و بعد سوسک را در مرکز دایره قرار دادند، و همه دیدند که سوسک با چه سرعتی فرار می‌کند. در برخی دیگر از فرهنگستانهای معروف، اعضاء سوگند می‌خورند که هرگز به کلیات بزرگ نپردازند و کار خود را منحصر به واقعیات خاص کنند. در نتیجه از آن پس نظریه‌هایی که راجع به طبیعت داده می‌شد باید به گروههای مشخصی از پدیده‌ها مربوط می‌شد و با پیوندهای وسیعتر آنها کاری نداشت. هر فرمول نظری به صورت نوعی راهنمای عمل درآمد، شبیه کتابچه‌های مهندسان امروزی، که مثلاً شامل انبوهی از داده‌های مفید در مورد تنش فشاری میله‌هاست. حتی جملهٔ معروف نیوتن - 'من نمی‌دانم که نظر جهانیان دربارهٔ من چیست، اما در چشم خودم کودکی بیش نیستم که در ساحل به بازی مشغول است و هر چند گاه يك بار از یافتن مهره‌ای صافتر یا صدفی زیباتر از مهره‌ها و صدفهای معمولی مشغوف می‌شود، و در همان حال اقیانوس عظیم حقیقت، کشف نشده، پیش چشم او گسترده است' - حتی این جمله هم، بیانگر روحیه‌ای است که بر پیدایش علم جدید حاکم بوده است. البته کار نیوتن از این

ادعای فروتنانه بسیار تجاوز می‌کرد. او توانست قوانین بنیادی حاکم بر بسیاری از پدیده‌های طبیعی را به زبان ریاضی بیان کند، اما او حس می‌کرد که این چیزی است که 'باید در باره‌اش خاموش ماند'.

«طبیعی است که دانشمندان در طغیان خود بر قدرت مراجع و خرافات، خیلی وقتها زیاده‌روی می‌کردند. مثلاً گزارشهای قدیمی بسیاری درباره سنگهایی که از آسمان به زمین می‌افتد وجود داشت، و حتی برخی از صومعه‌ها و کلیساها تعدادی از این سنگها را به یادگار حفظ کرده بودند. اما در قرن هجدهم همه این گزارشها خرافه تلقی شد و مردود شناخته شد و از صومعه‌ها خواسته شد که سنگهای گرانبهای خود را دور بیندازند. حتی فرهنگستان فرانسه تصویب کرد که هر ادعایی درباره سنگهایی که از آسمان به زمین می‌افتد مردود است، و تا وقتی که تعداد زیادی شهابسنگ در حوالی پاریس به زمین افتاد، از این تصمیم خود دست برنداشت. منظور من از ذکر این واقعیات این است که توجه شما را به گرایش ذهنی حاکم بر دوران پیدایش علم جدید جلب کنم، و نیاز به تذکر نیست که چه آزمایشهای جدیدی و چه پیشرفتهای علمی از همین گرایش زاده شد.

«کاری که پوزیتیویستها می‌خواهند بکنند این است که برای این شیوه کار علم جدید یک مبنای فلسفی، یا اگر دوست دارید بگوییم یک توجیه، فراهم کنند. پوزیتیویستها می‌گویند که مفاهیم فیلسوفان پیشین دقت مفاهیم علمی را ندارند، و فکر می‌کنند که بسیاری از پرسشهایی که فلاسفه متعارف طرح کرده‌اند و درباره‌شان به بحث پرداخته‌اند، اصلاً معنی ندارند، بلکه مسأله کاذب‌اند، و بنابراین بهتر است فراموش شوند. تأکید پوزیتیویستها بر روشنی مفاهیم، به نظر من هم کاملاً درست است، اما وقتی هرگونه بحث درباره مسائل وسیعتر را، فقط به این دلیل که در این قلمرو مفاهیم ما کاملاً روشن نیست، ممنوع می‌شمارند، به نظر من کارشان زیاد مفید نیست. همین منع باعث می‌شود که نتوانیم نظریه کوانتومی را بفهمیم.»

ولفگانگ گفت: «وقتی می‌گویند که باعث می‌شود نظریه کوانتومی را نفهمیم، آیا منظورتان این است که فیزیک فقط از آزمایشها و فرمولها تشکیل نمی‌شود، بلکه باید درباره تلاقی این دو نیز به بحث فلسفی پردازد؟ به عبارت دیگر، آیا منظورتان این است که باید با استفاده از زبان معمولی، بده و بستان میان تجربه و ریاضیات را توضیح بدهیم؟ گمان من این است که همه مشکلات نظریه کوانتومی زیر سر همین

۱. اشاره است به جمله معروف ویتگنشتاین در رساله منطقی-فلسفی او.

تلاقی است، و این امری است که بیشتر پوزیتیویستها نادیده اش گرفته اند، زیرا در اینجا از دست مفاهیم محدود آنها کاری ساخته نیست. فیزیکدان تجربی باید بتواند درباره آزمایشهای خود حرف بزند، و بنا بر این ناگزیر باید از مفاهیم فیزیک کلاسیک استفاده کند، هر چند خوب می داند که این مفاهیم طبیعت را به طور ناقص توصیف می کنند. معضل اصلی او همین است، و او هم نمی تواند آن را نادیده بگیرد.»

من سعی کردم تذکر دهم: «پوزیتیویستها از همه مسائلی که به قول آنها سرشت ماقبل علمی دارند، خیلی برآشفته می شوند. به یاد کتابی از فیلیپ فرانک درباره علّیت می افتم که در آن بسیاری از مسائل و بیانها را مردود می شمارد، بدین دلیل که همه را بقایای مابعدالطبیعه کهن و بازمانده تفکر ماقبل علمی یا جان پندارانه می داند. مثلاً مفاهیم زیستی 'کلّیت' و 'کمال' را جزء اندیشه های ماقبل علمی می شمارد و رد می کند و می خواهد ثابت کند که همه گزاره هایی که معمولاً حاوی این مفاهیم اند معنای تحقیق پذیر ندارند. به نظر او مابعدالطبیعه مترادف با تفکر غیردقیق است و بنا بر این واژه ای اهانت آمیز به شمار می آید.»

نیلس گفت: «این نوع محدود کردن زبان به نظر من هم چندان مفید نیست. حتّماً شهر شیلر را با عنوان 'کلمات کنفوسیوس'، با این مصرعهای به یادماندنی می شناسید: 'تنها ذهن سرشار از روشنی برخوردار است، و حقیقت در اعماق خانه دارد'. در موردی که ما با آن سروکار داریم، سرشاری ذهن فقط سرشار بودن از تجارب نیست، بلکه سرشار بودن از مفاهیمی است که به کمک آنها می توان درباره مسائل و پدیده ها به طور کلی صحبت کرد. هنگام بحث درباره رابطه عجیب قوانین صوری نظریه کوانتومی و پدیده های مشهود، فقط با استفاده از انواع مفاهیم و با روشن کردن این مسأله از جوانب مختلف و آشکار کردن تناقضات ظاهری آن می توان امید داشت که دگرگونی فرایندهای ذهنی ما که برای هر نوع فهم واقعی نظریه کوانتومی لازم است، حاصل شود.»

«مثلاً بسیاری می گویند که مکانیک کوانتومی ناقص است، زیرا به دلیل مفاهیم مکمل 'موج' و 'ذره' هر نوع توصیفی را از طبیعت جز توصیفهای تنوی، ممنوع می داند. اما کسانی که مکانیک کوانتومی را خوب فهمیده اند هرگز به فکرشان خطور نمی کند که آن را نظریه ای تنوی بنامند، بلکه در نظر آنها مکانیک کوانتومی توصیف یگانه ای از پدیده های اتمی است، هر چند وقتی آن را درباره آزمایشها به کار می بریم، و بنا بر این ناچار می شویم به زبان روزمره ترجمه اش کنیم، باید به چهره های مختلف ظاهر شود. بنا بر این نظریه کوانتومی نمونه جالبی از این حقیقت

است که پاره‌ای ارتباطها را کاملاً می‌توان فهمید، هرچند فقط می‌توان به زبان تعبیر و تمثیل از آن سخن گفت. در این مورد، تعبیرها و تمثیلهای ما عمدتاً مفاهیم کلاسیک-یعنی 'موج' و 'ذره' - است. این مفاهیم جهان واقعی را به‌طور کامل توصیف نمی‌کنند، و گذشته از آن، مکمل یکدیگر و بنا بر این متناقض اند. با همه این حرفها، چون تنها راه برای توصیف طبیعت استفاده از زبان روزمره است، باید امید داشته باشیم که با استفاده از این تعبیرها بتوان به واقعیت امور دست یافت.

«شاید همین نکته درباره همه مسائل کلی فلسفی، و به خصوص درباره مابعدالطبیعه، درست باشد. ما ناگزیر به زبان تمثیلهای و تعبیرهایی سخن می‌گوییم که منظورمان را درست بیان نمی‌کنند، و نیز گاهگاه نمی‌توانیم از چنگ تناقض بگریزیم. با این حال تعابیر به ما کمک می‌کنند که هرچه بیشتر به واقعیات امور، که وجودشان را نمی‌توان انکار کرد، نزدیک شویم. حقیقت در اعماق خانه دارد. این عبارت هم به اندازه مصرع اول شعر شیلر درست است.

«شما از کتاب فیلیپ فرانک درباره علیت حرف زدید. فیلیپ فرانک یکی از فلاسفه‌ای بود که در آن کنگره کپنهاگ شرکت داشت، و در آنجا خطابه‌ای ایراد کرد که در آن واژه مابعدالطبیعه به‌صورت دشنام یا دست کم به‌صورت نعم البدلی برای تفکر غیر علمی، به‌کار رفته بود. بعد از پایان سخنرانی او، من نظر خودم را، تقریباً به‌صورت زیر، بیان کردم:

«ابتدا گفتم که نمی‌دانم چرا پیشوند «مابعد» باید منحصر به منطق و ریاضیات باشد. چون فرانک از «مابعد منطق» و «مابعد ریاضیات» حرف زده بود- و چرا باید استفاده از آن در طبیعت (فیزیک) زشت باشد. به‌هر حال این پیشوند معنایی جز این ندارد که داریم پرسشهای دیگری می‌کنیم، یعنی پرسشهایی که به مفاهیم بنیادی یک رشته خاص مربوط می‌شوند، و چرا نباید این‌گونه پرسشها را درباره طبیعت (فیزیک) مطرح کنیم؟ اما باید از طرف دیگر شروع کنم. این پرسش را در نظر بگیرید: متخصص کیست؟ بسیاری می‌گویند که متخصص کسی است که معلوماتش درباره موضوع کارش خیلی زیاد است. من در جواب می‌گویم که هیچ کس از هیچ موضوعی نمی‌تواند خیلی آگاهی داشته باشد. بنابراین تعریف زیر را بیشتر ترجیح می‌دهم: متخصص کسی است که برخی از خطاهای فاحشی را که در حوزه کارش می‌توان مرتکب شد می‌شناسد و راه احتراز از آن را می‌داند. بنابراین باید فیلیپ فرانک را متخصص مابعدالطبیعه دانست، زیرا او راه احتراز از خطاهای فاحش مابعدالطبیعه را می‌داند. نمی‌دانم فرانک از این ستایش چندان خوشش آمد یا نه،

هر چند من قصد تعارف نداشتم. در این بحثها نکته مهم به نظر من این است که وجود اعماقی را که حقیقت در آن خانه دارد انکار نکنیم، چون در این صورت نظر ما خیلی سطحی خواهد شد.»

آن شب من و ولفگانگ بحث را دو نفری ادامه دادیم. فصل شبهای طولانی بود. هوا نه گرم بود و نه سرد، شفق تقریباً تا نیمه شب ادامه داشت، و همینکه خورشید در افق پنهان می شد، شهر در نوری ملایم و آبی گونه غرق می شد. تصمیم گرفتیم که در لانژلینی<sup>۱</sup>، که گردشگاه بندری زیبایی است و کشتیها در دو سوی آن بار تخلیه می کنند، قدم بزنیم. در جنوب، لانژلینی تقریباً در جایی شروع می شود که پری دریایی کوچک هانس کریستیان آندرسون بر تخته سنگی در کنار ساحل آرمیده است، و در شمال به موج شکنی محصور است که به داخل خود می پیچد و مدخل فریهوان<sup>۲</sup> را با يك فانوس دریایی کوچک مشخص می کند. پس از آنکه مدتی پس و پیش رفتن کشتیها را در شفق نظاره کردیم، ولفگانگ از من پرسید:

«آیا تذکرات نیلس درباره پوزیتیویستها، شما را کاملاً راضی کرد؟ به نظر من آمد که شما بیش از نیلس به پوزیتیویستها به چشم انتقاد نگاه می کنید، یا شاید معیار صدق در نظر شما از بیخ و بن با معیار آنها فرق دارد. نمی دانم که نیلس تا چه حد با شما موافق است.»

«من هم البته نمی دانم. به هر حال نیلس در دورانی بزرگ شده است که رهایی از قید تصورات طبقه متوسط قرن نوزدهم، و به خصوص فلسفه مسیحی، به شخصیتی بسیار قوی نیاز داشته است. و چون در این راه تلاش عظیمی کرده، پس عجیب نیست که از استفاده آزادانه از زبان فلسفه سنتی ابا داشته باشد، چه رسد به زبان الهیات. من و شما وضعمان فرق می کند. ما به دلیل درگیری در دو جنگ و دو انقلاب، می توانیم بدون تلاش فراوان بسیاری از سنتها را رد کنیم. به نظر من کار کاملاً عبثی است. و نیلس هم شخصاً موافق است. که فقط به این دلیل که مسائل و اندیشه های فیلسوفان پیشین را نمی توان به زبان دقیقتری بیان کرد، چشم خود را کاملاً بر آنها بیندیم. البته فهم مفهوم واقعی این اندیشه ها برای من گاهی خیلی دشوار است، اما در این موارد، سعی می کنم به زبان امروزی ترجمه شان کنم تا شاید از آنها پاسنهای تازه ای بیرون بیاید. اما اصولاً با بررسی مجدد پرسشهای کهن مخالف نیستم، همچنان که با استفاده از زبان هیچ يك از دینهای کهن مخالفی ندارم. می دانیم که ادیان به زبان

1. Langelinie

2. Frihvan

تعبیر و تمثیل سخن می گویند، و این تعبیرها و تمثیلهای هیچ گاه نمی توانند با معنای مورد نظر خود کاملاً مطابقت داشته باشند. با این حال اعتقاد دارم که همه ادیان کهن سعی در بیان مضامین و روابط واحدی دارند که بر گرد پرسشهایی درباره ارزشها می چرخند. شاید حق با پوزیتیویستها باشد و امروزه معنی دادن به این تمثیلهای کار دشواری باشد. با وجود این، باید نهایت کوشش را کرد تا به معنای آنها دست یافت، زیرا کاملاً روشن است که این معنی به جنبه مهمی از واقعیت مربوط می شود، یا اگر این معنی در قالب کهن نگنجد باید سعی کرد تا آن را به زبان نو بیان کرد.»

«وقتی درباره این گونه مسائل چنین نظری دارید، پیداست که نمی توانید تساوی صدق و قدرت پیشگویی را قبول کنید. اما معیار خود شما برای صدق در علم چیست؟ در خانه بور این مسأله را به اشاره به پرواز هواپیما تشبیه کردید. اما من شباهت این دورا نفهمیدم. چه بخشی از طبیعت به نیات یا دستورهایی خلبان شباهت دارد؟» سعی کردم نظرم را توضیح بدهم: «واژه‌هایی مثل 'نیت' و 'دستور' بر رفتار بشری قابل اطلاق اند و درباره طبیعت فقط به صورت تمثیل می توان به کارشان برد. بهتر است به مقایسه قدیمی نجوم بطلمیوسی و تصور نیوتن از حرکات سیارات متوسل شویم. اگر تنها معیار صدق قدرت پیشگویی باشد، نجوم نیوتنی بهتر از نجوم بطلمیوسی نیست. اما اگر نگاهی به پشت سر بیندازیم و بطلمیوس و نیوتن را مقایسه کنیم، به روشنی درمی یابیم که معادلات نیوتن مسیر سیارات را بسیار کاملتر و درست تر از بطلمیوس بیان می کنند، و گویی نیوتن نقشه ساختمان طبیعت را ترسیم می کند. یا مثالی از فیزیک جدید بیاوریم: وقتی می فهمیم که قوانین بقای انرژی و بارو غیره کاملاً کلی اند و در همه شاخه‌های فیزیک کاربرد دارند و نتیجه تقارن ذاتی قوانین اساسی فیزیک اند، آنگاه ممکن است بگوییم که تقارن یکی از عناصر اصلی نقشه آفرینش جهان است. البته خوب می دانم که واژه‌های «نقشه» و «آفرینش» از حوزه تجارب بشری اخذ شده‌اند و خیلی که باشد تمثیل محسوب می شوند. اما خوب می توان دید که زبان روزمره وقتی به اینجا می رسد ناتوان می شود. شاید تنها چیزی که درباره نظر خودم راجع به صدق در علم می توانم بگویم همین باشد.»

«کاملاً درست است. اما پوزیتیویستها ممکن است اعتراض کنند که گفته‌های شما الفاظی مبهم و مهمل است، و حال آنکه خود ایشان نمونه روشنی منطقی اند. اما حقیقت را در کجا باید جستجو کرد؟ در ابهام یا در روشنی؟ نیلس شعر شیلر را نقل کرد: 'حقیقت در اعماق خانه دارد'. آیا چنین اعماقی وجود دارد، و آیا در آنجا حقیقتی یافت می شود؟ و آیا ممکن است که معنای زندگی و مرگ در این اعماق نهفته

باشد؟»

چند صد متر آن سوتر، کشتی بزرگی می گذشت و چراغهای درخشان آن در روشنایی شفق آبی گون، خیالی و غیر واقعی می نمود. چند لحظه به زندگیهایی که پشت پنجره های روشن اتاقها می گذشت اندیشیدم، و یکباره پرسش ولفگانگ با این همه در آمیخت: راستی این کشتی چیست؟ آیا توده ای از فولاد با یک نیروگاه مرکزی و چراغهای برق است؟ آیا جلوه ای از نیات بشری است، صورتی است که از روابط میان بشرها پدید آمده است؟ یا نتیجه ای از قوانین زیستی است، که نیروی سازنده خود را نه تنها بر مولکولهای پروتئین بلکه بر فولاد و جریان برق هم اعمال می کنند؟ آیا واژه «نیت» نشان می دهد که این نیروهای سازنده یا این قوانین زیستی فقط در آگاهی بشری وجود دارند؟ و معنی واژه «فقط» در اینجا چیست؟

گفتار خاموش و بی مخاطب من اکنون به پرسشهای کلی تر کشیده می شد: آیا جستجو در پس ساختارهای نظم دهنده این جهان برای پی بردن به «آگاهی» ای که «نیاتش» همین ساختارهاست، بکلی کار عبثی است؟ البته طرح این سؤال هم لغزشی ناشی از تشبیه به انسان بود، زیرا واژه آگاهی در هر حال بر تجارب بشری صرف مبتنی است، و بنا بر این باید به قلمرو بشری محدود شود. اما در این صورت صحبت کردن از آگاهی حیوانات هم کار نادرستی است، و حال آنکه حس می کنیم که این کار بی معنی نیست. حس می کنیم که معنی واژه «آگاهی» وقتی می کوشیم آن را در خارج از قلمرو بشری به کار ببریم، وسیعتر و در عین حال مبهمتر می شود. پوزیتیویستها راه حل ساده ای دارند: جهان را باید به دو بخش تقسیم کرد، بخشی که به روشنی می توان درباره اش سخن گفت و بخشی دیگر که باید آن را به خاموشی برگزار کرد. اما با توجه به اینکه آنچه به روشنی می توان گفت تقریباً هیچ است، آیا فلسفه ای بی معنی تر از این می توان تصور کرد؟ اگر همه چیزهای ناروشن را حذف کنیم، شاید جز مشتی همانگویی مبتدل و پیش پا افتاده چیزی در دستمان نماند.

ولفگانگ رشته افکارم را از هم گسیخت:

«شما قبلاً گفتید که با تعبیرها و تمثیلهای دینی بیگانه نیستید، و به همین دلیل از قید و بندهای پوزیتیویستی دل خوشی ندارید. همچنین اشاره کردید که مذاهب کهن، با همه تفاوت در تعابیر، تقریباً به واقعیات واحدی اشاره دارند، و این واقعیات، به گفته شما با مسائل مربوط به ارزشها پیوند نزدیکی دارند. منظور واقعی شما از این حرف چه بود، و میان واقعیات دینی و تصور شما از حقیقت چه رابطه ای هست؟»



«مسأله ارزشها چیزی جز مسأله اعمال و هدفها و اخلاقیات ما نیست، و موضوع آن قطب‌نمایی است که باید کشتی زندگی‌مان را، اگر بخواهیم در مسیر درست بیفتند، با آن هدایت کنیم. ادیان و فلسفه‌های مختلف نامهای متفاوتی به این قطب‌نما داده‌اند: سعادت، اراده الهی، معنای زندگی، و بسیاری نامهای دیگر. نامهای مختلف تفاوت عمیق آگاهی گروههای مختلف بشری را منعکس می‌کند، و من هم نمی‌خواهم این تفاوتها را دست‌کم بگیرم، با این حال، تصور من این است که همه این عبارات می‌خواهند وابستگی انسان را به يك نظم کانونی بیان کنند. البته همه می‌دانیم که واقعیتی که هر يك از ما قائل است به آگاهی خود او بستگی دارد، و ما فقط بخش کوچکی از جهان خود را می‌توانیم به صورت عینی ببینیم. اما حتی وقتی به ژرفکاوی در قلمرو ذهن می‌پردازیم، نمی‌توانیم نظم کانونی را نادیده بگیریم یا صورتی را که در این قلمرو قرار دارند فقط مشق شبح و عراض بشماریم. البته قلمرو ذهنی افراد، مثل قلمرو ذهنی ملتها، گاهی دستخوش آشوب می‌شود: شیاطین از بندرها می‌شوند و خسارت‌های فراوان به بار می‌آورند، و یا به زبان علمی‌تر، نظمهای جزئی‌ای که از نظم کانونی جدا شده‌اند یا با آن سازگار نیستند کار را به دست می‌گیرند. اما در تحلیل نهایی، نظم کانونی یا همان چیزی که در گذشته 'واحد' خوانده می‌شد، و ما با زبان دین با او ارتباط برقرار می‌کنیم، باید برنده شود. وقتی مردم به جستجوی ارزشها می‌پردازند، شاید در طلب آن نوع اعمالی هستند که با نظم کانونی هماهنگی دارد، و بدین دلیل از آشوب ناشی از نظمهای متعارض و جزئی‌فارغ است. به قدرت 'واحد' از اینجا می‌توان پی برد که همه ما هر چیز منظم را خوب و هر چیز آشفته و آشوبناک را بد می‌دانیم. منظره شهری که بمب اتمی ویرانش کرده باشد روح ما را افسرده می‌کند، و بیابانی که به باغی شکوفان تبدیل شده باشد به ما سرزندگی می‌بخشد. در علم، نظم کانونی را از اینجا می‌توان تشخیص داد که از تمثیلهایی چون 'طبیعت بر طبق این نقشه ساخته شده است' می‌توان استفاده کرد. با این زمینه است که تصور من از حقیقت با واقعیت تجربه دینی پیوند می‌یابد. من فکر می‌کنم از آن زمان که نظریه کوانتومی را فهمیده‌ایم، این پیوند آشکارتر شده است. زیرا به کمک نظریه کوانتومی می‌توان فرآیندهای بهره‌مند از نظم را، در يك قلمرو وسیع، به زبان انتزاعی ریاضی بیان کرد، و اگر بخواهیم این فرآیندهای بهره‌مند از نظم را به زبان روزمره بیان کنیم ناگزیر باید به تمثیل متوسل شویم و از دیدگاههای مکملی استفاده کنیم که دارای تعارضها و تناقضهای آشکار است.»

ولفگانگ گفت: «من در بیشتر بحث می‌توانم با شما همراهی کنم، اما راستی

منظورتان از اینکه نظم کانونی باید برنده شود، چیست؟ چون این نظم یا وجود دارد و یا ندارد، پس گفتن اینکه برنده می شود چه معنی دارد؟»

«منظورم چیز پیش پا افتاده ای است، مثلاً اینکه با سپری شدن هر زمستان گلها در چمنزارها شکوفان می شوند یا با پایان یافتن هر جنگ شهرها از نو ساخته می شوند. گاهگاه ویرانی جای خود را به نظم می سپارد.»

در سکوت راه پیمودیم و چیزی نگذشت که به انتهای شمالی لائرنلی رسیدیم و از آنجا از راه موج شکن تا فانوس دریایی کوچک رفتیم. هنوز می توانستیم يك نوار روشن سرخ رنگ را در شمال ببینیم؛ در این عرضهای جغرافیایی خورشید خیلی پایینتر از افق نمی رود. طرح کلی تأسیسات بندری کاملاً مشخص بود، و بعد از اینکه مدتی در انتهای موج شکن ایستادیم، ولفگانگ سؤالی نامنتظر از من کرد:

«آیا شما به خدای متشخص اعتقاد دارید؟ البته می دانم که معنی روشن دادن به این پرسش دشوار است، اما شاید مفهوم کلی آن را درک کنید.»

پرسیدم: «اجازه هست که سؤال شما را با عبارت دیگری بیان کنم؟ خود من این بیان را ترجیح می دهم: آیا شما، یا هر کس دیگری، به همان صورت که با روح انسان دیگری ارتباط برقرار می کنید، می توانید با نظم کانونی هم، که در وجودش شك نیست، رابطه برقرار کنید؟ واژه 'روح' را تماماً به کار می برم تا از سوء تفاهم جلوگیری کنم. اگر پرسش خود را به این صورت بیان کنید پاسخ من مثبت خواهد بود. و چون تجارب شخص من زیاد اهمیت ندارد، بهتر است عبارتی را که پاسکال بر لباس خود دوخته بود به یاد شما بیاورم. عنوان این عبارت 'آتش' بود و چنین آغاز می شد: 'خدای ابراهیم و اسحاق و یعقوب، نه خدای فیلسوفان و حکیمان'. البته اضافه می کنم که این عبارت، به این صورت خاص، در مورد من درست نیست.»

«به عبارت دیگر، به تصور شما، با همان شدتی که انسان به روح يك انسان دیگر آگاهی می یابد، می تواند نظم مرکزی را هم دریابد؟»

«شاید.»

«چرا واژه روح را به کار بردید و به جای آن نگفتید يك شخص دیگر؟»

«درست به همین دلیل که واژه روح به نظم کانونی اشاره دارد، به هسته مرکزی يك موجود که جلوه های خارجیش گاه بسیار متنوع و از فهم ما خارج است.»

«فکر نمی کنم که کاملاً با شما موافق باشم. به هر حال نباید در اهمیت تجارب خودمان زیاد اغراق کنیم.»

«البته که نباید. ولی علم هم بر تجارب شخصی، یا بر تجارب دیگران که به طور

موتق گزارش شده باشد، مبتنی است.»

«شاید بهتر بود پرسش‌م را به صورت دیگری مطرح می‌کردم. ولی فعلاً به مسأله اصلیمان برگردیم، به فلسفه پوزیتیویستی. این فلسفه برای شما جاذبه ندارد زیرا راه بحث در همه مسائلی را که هم‌اکنون متعرضشان شدیم، می‌بندد. اما آیا پوزیتیویسم به این اعتبار بکلی از جهان ارزشها جداست؟ آیا علی‌الاصول نمی‌تواند اخلاق را شامل شود؟»

«شاید در نظر اول چنین باشد، ولی از لحاظ تاریخی وضع بکلی چیز دیگری است. به‌هرحال، پوزیتیویسم امروزی از شکم پراگماتیسم بیرون آمده است، و پراگماتیسم به ما می‌آموزد که نباید دست بسته بنشینیم و باید مسئولیت کارهایمان را به گردن بگیریم. باید هر جا که لازم باشد کاری بکنیم، هر چند این گونه کارها جهان را یکشبه دگرگون نکند. از این لحاظ، پراگماتیسم به نظر من بر بسیاری از ادیان کهن برتری دارد، زیرا آموزشهای کهن انسان را به آسانی به کناره‌گیری و انفعال دچار می‌کند و به او یاد می‌دهد که هر جا چاره‌ای در کار نباشد تسلیم شود. و حال آنکه انسان می‌تواند با اعمال خود بسیاری چیزها را اصلاح کند. يك اصل خوب در زندگی عملی و حتی در علم این است که انسان پیش از آنکه بتواند بدود، راه رفتن یاد بگیرد، اما به شرط آنکه واقعیت وسیعتر را از نظر دور ندارد. فیزیک نیوتنی هم به هر حال ترکیبی از مطالعه دقیق جزئیات و دیدی کلی راجع به طبیعت است. اما متأسفانه، پوزیتیویسم امروزی بغلط چشم خود را بر واقعیت وسیعتر می‌بندد و تماماً می‌کوشد تا به آن توجه نکند. شاید من مبالغه می‌کنم، اما حداقل می‌توان گفت که پوزیتیویسم مردم را به تفکر در این موضوعات دعوت نمی‌کند.»

«انتقاد شما کاملاً منصفانه است، اما هنوز به سؤال من جواب نداده‌اید. اگر آمیزه پراگماتیسم و پوزیتیویسم متضمن يك نظریه اخلاقی است. و یقیناً نظر شما درست است که چنین تعلیمی وجود دارد و می‌توان عمل آن را در آمریکا و انگلستان به چشم دید. این نظریه مسیر خود را با کدام قطب‌نما تعیین می‌کند؟ شما می‌گویید که مآلاً باید رابطه با يك نظم کانونی راهنمای ما باشد، اما چنین رابطه‌ای را در کجای پراگماتیسم می‌توان یافت؟»

«من با ماکس وبر<sup>۱</sup> موافقم که اخلاق پراگماتیستی سرانجام بر مذهب کالونی<sup>۲</sup>، یعنی بر مسیحیت، مبتنی است. اگر از انسان غربی بپرسیم که خوب و بد چیست، در

1. Max Weber

2. Calvinism

راه چه چیزهایی باید کوشید و چه چیزهایی را باید از دست فرو نهاد، در بسیاری از موارد می بینیم که پاسخ او معیارهای مسیحیت را منعکس می کند، هر چند رابطه او با تصاویر و تعابیر مسیحی از مدتها پیش قطع شده باشد. اگر آن نیروی مغناطیسی که این قطب نما را راهبری کرده و یقیناً منشأ آن چیزی جز نظم کانونی نیست از بین برود، بزرگترین مصائب بر بشر نازل خواهد شد، مصائبی بسیار بزرگتر از اردوگاههای کار اجباری و بمب اتمی. اما غرض ما این نبود که به تماشای این گوشه های تاریک برویم، پس امیدوار باشیم که نظم کانونی بار دیگر، شاید به شیوه های نامنتظر، راه ما را روشن کند. از لحاظ علمی حق با نیلس است و تأکید پوزیتیویستها و پراگماتیستها بر توجه دقیق به جزئیات و وضوح معانی چیز بسیار لازمی است. فقط از حیث محرماتی که پوزیتیویسم وضع می کند می توان با آن مخالفت کرد، زیرا اگر از ارتباطات وسیعتر سخن نگوئیم و حتی به آن نیندیشیم، قطب نمایی نخواهیم داشت و شاید راه خود را گم کنیم.»

دیر وقت بود، اما يك قایق كوچك ما را به سرعت از بارانداز عبور داد و به کونگنس نیتوروا برگرداند، و از آنجا رفتن به خانه نیلس کار آسانی بود.

## مباحثات علمی و سیاسی

(۱۹۵۷-۱۹۵۶)

ده سال پس از پایان جنگ، خسارات وخیم جنگ ترمیم شده بود. کار بازسازی دست کم در آلمان غربی، با چنان سرعتی پیش می‌رفت که تصور شرکت مجدد آلمان در طرح‌های مربوط به انرژی اتمی امکان‌پذیر بود. در پاییز سال ۱۹۵۴ به دستور دولت فدرال به واشنگتن رفتیم تا در مذاکرات مقدماتی دربارهٔ از سر گرفته شدن این نوع کارها در جمهوری فدرال شرکت کنیم. اینکه آلمان در دوران جنگ در عین داشتن مهارت‌ها و دانش لازم دست به ساختن بمب اتمی نزده بود، تأثیر عمیقی در این مذاکرات داشت. به هر حال به ما اجازه دادند که يك راکتور كوچك اتمی بسازیم و به نظر می‌آمد که محدودیتهای موجود بر سر راه استفادهٔ صلح‌آمیز از انرژی اتمی در آلمان به زودی مرتفع خواهد شد.

در این شرایط، لازم بود جمهوری فدرال خط مشی جدیدی برای خود تعیین کند. البته اولین کار ساختن يك راکتور پژوهشی بود که فیزیکدانان و مهندسان، و به خصوص صنایع آلمان، به کمک آن تکنیکهای جدید را بررسی کنند. پیدا بود که شعبه‌ای از انستیتوی ماکس پلانک برای فیزیک و اختر فیزیک در گوتینگن، که ما در آن کار می‌کردیم و ریاستش با کارل ویرتس بود، در این برنامه می‌توانست نقش مهمی ایفا کند، زیرا از يك سو اعضای آن با برنامهٔ راکتورسازی زمان جنگ آشنا بودند و از سوی دیگر تحولات بعدی را از راه مطالعهٔ نوشته‌ها و شرکت در انجمنها دنبال کرده بودند. به همین دلیل، آدنائر خیلی وقتها از من دعوت می‌کرد تا در گفتگوهای رسمی یا در مباحثات با صاحبان صنایع شرکت کنم، تا تصمیماتی که گرفته می‌شود از لحاظ علمی درست باشد. در این گفتگوها پی بردم که حتی در

حکومت‌های دموکراتیک تصمیم‌های مهمی چون گشایش شاخهٔ اتمی در صنعت فقط بر مبنای کارایی اخذ نمی‌شود، بلکه به موازنهٔ ظریفی میان علایق متضاد نیاز دارد. تشخیص این علایق دشوار است و وجود آنها گاهی مانع آن می‌شود که کارآمدترین تصمیم‌ها گرفته شود. این نکته هر چند برای من تازگی داشت اما زیاد اسباب شگفتی نبود. نمی‌توان گناه این وضع را به گردن سیاستمداران گذاشت، بلکه برعکس، ایجاد سازش میان منافع متضاد و ترکیب آنها به صورت یک کل موزون اجتماعی از مهمترین و ارزشمندترین وظایف ایشان است. با این حال، من خودم تجربهٔ چندانی در ایجاد موازنه میان منافع سیاسی یا اقتصادی نداشتم، و بنابراین سهم من در این مذاکرات از آنچه امید داشتم بسیار کمتر بود.

مذاکرات من با همکاران بسیار نزدیکم نشان می‌داد که بهتر است اولین راکتور در جوار انستیتوی ما ساخته شود. به این دلیل انستیتو هم به جای بسیار بزرگتری نیاز داشت و نظر من این بود که به اطراف مونیخ نقل مکان کنیم. بی‌شک این امر دلایل شخصی هم داشت - من خاطرات بسیار خوشی از این شهر از روزگار جوانی و دوران تحصیل داشتم - اما گذشته از این، نزدیکی به مرکز فرهنگی مهمی چون مونیخ، که همواره پذیرای اندیشه‌های نو بوده است، به نظر من برای انستیتو بسیار مفید بود. در مورد رابطهٔ میان انستیتو و مرکز تازه تأسیس انرژی اتمی، فکر می‌کردم که همکاری نزدیک میان آن دو باعث خواهد شد از تجربه‌هایی که انستیتو در زمان جنگ گرد آورده بود به بهترین وجه استفاده شود و نیز به این طریق مهندسان اتمی که در انستیتوی ما تربیت می‌شوند تنها به کاربرد صلح آمیز انرژی اتمی خواهند اندیشید و از امکانات قابل ملاحظهٔ مرکز برای مقاصد دیگر استفاده نخواهند کرد. اما طولی نکشید که فهمیدم صاحبان پرنفوذ صنایع کشور نمی‌خواهند چنین کاری در باواریا انجام بگیرد، بلکه وورتمبرگ<sup>۱</sup> را برای این منظور مناسبتر می‌دانند، و سرانجام هم کارلزروهه<sup>۲</sup> را انتخاب کردند. در همان زمان، مقامات دولت باواریا ساختمان جدیدی را در مونیخ به انستیتو هدیه کردند، اما کارل ویرتس به این ساختمان نقل مکان نکرد زیرا از او خواسته شده بود که با گروه متخصصان راکتور خود به کارلزروهه برود. کارل فریدریش هم به سمت استادی فلسفه در دانشگاه هامبورگ منصوب شد.

من از این اتفاقات زیاد خوشحال نبودم، زیرا هر چند آرزوی شخص من برای

کوچ به ناحیه باواریا برآورده می‌شد، اما مزایایی که تحقیق عملی در زمینه اتم در نزدیکی انستیتوی ما داشت بکلی نادیده گرفته شده بود. از اینکه می‌دیدم همکاری نزدیک و طولانیم با کارل فریدریش و کارل ویرتس پایان می‌گیرد غمگین بودم، و نگران بودم که مبادا مرکز کارلروهه دیر یا زود به دست اشخاصی بیفتد که چندان پروای استفاده صلح‌آمیز از انرژی اتمی را نداشته باشند. همچنین از اینکه می‌دیدم در نظر کسانی که اختیار مهم‌ترین تصمیم‌گیرها را دارند مرز میان کاربردهای صلح‌آمیز و نظامی، مانند مرز میان تحقیقات کاربردی و بنیادی، چندان مشخص نیست، مضطرب بودم.

از سوی دیگر سیاستمداران و اقتصاددانان، برخلاف مردم عادی، گاهی می‌گفتند که سلاح‌های اتمی امروزه یکی از وسایل مجاز دفاع ملی است و بنا بر این باید در جمهوری فدرال هم، مانند سایر نقاط جهان، نقشی برعهده بگیرد، و این حرف‌ها به اضطراب من دامن می‌زد. اما من، مثل اغلب دوستانم، اعتقاد داشتم که سلاح اتمی جز مخدوش کردن اعتبار جهانی جمهوری فدرال فایده‌ای نخواهد داشت، و اگر ما برای بیب اتمی سروصدا به راه بیندازیم، فقط آرمان ما آسیب خواهد دید. زیرا جهان خارج هنوز بی‌رحم‌ها و وحشت‌های جنگ را به یاد داشت و آراء عمومی در خارج هرگز وجود آلمانی را که به نمایش بیب اتمی پردازد تحمل نمی‌کرد. بنا بر این وقتی ضمن چند گفتگو با نخست‌وزیر دولت فدرال فهمیدم که او هم اعتقاد دارد که جمهوری آلمان در زمینه تسلیح مجدد نباید از حدودی که متحدانش تعیین کرده‌اند تجاوز کند، خوشحال شدم. اما در این زمینه هم دولت باید نهایت کوشش را می‌کرد تا میان منافع که غالباً با هم اصطکاک شدید داشتند، موازنه‌ای ایجاد کند.

از میان همه دوستان من، تنها کارل فریدریش از پرداختن به این مسأله دست بر نمی‌داشت و سرانجام هم ناچار شد به صحنه سیاست وارد شود. یکی از گفتگوهای متعدد ما هنگامی آغاز شد که من از او پرسیدم: «نظر شما درباره آینده انستیتو چیست؟ من نگرانم که مبادا تصمیم گرفته شود که طرح انرژی اتمی بکلی از دست ما بیرون برود. البته می‌دانم که می‌توانیم به بسیاری کارهای دیگر پردازیم، اما چه کسی خواهان این جدایی است؟ آیا سرچشمه این مشکلات پیشنهاد خود خواهانه من بود که می‌گفتم محل انستیتو در مونیخ باشد؟ یا جدا شدن مرکز اتمی از انجمن ماکس پلانک دلایل واقعی دیگری دارد؟»

کارل فریدریش گفت: «در این نوع مسائل نیمه‌سیاسی، تشخیص واقعی از غیر واقعی کار بسیار دشواری است. تحولات فنی که ما پیش‌بینی می‌کنیم، یقیناً در

محلّی که برای مؤسسه جدید انتخاب می‌شود، تغییرات پردامنه‌ای ایجاد خواهد کرد. در آن منطقه برای مردم بسیاری کار ایجاد خواهد شد، و به احتمال زیاد مجتمعه‌های مسکونی جدیدی باید ایجاد شود، و صنایع جنبی جدیدی به وجود خواهد آمد که سفارشهای زیادی دریافت خواهند داشت. بنابراین، اگر شهر یا ناحیه‌ای دوست داشته باشد که برای این منظور انتخاب شود، در این کار دلایل واقعی بسیار خواهد داشت. بی‌شک گفتگویی را که در فارم‌ها دربارهٔ مسألهٔ بپ اتمی داشتیم هنوز به یاد دارید. آنچه در آن مورد گفتیم در اینجا هم صادق است: انتخاب محل باید با برنامه‌های کلی توسعهٔ علمی و اقتصادی جمهوری فدرال سازگار باشد. طرح این پرسش که راکتور باید در کجا ساخته شود تا بیشترین کارایی را داشته باشد، کافی نیست، بلکه باید عوامل دیگری را هم که باعث گردش درست چرخ اقتصاد می‌شود، در نظر گرفت.»

«کاملاً درست است. اما آیا فکر می‌کنید که وقتی طرح انرژی اتمی آلمان ریخته می‌شد، این نوع ملاحظات رعایت شده بود؟»

«راستش نمی‌دانم، و نگرانیهای واقعی من از همین جا شروع می‌شود. از گفتگوهای بسیاری که داشته‌ایم، یقیناً فهمیده‌اید که بیشتر ناآشنایان مرز میان طرحهای توسعه و تحقیقات بنیادی را با تکنولوژی تسلیحاتی درست نمی‌شناسند. بنابراین بعضیها کوشش خواهند کرد که کار مرکز را در مسیر تحقیقاتی بیندازند که هیچ رابطهٔ مستقیمی با تحولات فنی امروزی ندارد. هر چند این امر نباید چندان مایهٔ نگرانی ما شود. همچنین برخی هم پژوهشهای صلح آمیز اتمی را به امید کاربردهای نظامی احتمالی آن، مثلاً تولید پلوتونیوم، تشویق خواهند کرد. و این خیلی بدتر است. کارل ویرتس یقیناً تا حد امکان در برابر این گرایش مقاومت می‌کند، اما نیروهای هم وجود دارند که با کوششهای او مخالفت می‌کنند، و این نیروها به قدری پر قدرت اند که هیچ فردی نمی‌تواند جلوییشان را بگیرد. بنابراین باید با همهٔ توان خود دولت را وادار به صدور بیانیه‌ای رسمی کنیم که در آن اعلام کند که هیچ تلاشی برای تولید سلاح اتمی در آلمان صورت نخواهد گرفت. پیداست که دولت دلش می‌خواهد همهٔ راهها پیش رویش باز باشد، و نمی‌خواهد که ما دست و پایش را ببندیم. شاید بتوانیم يك بیانیهٔ علنی صادر کنیم، اما اعتقاد مردم به این نوع اعلامیه‌ها سست شده است. اما شما وعده‌ای از فیزیکدانان سال گذشته در جزیرهٔ مایناتوا جمع شدید



و بیانیه مشترکی را امضا کردید. آیا از نتایج آن راضی هستید؟»  
 «من بیانیه را امضا کردم، اما راستش از این جور چیزها بیزارم. اینکه انسان در  
 ملاً عام اعلام کند که هوادار صلح و مخالف جنگ است، چیزی جز نوعی وراجی  
 ابلهانه نیست. هر آدمی که عقل به سرش باشد باید هوادار صلح و مخالف بمب اتمی  
 باشد، و لزومی ندارد که ما دانشمندان این را به او تذکر بدهیم. دولت هم این گونه  
 اعتراضها را وارد محاسبات خود می کند و اعلام می کند که از صمیم قلب هوادار صلح  
 و مخالف بمب اتمی است، اما این تبصره را هم اضافه می کند که منظورش صلحی است  
 که برای ملت ما سودمند و افتخارآمیز باشد، و تا وقتی که چنین صلحی برقرار نشود  
 نهایت کوشش خود را خواهد کرد تا ما را از خطر بمبهای اتمی بیگانه حفاظت کند. و  
 بدین طریق يك قدم هم به جلو بر نمی داریم.»  
 «با این حال، مردم از خطرات جنگ اتمی آگاه می شوند، و اگر این تذکر بی نتیجه  
 بود خود شما بیانیه مایناتو را امضا نمی کردید.»  
 «با وجود این، هر چه بیانیه ای کلی تر و ضمانت اجرایش کمتر باشد، بی ارزشتر  
 است.»

«بسیار خوب، پس باید به فکر اقدام بهتری بود، اما به هر حال باید کاری کرد.»  
 «بسیاری از مردم هنوز هم سیاست بازبهای قدیمی، مثل توسعه قدرت اقتصادی و  
 سیاسی و باجگیری از راه تهدید نظامی را واقع بینانه ترین راه می دانند، و توجه ندارند  
 که مدتهاست جریان معکوس شده است. همین چندی پیش از یکی از اعضای دولت  
 فدرال شنیدم که می گفت اگر فرانسه بمب اتمی داشته باشد، آلمان هم حق دارد  
 خواستار آن شود. معلوم است که فوراً با او مخالفت کردم. اما نکته وحشت آور این  
 بحث تقاضای او نبود، بلکه مقدمه اصلی استدلالش بود. به نظر او مسلم بود که  
 داشتن سلاح اتمی يك امتیاز بزرگ سیاسی است و بحث تنها بر سر نحوه دست یافتن  
 به آن است. او به هر کس که نظر دیگری در این مسأله داشت یا فقط در این مقدمه  
 شك می کرد به چشم يك آدم خیال پرور نگاه می کرد، یا او را شیادی می دانست که  
 مقاصد سیاسی اصلی خود را پنهان می کند، و مثلاً دلش می خواهد که جمهوری فدرال  
 در کام روسیه فرو برود.»

«چون این شخص شما را ناراحت کرده، اغراق گویی می کنید. مثنی دولت ما  
 بسیار معقولتر از این است، و به هر حال، جز داشتن بمب اتمی و اتکای کامل بر  
 دیگران، راههای میانه ای هم وجود دارد. ما باید با تمام نیرو سعی کنیم که کار در مسیر  
 نادرست نیفتد.»

«این کار بسیار دشوار است. مهمترین درسی که از تحولات چندماه اخیر گرفته‌ام این است که انسان نمی‌تواند در آن واحد هم دانشمند خوبی باشد و هم سیاستمدار خوبی. زیرا در هر دو کار انسان باید از همه وجودش مایه بگذارد، و چیزی کمتر از آن فایده ندارد. بنابراین شاید دوباره خود را بکلی وقف علم کنم.»

«اشتباه است اگر این کار را بکنید. سیاست دیگر در انحصار متخصصان نیست و اگر بخواهیم از تکرار فاجعه ۱۹۳۳ جلوگیری کنیم، هر يك از ما باید کاری را بر عهده بگیرد. نمی‌توانیم خود را کنار بکشیم، به‌خصوص در جایی که پای تکامل فیزیک اتمی در میان باشد.»

«پس بسیار خوب، هر وقت به من احتیاج داشتید خبرم کنید.»

در تابستان ۱۹۵۶ که این گفتگو انجام گرفت احساس خستگی و درماندگی کامل می‌کردم. بحثی که با ولفگانگ پاؤلی بر سر يك مسأله مهم علمی داشتم، و در آن او از پذیرفتن نظر من سر باز زده بود، مرا سرخورده کرده بود. يك سال پیش از آن در اجتماعی در پیزا<sup>۱</sup> پیشنهادهای نامتعارفی در مورد صورت‌بندی ریاضی نظریه‌ای درباره ذرات بنیادی کرده بودم که ولفگانگ با آن موافق نبود. وی حتی مدلی را که فیزیکدان چینی - آمریکایی، لی<sup>۲</sup>، ساخته بود، و به مدل من بسیار نزدیک بود، بررسی کرده بود و به این نتیجه رسیده بود که من سر نا را از سر گشادش زده‌ام. من حرف او را قبول نکردم، و ولفگانگ با همه سماجتی که فقط در این گونه موارد از او ظاهر می‌شد به انتقاد از من پرداخت.

از زور بیخ به من نوشت: «منظور از تذکر این نکات این است که به شما نشان دهم که در کنفرانس پیزا تقریباً چیزی از نظریه خود نمی‌فهمیدید.»

در آغاز، خیلی خسته بودم و نمی‌توانستم مسائل ریاضی دخیل در این کار را به دقت بررسی کنم، بنابراین تصمیم گرفتم که به يك استراحت نسبتاً طولانی بپردازم. به این منظور با خانواده‌ام به لیزلیه<sup>۳</sup> که استراحتگاه کوچکی در کنار دریا در جزیره زیلند بود و فقط حدود نه کیلومتر با خانه بیلاقی بود در تیسویلده فاصله داشت، رفتم. می‌خواستم از این فرصت استفاده کنم و مدتی را با بور بگنرانم، بی آنکه از مهمانوازی او سوءاستفاده کرده باشم. در آنجا چند هفته به من خیلی خوش گذشت. دیدارهای متقابل به من فرصت داد که بر خستگی غلبه کنم و رشته‌های پیوند با گذشته مشترکمان را دوباره برقرار سازم. در مورد بحث ریاضی که با

1. Pisa      2. Lee      3. Liselje

ولفگانگ داشتیم، نیلس آشکارا نمی خواست خودش را درگیر کند؛ او خود را قادر به اظهار نظر در مسائلی که بیشتر ماهیت ریاضی داشتند تا فیزیکی نمی دید، با این حال با مقدمات کلی فلسفی که می خواستم نظریه ام را بر آن استوار کنم موافق بود و به من توصیه می کرد راهی را که در پیش گرفته ام ادامه دهم.

چند هفته پس از بازگشت از دانمارک سخت بیمار شدم و ناچار مدتی طولانی در بستر ماندم. در این مدت کاری نمی توانستم بکنم و نیز نمی توانستم در جلسات بحث سیاسی کارل فریدریش و دوستان دیگر، که در آن به اصرار درخواستهای ما را به دولت گوشزد می کردند، شرکت داشته باشم. روزی که از بستر بیماری برخاستم - جلا دیگر ماه نوامبر شده بود - گروه ما، که بعداً «هجده گوتینگن» نام گرفت، در منزل من تشکیل جلسه داد و پیش نویس نامه ای را به فرانکس یوزف اشتراوس<sup>۱</sup>، که در آن هنگام وزیر انرژی اتمی بود، تهیه کردیم. در آن نامه گفته بودیم که اگر پاسخ قانع کننده ای به این نامه داده نشود، این حق را برای خود قائل هستیم که نظرمات را در مورد تجدید سلاح اتمی با عامه مردم در میان بگذاریم. خوشحال بودم که کارل فریدریش اداره این کار را عهده دار شده است، زیرا تنها کاری که از من بر می آمد این بود که مراقب امور باشم و از او پشتیبانی اخلاقی کنم.

در چند هفته بعد، به تدریج که بهبودی یافتیم، سعی کردم بحثم را با ولفگانگ فیصله دهم. این بحث اساساً بر سر پیشنهاد من دور می زد که گفته بودم برای تنظیم قوانین حاکم بر رفتار ذرات بنیادی، باید فضای ریاضی را که از آغاز کار مکانیک کوانتومی برای این منظور مورد استفاده قرار گرفته بود، و فیزیکدانان آن را مساحتاً فضای هیلبرت می نامیدند، توسعه دهیم. پیشنهاد توسعه این فضا از راه پذیرش يك «سنجه نامعین» را پل دیراک سیزده سال پیش از آن ارائه کرده بود، اما ولفگانگ در آن زمان ثابت کرده بود که با این کار، مقدار کمیاتی که در مکانیک کوانتومی به عنوان احتمال تعبیر می شوند، گاهی منفی خواهد شد، و نتیجه ریاضی از لحاظ فیزیکی بی معنی خواهد بود. کمی پیش از کنفرانس پیزا، او توانسته بود با استفاده از مدلی که لی پیشنهاد کرده بود، دلایل مشروحي بر علیه این نظر ارائه دهد. من سعی کرده بودم پیشنهاد دیراک را زنده کنم و مدعی بودم که در حالات خاصی که شرح داده بودم می توان به اشکالهای ولفگانگ جواب داد.

حالا تصمیم داشتم با استفاده از روش خود ولفگانگ، یعنی تحلیل او از مدل،

1. Franz-Josef Strauss

نشان دهم که در حالت خاصی که بیان کرده بودم، می توان از مشکلات کار اجتناب کرد. کار آماده کردن اثبات و فرستادن آن در نامه ای برای ولفگانگ، تا آخر ژانویه طول کشید. اما متأسفانه در آن زمان دوباره وضع مزاجی من رو به بدی نهاد تا آنجا که دکتر به من توصیه کرد گوتینگن را ترك کنم و به اسکونا<sup>۱</sup> در کنار دریاچه ماگیوره<sup>۲</sup> بروم و تا وقتی که کاملاً خوب نشده ام الیزابت از من پرستاری کند. از مکاتباتی که از اسکونا با ولفگانگ داشتم خاطره بسیار دردناکی برایم مانده است. هر دوی ما با سرسختی مبارزه می کردیم و به هر وسیله ریاضی که در اختیار داشتیم متوسل می شدیم تا بر بن غلبه کنیم. ابتدا اثبات من زیاد روشن نبود و ولفگانگ نمی فهمید که چه می خواهم بگویم. بارها سعی کردم که استدلال را به صورت جدیدی طرح کنم، و هر بار ولفگانگ از اینکه می دید به اعتراضاتش توجه نمی کنم، از کوره در می رفت. سرانجام حوصله اش سر رفت و برایم نوشت: «نامه ای که برای من فرستاده بودید بسیار بد بود. تقریباً تمام مطالب آن به نظر من غلط است... دائم همان حرفهای همیشگی و همان نتیجه نادرست را تکرار می کنید، و ظاهراً زحمت خواندن چیزهایی را که برای شما می نویسم به خود نمی دهید. این طور که پیداست تا به حال وقت تلف می کرده ام، و بهترین کار به نظر من پایان دادن به این بحث بی ثمر است.» اما من قبول نکردم که بحث را در اینجا رها کنم، و با اینکه بیماریم، با دردهای شدید و سرگیجه و افسردگی، عود می کرد، تصمیم داشتم که حرفم را به گرمی بنشانم.

بعد از تقریباً شش ماه تلاش بسیار شدید سرانجام توانستم بر مقاومت ولفگانگ غلبه کنم. حالا او فهمیده بود که من به هیچ وجه نمی خواهم برای مسائل ریاضی مورد بحث يك راه حل کلی به دست دهم، بلکه غرض من پیشنهاد مجموعه ای از راه حل های خاص بود، و تنها ادعایی که در این مورد داشتم این بود که این راه حلها قابل تعبیر فیزیکی اند. اولین گام را در راه تفاهم برداشته بودیم، و بعد از اینکه جزئیات گوناگون ریاضی مسأله را کاملاً بررسی کردیم، هر دو سرانجام متقاعد شدیم که مسأله حل شده است، یا به عبارت بهتر، الگوی نامتعارف ریاضی که می خواستم نظریه ام را درباره ذرات بنیادی بر آن استوار کنم هیچ تناقض آشکاری در بر ندارد. البته این امر به تنهایی ثابت نمی کرد که الگوی من الگوی خوبی است، اما دلایل دیگری در دست بود که نشان می داد راه حل مسأله را باید از همین طریق جستجو کرد، و من حق

1. Ascona

2. Maggiore

دارم که این مسیر را دنبال کنم. در بازگشت از اسکونا، در درمانگاه دانشگاهی زوریخ، یک معاینه کامل طبی از من به عمل آمد و با استفاده از این فرصت دیداری با ولفگانگ داشتم. دیدار ما بسیار دوستانه برگزار شد، به حدی که ولفگانگ آخر سر گفت که ما به یک «توافق ملال آور» دست یافته‌ایم. بحثهایی که در مکاتبات بعدی ما «جنگ اسکونا» نام گرفت، برای همیشه پایان یافته بود.

چند هفته بعد را در خانه‌مان در اورفلد گذراندم و به سرعت بهبود یافتیم. در بازگشت به گوتینگن خبردار شدم که مشاجرات سیاسی بر سر تجدید سلاح اتمی دارد به یک نقطه بحرانی نزدیک می‌شود. مقامات نمی‌خواستند راهی را که پیش پایشان گذاشته بودیم در پیش بگیرند، و ما گرچه دلایلشان را می‌فهمیدیم نگران بودیم که مبادا در جهت خلاف آن گام بردارند. تصور کنید که وقتی می‌دیدیم آدنauer در ملاء عام می‌گوید که به دست آوردن بمب اتمی چیزی جز تقویت زرادخانه ما نیست و بمب اتمی با سلاحهای معمولی تفاوت کیفی ندارد، تا چه اندازه وحشت می‌کردیم. به نظر ما این کار نامی جز مردم فریبی نداشت و خود را ناگزیر می‌دیدیم که کاری بکنیم. کارل فریدریش پیشنهاد کرد که، به عنوان اولین گام، نظر خود را با مردم در میان بگذاریم.

همه موافقت کردیم که نباید به صدوریک اعتراض خیر اندیشانه بر علیه بمب اتمی یا اعلام هواداری از صلح اکتفا کنیم، بلکه باید هدفهای معینی را که در شرایط موجود عملی باشند در نظر بگیریم. دو تا از این اهداف کاملاً برایمان روشن بود. اولاً باید مردم آلمان را از تأثیرات بمب اتمی کاملاً آگاه می‌کردیم و نباید هیچ چیزی را از ایشان پوشیده نگاه می‌داشتیم، ثانیاً باید حکومت فدرال را ناچار می‌کردیم نظرش را در مورد سلاحهای اتمی تغییر دهد، با این استدلال که داشتن بمب اتمی نه فقط امنیت ما را بیشتر نمی‌کند بلکه بقای جمهوری فدرال را هم به مخاطره می‌اندازد. بنابراین مخاطب ما منحصرأ آلمانیها بودند و به همین دلیل نظر ملتها و دولت‌های دیگر درباره سلاح اتمی برایمان اهمیتی نداشت. نکته آخر اینکه ما بر این اعتقاد بودیم که با سر باززدن از هر گونه همکاری در هر نوع برنامه تجدید سلاح اتمی، می‌توانیم به این بیانیه اعتباری بدهیم. به خصوص حس می‌کردیم که حق داریم چنین موضعی اتخاذ کنیم، زیرا حتی در زمان جنگ هم توانسته بودیم از درگیری در این کار احتراز کنیم. البته بخت هم با ما یاری کرده بود. ترتیب جزئیات کار را دیگران دادند، من هنوز تحت درمان بودم و بنابراین از شرکت در غالب جلسات معذور بودم. کارل فریدریش پیش نویس بیانیه را تهیه کرد و بعد از اصلاحاتی که ضمن چند جلسه در آن به عمل

آوردیم، هر هجده فیزیکدان گوتینگن آن را امضا کردیم.

بیانیه در شانزدهم آوریل ۱۹۵۷ در مطبوعات چاپ شد، و تأثیر عمیقی بر مردم آلمان گذاشت. اولین منظور ما ظاهر اظرف چندروز حاصل شد. هیچ کس نگفت که ما در بیان عواقب سلاحهای اتمی مبالغه کرده ایم. در درون دولت فدرال هم ظاهراً شکافی ایجاد شده بود. آدنائر از این پیکار که در خلاف جهت انتخاب شده او در گرفته بود بسیار پریشان شده بود و چندتن از ما، از جمله مرا، دعوت کرد که در بن مذاکره ای با او داشته باشیم. من دعوت را رد کردم، چون فکر نمی کردم هیچ فکر تازه یا مفیدی از این بحثها بیرون بیاید و همچنین، به دلایل مزاجی، حس می کردم که باید از درگیر شدن در مشاجرات شدید دوری کنم. آدنائر تلفن زد و از من خواست که نظرم را تغییر دهم و با هم یک بحث سیاسی طولانی داشتیم که تقریباً از این قرار بود. آدنائر در آغاز بحث گفت که ما همیشه در مسائل اصولی با هم توافق داشته ایم، گفت که استفاده صلح آمیز از اتم به سرعت در آلمان پیش می رود، و استمداد ما از ملت آلمان شاید مبتنی بر یک سلسله سوء تفاهم بوده است. او مطمئن بود که هینکه براهینش را بشنویم، به درستی نظر او پی می بریم و برایش خیلی مهم بود که این امر هم مثل بیانیه اصلی ما به اطلاع عموم برسد. در جواب گفتم که تازه از بیماری برخاسته ام و قدرت آن را در خود نمی بینم که با او در مسائل مهمی مثل تجدید سلاح اتمی بحث کنم، و گمان هم نمی کنم به آن سرعتی که او فکر می کند به توافق برسیم، زیرا چیزی که او به ما می خواهد بگوید این است که نیروی نظامی جمهوری فدرال در مقابل اتحاد شوروی ضعیف است، و توقع اینکه ایالات متحده دفاع از ما را بی آنکه خودمان فداکاری کنیم، عهده دار شود، کاری خلاف اخلاق است. اما ما به این استدلالات خوب فکر کرده ایم و شاید بیش از غالب هموطنانمان صلاحیت داشته باشیم که درباره نظر آمریکاییها و انگلیسیها راجع به آلمانها حکم کنیم. سفرهای من در این چند سال اخیر تردیدی در من باقی نگذاشته است که هر کوششی برای مسلح کردن ارتش آلمان با سلاح اتمی اعتراضات شدیدی را، به خصوص در آمریکا، برخواهد انگیزت، و سرد شدن روابط سیاسی، که چندان هم گرم نیست، بر مزایای نظامی احتمالی این کار خواهد چربید.

آدنائر در جواب گفت که می داند ما فیزیکدانها آدمهای ایدئالیستی هستیم که به خوبی ذاتی انسانها اعتقاد داریم و با توسل به زور مخالفیم. اگر ما بیانیه ای جهانی بر علیه سلاحهای اتمی صادر می کردیم و از همه می خواستیم که به منازعاتشان از راههای صلح آمیز خاتمه دهند او هم با ما موافق می بود، زیرا خود او هم هدفی جز این

ندارد. اما وقتی که ما فقط مردم آلمان را مخاطب قرار می دهیم، چنین به نظر می آید که می خواهیم عمداً جمهوری فدرال را تضعیف کنیم. دست کم ممکن است بیانیه ما چنین تأثیری داشته باشد.

من با این نظر او سخت مخالفت کردم و گفتم که یقیناً ما در این يك مورد مثل آدمهای واقعگرا عمل کرده ایم و نه مثل آدمهای آرمان پرست. ما معتقد بودیم که استفاده از سلاحهای اتمی در ارتش فدرال موقعیت سیاسی آلمان را در جهان بسیار تضعیف خواهد کرد، و امنیت ما، که او بحق نگران آن است، به بدترین وجه به خطر خواهد افتاد. گفتم که ما در دورانی زندگی می کنیم که در آن مسائل دفاعی مثل او آخر قرون وسطی در حال تغییر اساسی است، و همه ما، پیش از آنکه بدون تأمل تسلیم الگوهای کهنه فکری بشویم، باید به این تغییرات بیندیشیم. بیانیه ما هدفی جز این نداشته است که مردم را به تفکر درباره این مسائل برانگیزد، تا يك بار دیگر ملاحظات تاکتیکی قدیمی ما را به بیراهه نکشاند.

دنبال کردن استدلالات من برای آدنائر کار دشواری بود. به نظر او درست نبود که اقلیت کوچکی - در این مورد فیزیکدانان اتمی - به خود حق دهند در طرحهایی که او با دقت تمام بر طبق منافع گروههای بزرگ سیاسی تنظیم کرده است، دخالت کنند. در عین حال، ظاهراً از عکس العمل مردم در برابر بیانیه ما بی برده بود که بخش بزرگی از مردم آلمان، و نیز مردم سایر نواحی جهان، با ما همسخن اند، و بنابراین بیانیه ما را نمی توان نادیده گرفت. يك بار دیگر سعی کرد که مرا به سفر به بن تشویق کند، اما بالاخره فهمید که نباید اصرار را از حد بگذراند.

نمی توانم بگویم که آدنائر در آن زمان تا چه اندازه از دست ما ناراحت شده بود. چند سال بعد در نامه ای به من نوشت که می تواند به عقاید سیاسی مخالف احترام بگذارد، اما شاید ذاتاً آدم بدبینی باشد و بنابراین خوب می داند که همه اعمال سیاسی باید در قلمرو بسیار محدودی صورت بگیرند. اگر او بتواند در این قلمرو راههای همواری بیابد خوشحال می شود و اگر این راهها ناهموارتر از آن باشند که تصور می کرده است، سرخورده می شود. راهنمای او در زندگی آن الگوی پروسی که سالها پیش هنگام گردش در دانمارك با نیلس از آن صحبت کرده بودم، نبود، همچنین به دیدگاههای آزادیخواهانه افسانه های ایرلندی، که این همه برای انگلیسیها عزیز است، اعتقاد نداشت. سرمشق او سنت رومی - مسیحی بود که در قالب کلیسای کاتولیک دوام یافته است، به اضافه پاره ای عقاید اجتماعی قرن نوزدهمی که، با وجود آلودگیشان به رنگ الحاد و کمونیسم، می دانست که ریشه در مسیحیت دارند.

در مذهب کاتولیک بسیاری عقاید حکیمانه شرقی موجود است، و آدنائر در روزگار سختی از این عقاید نیرو می گرفت. یادم است که یک روز در باره تجارب هر یک در اردوگاه اسیران جنگی صحبت می کردیم. او را در یک زندان گشتاپو محبوس کرده بودند، اما من روزهای نسبتاً خوشی را در انگلستان گذرانده، و دم از او پرسیدم که آیا خیلی ناراحتی کشیده است و او در جوابم گفت: «خوب، وقتی انسان را روزها و هفته‌ها و ماهها در یک سلول کوچک زندانی کنند و هیچ کسی نتواند با تلفن مزاحم انسان شود یا به سراغ او بیاید، انسان می تواند با فراغت خاطر راجع به گذشته فکر کند و آینده خود را در نظر مجسم سازد. و این خودش خیلی خوب است.»



## نظریه میدان واحد

(۱۹۵۸-۱۹۵۷)

در بندرونیز، روبروی قصر دوک و پیازتتا<sup>۱</sup>، جزیره بیان جورجیو<sup>۲</sup> قرار دارد. مالک این جزیره کنت چینی<sup>۳</sup> است و مدرسه‌ای در این جزیره برپا کرده که بچه‌های یتیم و سرراهی در آن دریاوردی و صنعت می‌آموزند. او همچنین صومعه معروف بندیکتی<sup>۴</sup> جزیره را هم بازسازی کرده است. چند اتاق زیبا را در طبقه اول صومعه برای اقامت مهمانان در نظر گرفته‌اند و در جریان کنگره فیزیک اتمی در پادوا<sup>۵</sup> در ۱۹۵۷ کنت از سر لطف از چند تن از شرکت کنندگان مسن تر، از جمله من و ولفگانگ، دعوت کرد که در جزیره او اقامت کنیم. رواقهای آرام صومعه، که حتی هیاهوی آن بندر پر سرو صدا در آن به زحمت شنیده می‌شد، و سفرهایی که گاه‌گاه به پادوا داشتیم فرصت فراوانی در اختیار ما می‌نهاد تا درباره تحولات جدید در فیزیک اتمی بحث کنیم.

مهمترین این تحولات کار دو فیزیکدان جوان چینی - آمریکایی، لی<sup>۶</sup> و یانگ<sup>۷</sup> بود. این دو گفته بودند که تقارن آینه‌ای، یا تقارن راست و چپ، که تا آن زمان جزء بدنییات طبیعت محسوب می‌شد، در برخی برهم کنشهای ضعیف، مثلاً آن نوع برهم کنشهایی که پدیده‌های رادیواکتیو را به وجود می‌آورند، ممکن است شکسته شود، و آزمایشهای بعدی مادام وو<sup>۸</sup> هم کاملاً نشان داد که فروپاشی بتای رادیواکتیو با از بین رفتن این نوع تقارن همراه است. چنین به نظر می‌آمد که ذرات بی جرمی که

1. Piazzetta

2. San Giorgio

3. Count Cini

4. Benedictine

5. Padua

6. Lee

7. Yang

8. Madame Wu

هنگام فروپاشی بتا گسیل می شوند - و نوترینو نام دارند - فقط به يك صورت، که اسم آن را نوع راست دست می گذاریم، وجود دارند، اما پادنوترینوها فقط به صورت چپ دست دیده می شوند. ولفگانگ به خواص نوترینوها علاقه ویژه ای داشت، زیرا اول بار بیست سال پیش از آن وجود این ذرات را پیش بینی کرده بود. پس از آن معلوم شده بود که پیش بینی او درست بوده است. اما کشف لی و یانگ ایجاب می کرد که الگوی قدیمی از بیخ و بن تغییر کند. ما، یعنی ولفگانگ و من، همواره بر این نظر بودیم که تقارنهایی که این ذرات ساده و بی جرم از خود نشان می دهند باید جزء خواص قوانین بنیادی طبیعت باشند، اما اگر این ذرات واقعاً تقارن آینه ای نداشته باشند، پس باید چنین تصور کرد که تقارن آینه ای جزء جنبه های اصلی قوانین بنیادی طبیعت نیست، بلکه به صورت ثانوی، و مثلاً از طریق برهم کنشها و جرمی که در این میان تولید می شود، وارد این قوانین می گردد. در این صورت، شاید منشأ تقارن آینه ای را باید در يك فرایند تجزیه که بعداً رخ می دهد جستجو کرد، و این فرایند از لحاظ ریاضی بدین صورت به وجود می آید که معادله خاصی دو جواب یکسان داشته باشد. چنین امکانی برای ما بسیار جالب بود، زیرا باعث می شد که قوانین بنیادی طبیعت ساده تر شوند. ما از مدتها پیش فهمیده بودیم که هر وقت آزمایشی به يك ساده سازی دور از انتظار منجر شود باید بسیار در آن دقت کرد، زیرا در این گونه موارد به نقطه ای می رسیم که می توانیم از آنجا نیم نگاهی به ارتباطات وسیعتر بیندازیم. در این مورد خاص هم حس می کردیم که از کشف لی و یانگ می توان بصیرت تازه و کارگشایی به دست آورد.

خود لی هم در آن کنگره حاضر بود و همین نظر را داشت و ضمن گردش مفصلی در رواقها به من گفت که امیدوار است بزودی ارتباطات مهم و جدیدی کشف شوند. ولفگانگ نیز از این بابت بسیار مطمئن بود زیرا هم ساختارهای ریاضی مربوط به نوترینو را خوب می شناخت و هم بر اثر بحثهایی که پیش از آن در جریان 'جنگ اسکونا' داشتیم به ساختن نظریه های سازگار میدان کوانتومی خوشبین شده بود. چیزی که بخصوص نظر او را به خود جلب می کرد فرایند تجزیه یا تقسیم بود که آن را منشأ تقارن آینه ای می دانست - هر چند در آن زمان این امر را نمی شد به زبان ریاضی بیان کرد. بر اثر این فرایند، طبیعت، به صورتی که هنوز کیفیتش معلوم نبود، يك خاصیت تقارنی جدید را وارد می کرد. در مورد برهم خوردن بعدی تقارن حتی کمتر از فرایند تقسیم می توانستیم نظر قطعی بدهیم. با این حال گاهی می گفتیم که معلوم نیست طبیعت در مجموع نسبت به عملیاتی که قوانین طبیعی تحت آن ناوردا

می مانند، متقارن باشد؛ به عبارت دیگر، شاید کاهشی که در تقارن مشاهده می شود نتیجه يك عدم تقارن کیهانی باشد. در آن زمان وضوح این اندیشه ها از آنچه در روی کاغذ پدیدار می شود، بسیار کمتر بود. اما در هر حال، برای ما جاذبه بسیاری داشت و وقتی که تفکر درباره آن را شروع کردیم دیگر نمی توانستیم کنارش بگذاریم. يك روز، از ولفگانگ پرسیدم که چرا این قدر به فرایند تجزیه اهمیت می دهد، و او در جوابم گفت:

«در فیزیک پوسته اتم که قبلاً به آن می پرداختیم ناچار بودیم منحصرأ به برخی الگوهای ادراکی که از فیزیک کلاسیک اقتباس شده بود، متکی باشیم. و اصل تطابق بور سودمندی این گونه الگوها را، هر چند در حوزه ای محدود، نشان می داد. اما توصیف ریاضی وقایعی که در داخل پوسته اتم می گذرد بسیار انتزاعیتر از این مدلها بود، زیرا همواره امکان دارد که به فرایند واقعی واحدی الگوهای متفاوت و متناقض، مثلاً الگوی ذره ای و الگوی موجی، نسبت داد. اما در فیزیک ذرات بنیادی هیچ يك از این الگوها به کار نمی آید، زیرا این شاخه از علم بسیار انتزاعیتر است. بنابراین اگر بخواهیم قوانین فیزیکی این قلمرو را تنظیم و تنسیق کنیم، باید پایه کار خود را بر آن خواص تقارنی که طبیعت خود در این قلمرو وارد کرده است، یا به عبارت دیگر بر آن عملیات تقارنی که درهای طبیعت را به روی ما می گشایند (مثل انتقالها و تقارنها)، قرار دهیم. اما به این طریق ناچار باید از خود بیرسیم که چرا عملیات تقارنی منحصر به همینهاست. من فکر می کنم که مفهوم تجزیه یا تقسیم در این مورد بسیار سودمند خواهد بود، زیرا طبیعت به کمک این مفهوم خود را به صورتی طبیعی توسعه می دهد و بدین طریق تقارنهای جدید در کار می آیند. حتی در حالت آرمانی می توان گفت که همه تقارنهای واقعی در نتیجه این نوع تقسیم به وجود آمده اند.»

البته پرداختن عملی به این مسائل را باید تا بازگشت از کنگره به تعویق می انداختیم. وقتی به گوتینگن برگشتم تلاش خود را یکسره معطوف به یافتن معادله میدانی کردم که بر رفتار ذرات مادی با برهم کنشهای درونی حاکم باشد و در صورت امکان همه تقارنهایی را که در طبیعت دیده می شود نشان دهد. الگوی کارم برهم کنش ویژه فروپاشی بتا بود که از طریق کشف لی ویانگ ساده ترین شکل خود را که احیاناً شکل نهایی آن بود، یافته بود.

در اواخر پاییز ۱۹۵۷ خطابه ای در مورد این موضوعات و مطالبی نزدیک به آن در ژنو ایراد کردم و سر راه بازگشت توقف کوتاهی در زوریخ داشتم تا با ولفگانگ در

این باره بحث کنم. او مرا تشویق کرد راهی را که برگزیده بودم ادامه دهم. من هم همین را می خواستم، و ظرف چند هفته بعد صورتهای گوناگونی را که برای نمایش برهم کنشهای درونی میدان مادی می توان به کار برد بررسی کردم. ناگهان در میان صورتهایی که می آمدند و می رفتند، معادله میدانی ظاهر شد که بالاترین درجه تقارن را داشت و از معادله قدیمی دیراک برای الکترون چندان پیچیده تر نبود، اما علاوه بر ساختار فضازمانی نظریه نسبیت، تقارن پروتون - نوترون را هم که اول بار در عید قیام ۱۹۳۳ به ذهن من رسیده بود، در بر داشت؛ به زبان ریاضی، نه فقط گروه لورنتس بلکه گروه ایزواسپین را شامل بود - به عبارت دیگر، می توانست شمار زیادی از تقارنهایی را که در طبیعت یافت می شوند توضیح دهد. ولفگانگ هم که از آخرین اتفاقات مطلعش می کردم، بسیار به هیجان آمده بود. گویی برای اولین بار چارچوبی به دستش افتاده بود که هم به اندازه ای جامع بود که تمام طیف ذرات بنیادی و اندرکنشهای آنها را شامل شد و هم به اندازه ای مانع که همه چیزها را در این زمینه تعیین می کرد جز عوامل عرضی و تصادفی را. بنابراین هر دو تصمیم گرفتیم به بررسی این مسأله بپردازیم که آیا این معادله را می توان مبنای نظریه میدان واحد برای ذرات بنیادی قرار داد. ولفگانگ امیدوار بود که آن تقارنهای معدودی را که در این معادله موجود نبود بعداً بتوان از راه فرایند تقسیم بدان افزود.

ولفگانگ با هر گامی که در این جهت برمی داشت، بیشتر مجذوب می شد - نه تا آن زمان او را این قدر از فیزیک هیجان زده دیده بودم و نه پس از آن دیدم. به خصوص که در سالهای قبل از آن او به همه کوششهای نظری ما به چشم تردید و انتقاد نگاه می کرد، و البته کوششهای ما هم فقط به جنبه های جزئی فیزیک ذرات بنیادی معطوف بود و ارتباط کلی میان آنها را در نظر نمی گرفت. اما او اکنون مصمم بود که آن ارتباط کلی را به کمک این معادله جدید میدان نشان دهد. وی اعتقاد راسخ داشت که معادله ما، که از جهت سادگی و برخورداری از تقارن فراوان بی مانند بود، باید نقطه شروع نظریه واحد میدان برای ذرات بنیادی باشد. من هم از این امکانات جدید، که گویی کلید طلایی دروازه بسته جهان ذرات بنیادی را به دست می داد، به شوق آمده بودم. با این حال، از مشکلاتی هم که بر سر راه ما بود غافل نبودم. اندکی پیش از کریسمس ۱۹۵۷، نامه ای از ولفگانگ دریافت داشتم که شور و شوق فراوان او را در آن هفته ها نشان می دهد:

تقسیم و کاهش تقارن، پس ذات این بد ذات این بود! تقسیم و تفرقه یکی از صفات اصلی شیطان است. می گویند که معنی اصلی Zweifel [شک]

Zweiteilung [دوپاره شدن] است. در یکی از نمایشنامه‌های برنارد شاو اسقفی می‌گوید: «لطفاً حق شیطان را هم ادا کنید.» پس بگذاریم او هم در جشن کریستمس [تولد مسیح] به ما ملحق شود. اگر دورقیب - مسیح و شیطان - می‌فهمیدند که بیش از پیش قرینه هم شده‌اند! لطفاً این کفریات را پیش بچه‌هایت بازگو نکن، اما اشکال ندارد که برای بارون فون وایتساگر آن را نقل کنی.

دوستدار صمیمی تو

ولفگانگ هاؤلی

يك هفته بعد در حاشیه تبريك عيد نوشته بود: «با بهترین امیدها در سال نو برای تو و خانواده‌ات. امیدوار باشیم که در این سال به فهم کامل فیزیک ذرات بنیادی موفق شویم.» و در خود نامه نوشته بود:

تصویر دائماً دگرگون می‌شود. همه چیز در سیلان است. هنوز چیزی آماده چاپ نشده، اما یقیناً نتیجه باشکوهی خواهد داشت. هیچ کس نمی‌داند که چه شگفتیهایی ظاهر خواهد شد. برایم آرزوی موفقیت بکن، تازه دارم راه می‌افتم. [و بعد نقل قولی کرده بود:] خرد دوباره سخن گفتن آغاز می‌کند، دوباره غنچه امید شکوفا می‌شود. آه، با چه امیدی به جستجوی جویبارهای زندگی برخاسته‌ایم، روح ما چقدر عطشان سرچشمه زندگی است! آغاز سال ۱۹۵۸ را پیش از دمیدن خورشید تبریک می‌گوییم... امروز بس است. این حرفها خیلی دیرگوار است... غول از شیشه بیرون جسته و چنگ و دندان نشان می‌دهد: تقسیم و کاهش تقارن. من با سلاح یاد تقارن به جنگ او می‌روم - حق او را ادا می‌کنم - و آنگاه او به دیار عدم رهسپار می‌شود... سال نو بر شا مبارک باد. با روی باز آن را پذیرا شویم. تا سرزمین موعود راه درازی در پیش داریم. هنوز خیلی راه مانده است.

دوستدار تو

ولفگانگ هاؤلی

البته نامه‌های ولفگانگ شامل مقدار زیادی جزئیات ریاضی هم بود، اما اینجا جای بحث در آن مطالب نیست.

چند هفته بعد قرار بود ولفگانگ به آمریکا سفر کند و سه ماه در آنجا درس بدهد.

من دوست نداشتم ولفگانگ در این حالت هیجان با پراگماتیستهای یکدنده آمریکایی روبرو شود، و سعی کردم نگذارم برود، اما متأسفانه دیگر نمی توانست برنامه اش را عوض کند. چرکنویس يك مقاله مشترك را فراهم کردیم و طبق معمول آن را برای چند تن از دوستان علاقه مند فرستادیم. آنگاه اقیانوس اطلس میان ما فاصله انداخت و فاصله میان نامه های ولفگانگ روز به روز بیشتر شد. با اینکه فکر می کردم نشانه های خستگی و کناره گیری در او دیده می شود، ولفگانگ ظاهراً هنوز هم مصمم بود که برنامه مشترکمان را به پایان برساند و بعد يك مرتبه نامه تقریباً سردی به من فرستاد و گفت که تصمیم گرفته است هم از کار و هم از انتشار آن کناره بگیرد، و اضافه کرده بود که به اطلاع دریافت دارندگان چرکنویس اولیه رسانده است که اندیشه های آن مقاله دیگر نماینده آراء امروزی او نیست، و به من اختیار کامل می داد که هر کاری که می خواهم با نتایج تحقیقمان بکنم. سپس مکاتبات میان ما قطع شد و دیگر نتوانستم خبری از ولفگانگ به دست بیاورم و بفهمم که چرا تصمیمش را عوض کرده است، هر چند فکر می کردم که روشن نبودن اندیشه هایی که در این طرح دخیل بود او را دلسرد کرده است. اما رفتار او را نمی شد با این فرض کاملاً توضیح داد. خود من هم دشواریهای کار را خوب می شناختم، اما پیش از آن بارها در تیرگی با یکدیگر کار کرده بودیم، و خود من همواره چنین وضعیتهایی را بسیار جالب یافته بودم.

ولفگانگ را تا ژوئیه ۱۹۵۸، که هر دو در کنگره ای در ژنو شرکت داشتیم، ندیدم. من به آنجا رفته بودم تا گزارشی درباره وضع فعلی تحقیق در معادله بحث انگیز میدان بدهم، و رفتار ولفگانگ با من تقریباً خصمانه بود. از بسیاری از جزئیات تحلیل من انتقاد می کرد، و فکر می کردم که بعضی از انتقادهایش معقول نیست، و نتوانستم او را تشویق کنم که درباره این موضوع بحث مفصلتری داشته باشیم. بعدها ملاقات دیگری در وارنا بر ساحل دریاچه کومو داشتیم که نسبتاً طولانی بود. در اینجا در ویلایی که باغ پلکانی آن مشرف بر مرکز دریاچه است، مرتباً کلاسهای تابستانی برگزار می شود، و چون این بار موضوع بحث فیزیک ذرات بنیادی بود، ولفگانگ و مرا هم دعوت کرده بودند. ولفگانگ باز هم صمیمی شده بود، اما حس می کردم که دیگر آن آدم سابق نیست. گاه در گذرگاهی که پارک را از دریاچه جدا می کرد و دو سویش پوشیده از گل سرخ بود، با هم به گردشی طولانی می رفتیم و گاه در دل گلها روی نیمکتی می نشستیم و قله های مرتفع را در آن سوی دریاچه تماشا می کردیم. در یکی از این دفعات، ولفگانگ دوباره از امیدهای مشترك ما سخن گفت.

گفت: «به نظر من تو کار درستی می کنی که تحقیق در مورد این مسائل را ادامه می دهی. یقیناً خوب می دانی که چه کارهای ناکرده ای هست، وحتماً يك روز همه چیز روبره راه خواهد شد. شاید همه امیدهای ما به تحقق بیوندند و تو پاداش خوشیینی خود را بگیری. اما من می باید کنار می کشیدم، زیرا قدرت آن را در خود ندارم. در کریسمس گذشته هنوز فکر می کردم که آمادگی این کار را دارم، اما امروز دیگر از این بابت مطمئن نیستم. امیدوارم که تو یا همکارانت این کار را ادامه بدهید. ظاهراً در انستیتوی شما چند فیزیکدان بسیار خوب هست. اما این کار از حد توانایی من بیرون است، و همین است که هست.»

سعی کردم او را دلداری بدهم. گفتم شاید از اینکه می بیند نمی تواند با آن سرعتی که در کریسمس گذشته انتظار داشته پیش برود، دل سرد شده است، اما اگر دوباره کار را از سر بگیرد، شهادت پیشین او باز خواهد گشت.

در جوابم فقط گفت: «گمان نمی کنم. اوضاع خیلی عوض شده است.»  
 يك بار الیزابت که در سفر به وارنا مرا همراهی کرده بود گفت که بسیار نگران سلامت ولفگانگ است. فکر می کرد که او سخت بیمار است، اما من چنین چیزی در او ندیدم. ولفگانگ را دیگر ندیدیم.

در اواخر سال ۱۹۵۸ با نهایت تأسف باخبر شدم که او پس از يك عمل ناگهانی مرده است. شك ندارم که بیماری او در همان روزهای نامیمونی آغاز شد که امیدش را به تکمیل سریع نظریه ذرات بنیادی مان از دست داد. اما البته نمی خواهم بگویم که از این دو کدام علت بود و کدام معلول.

## ذرات بنیادی و فلسفه افلاطونی

(۱۹۶۵-۱۹۶۱)

وقتی انستیتوی فیزیک و اختر فیزیک ماکس پلانک که به کمک من و همکارانم پس از جنگ در گوتینگن برپا شده بود در پاییز ۱۹۵۸ به مونیخ نقل مکان کرد، فصل جدیدی در زندگی همه ما آغاز شد. در اینجا، در ساختمانی جدید و وسیع که طراحی یکی از دوستان دوران جنبش جوانان به نام زپ روف<sup>۱</sup> بود و در بخش شمالی شهر در کنار اینگلیش گاردن قرار داشت، نسل جدیدی از فیزیکدانان می توانستند به تحقیق در مسائلی که توجه مرا آن همه به خود جلب کرده بود، بپردازند. نظریه میدان واحد برای ذرات بنیادی مشغله اصلی هانس پتر دور<sup>۲</sup> بود که در آلمان بزرگ شده و در آمریکا درس خوانده بود، و بعد از اینکه سالها در کالیفرنیا با ادوارد تلر<sup>۳</sup> کار کرده بود به زادگاه خود بازگشته بود. او ظاهراً از تلر چیزهایی دربارهٔ محفل ما در لایپزیگ شنیده بود، و همینکه به مونیخ بازگشت، از راه گفتگو با کارل فریدریش، که پاییز هر سال چند هفته ای را در انستیتوی ما می گذراند تا تحقیقات فلسفیش فیزیک را بکلی از یادش نبرد، تمایلی به سنتهای قدیمی پیدا کرد. در نتیجه، جنبه های فیزیکی و فلسفی نظریه میدان واحد موضوع بحثهای بسیاری در میان ما سه نفر بود که معمولاً در اتاق کار من در انستیتوی جدید صورت می گرفت. من یکی از این بحثها را به عنوان نمونه نقل می کنم.

کارل فریدریش: «از دیدار پاییز گذشته تاکنون، آیا پیشرفتی در نظریه میدان واحد داشته اید؟ منظورم پیشرفت در تعبیر آزمایشهاست، گرچه من خودم به

1. Sep Ruf

2. Hans Peter Dürr

3. Edward Teller



جنبه‌های فلسفی مسأله علاقه دارم. اما نظریاتی مثل نظریه شما یا باید فیزیک درست و حسابی باشد و یا هیچ چیز نباشد. آیا پیشرفتی کرده‌اید؟ آیا چیز تازه‌ای که با نظر پاؤلی دربارهٔ تقسیم و کاهش تقارن، رابطه داشته باشد، کشف کرده‌اید؟»

دور: «فکر می‌کنم که تقسیم را اقلأ در يك مورد، یعنی در تقارن آینه‌ای، فهمیده باشیم. این تقارن بدین دلیل به وجود می‌آید که در نظریه نسبیت معادله ویژه مقدار برای جرم ذره بنیادی باید معادله‌ای درجه دوم و دارای دو جواب باشد. اما کاهش تقارن از این هم جالبتر است. ظاهراً در این مورد با مهمترین و کلیترین روابط، که تاکنون نادیده‌شان گرفته‌ایم، روبرو می‌شویم. اگر معلوم شود که یکی از تقارنهای بنیادی طبیعت به طور مرتب در طیف ذرات بنیادی نقض می‌شود، تنها توضیحی که می‌توان داد این است که جهان، یعنی زمینه‌ای که ذرات از آن برخاسته‌اند، تقارنش از قانون بنیادی کمتر است. اما این امر هیچ استبعادی ندارد و با معادله متقارن میدان هم قابل جمع است. نتیجه می‌گیریم - البته حالا در پی اثبات این امر نیستم - که نیروهایی وجود دارند که از فواصل دور اثر می‌کنند، یا ذراتی بنیادی وجود دارند که جرم لحقی شان صفر است. شاید این بهترین راه برای تعبیر الکترو دینامیک باشد. گرانس هم می‌تواند به این طریق به وجود بیاید، و بنا بر این می‌توان امیدوار بود که از این راه بتوان پلی به اصولی که اینشتین می‌خواست نظریه میدان واحد و کیهانشناسی خود را بر آن استوار کند، زد.»

کارل فریدریش: «اگر حرف شما را درست فهمیده باشم، شما فرض می‌کنید که معادله میدان شکل جهان را کاملاً تعیین نمی‌کند. به عبارت دیگر، اعتقاد دارید که جهان می‌تواند به شکلهای گوناگون که همه بر وفق معادله میدان شما هستند، وجود داشته باشد. این بدان معنی است که در نظریه شما يك عامل امکان یعنی عاملی منحصر به فرد و توضیح ناپذیر، یا تصادف، وجود دارد. درست می‌گوییم؟ این امر از دیدگاه فیزیک قدیم اصلاً عجیب نیست، زیرا در آنجا هم شرایط اولیه را قوانین فیزیکی تعیین نمی‌کنند، بلکه این شرایط امور ممکن الوجود هستند - یعنی ممکن بوده است به صورت دیگری باشند. با نگاهی به شکل فعلی جهان، به منظومه‌های بی‌شمار کهکشانی که ستاره‌ها و منظومه‌های ستاره‌ای به صورت بیسامان در آنها توزیع شده‌اند، خواه ناخواه این فکر به ذهن راه می‌یابد که امکان داشته است قضا یا از قرار دیگری باشد، یعنی امکان داشته است که شمار و محل ستاره‌ها، شمار و محل منظومه‌های کهکشانی، بکلی مقادیر دیگری داشته باشد، و در عین حال همین قوانین فیزیکی برقرار باشند. خوشبختانه، وقتی با طیف ذرات بنیادی سر و کار داریم،

لزومی ندارد که نگران جزئیاتی باشیم که در مقیاس کیهانی رخ می‌دهند. اما شما اعتقاد دارید که تأثیر خصوصیات کلی تقارنی جهان در آن طیف هم دیده می‌شود. شاید بتوانیم این خصوصیات کلی را به همان صورت نسبییت عام با الگوهای ساده‌ای نشان دهیم. آنگاه معادلهٔ اساسی میدان بعضی از این الگوها را مجاز خواهد دانست و برخی را ممنوع، و طیف ذرات بنیادی در مورد هر يك از این الگوها اندکی متفاوت با الگوهای دیگر خواهد بود. در این صورت می‌توانیم از روی طیف ذرات بنیادی به تقارنهای کلی پی ببریم.»

دور: «بله، امید ما نیز همین است. مثلاً همین اواخر فرضهایی در مورد این تقارنها کردیم که آزمایشهای جدیدی که ذرات بنیادی معینی در آنها دخالت داشت این فرضها را ابطال کرد. بنابراین جای فرضهای اولیه را به فرضهای دیگری که با نتایج آزمایش موافق بود، سپردیم. در حال حاضر، چنین می‌نماید که می‌توان تمامی الکترودینامیک را برحسب نامتقارن بودن جهان نسبت به تبدیل پروتون به نوترون، یا به عبارت کلیتر نسبت به گروه ایزواسپین، تعبیر کرد. در این مورد به نظر می‌رسد که نظریهٔ میدان واحد به قدری انعطاف دارد که همهٔ پدیده‌های مشهود را در يك قالب کلی جای می‌دهد.»

کارل فریدریش: «اگر در این چارچوب فکر کنیم به يك مسألهٔ جالب و دشوار می‌رسیم. من فکر می‌کنم که در مورد فرایندهای ممکن، باید میان آنچه منحصر به فرد است و آنچه عَرَضی و تصادفی است يك فرق اساسی بگذاریم. جهان منحصر به فرد است، یعنی در آغاز تصمیمات منحصر به فردی دربارهٔ تقارنهای آن گرفته شده است، و بعدها، یعنی وقتی که انبوهی از منظومه‌های کهکشانی و ستاره‌ها ساخته می‌شد، این تصمیمها باز باید هر بار از نو گرفته می‌شد، اما این تصمیمها به يك اعتبار عَرَضی اند، زیرا بسیار پر شماره و تکرارپذیرند. قوانین آماری مکانیک کوانتومی فقط در مورد تصمیمهای اخیر واقعاً صادق اند. بی‌شك استفاده از عباراتی چون 'در آغاز' و 'بعدها' در این مورد، جای حرف دارد، زیرا مفهوم زمان هم فقط برحسب الگویی که برای جهان برمی‌گزینیم معنی می‌یابد، اما شاید بهتر باشد که این ایراد را در بحث فعلی نادیده بگیریم. آن تصمیماتی که به اصطلاح در آغاز گرفته شده‌اند، قوانین طبیعت را هم که شما می‌خواهید با معادلهٔ میدان بیانشان کنید، شامل می‌شوند. زیرا همچنان که حق داریم بهر سیم چرا طبیعت جز این تقارنها تقارن دیگری ندارد، می‌توانیم بهر سیم که چرا قوانین به این صورت هستند نه به صورتی دیگر. شاید این پرسشها پاسخی نداشته باشند، اما من دوست ندارم معادلهٔ میدان شما را امر مسلمی

فرض کنم، شاید معادله‌ها با یاری گرفتن از 'تقسیم و کاهش تقارن' پاؤلی معنای ژرفتری پیدا کند.»

گفتم: «به هیچ وجه نمی‌خواهم حرف شما را نفی کنم، اما فعلاً باز هم می‌خواهم توجه شما را به منحصر به فرد بودن اولین تصمیمها معطوف کنم، زیرا این تصمیمها تقارنها را به صورتی تغییرناپذیر تعیین می‌کنند و صورتهایی را برقرار می‌سازند که تأثیر قاطعی بر رویدادهای بعدی دارند. عبارت 'در ابتدا تقارن بود' یقیناً از گفته دموکریتوس که در ابتدا ذره بود، بهتر است. ذرات بنیادی تقارنهایی در خود دارند، این ذرات ساده‌ترین تجلی تقارنها هستند، و در عین حال چیزی جز پی آمدهای این تقارنها نیستند. پای تصادف بعدها و در جریان تطور طبیعت به میان می‌آید اما آن هم کاملاً با صورتهای اصلی تطابق دارد، زیرا از قوانین آماری نظریه کوانتومی تبعیت می‌کند. این امر در جریان بعدی امور هم که دائم رو به پیچیدگی می‌رود، قابل تکرار است، به این معنی که تصمیمهای منحصر به فرد می‌توانند صورتهایی را تثبیت کنند که رویدادهای بعدی را تعیین می‌کنند. مثلاً در آغاز پیدایش حیات چنین چیزی رخ داده است، و من شخصاً فکر می‌کنم که کشفیات زیست‌شناسی جدید از این جهت بسیار جالب است. شرایط خاص زمین شناختی و اقلیمی سیاره ما به پیدایش گروهی از ترکیبات کربنی پیچیده با مولکولهایی غول‌آسا که اطلاعات را می‌توانند در خود ذخیره کنند منجر شد و اسید نوکلئیک به صورت انبار مناسبی از اطلاعات برای گزاره‌هایی که به ساختمان موجودات زنده مربوط می‌شوند، درآمد. با پیدایش آن، تصمیمی منحصر به فرد گرفته شد و صورتی تثبیت شد که همه فرایندهای بعدی زیستی را تعیین می‌کرد. اما در این فرایندها، تصادف یک بار دیگر نقش حساسی ایفا کرده است. اگر در سیاره‌ای در یک منظومه خورشیدی دیگر همان شرایط اقلیمی زمین وجود داشته باشد، و اگر در آنجا هم ترکیبات کربنی به ساخته شدن زنجیره‌های اسید نوکلئیک منجر شود، باز هم نمی‌توان گفت که حتماً در آن سیاره همان موجودات زنده‌ای که در روی زمین هست به وجود خواهد آمد. اما هر موجود زنده‌ای که در آنجا پدید آید، از لحاظ اسید نوکلئیک همان ساخت را خواهد داشت. با این حرف، به یاد کوشش گوته می‌افتم که می‌خواست همه گیاهان را از یک گیاه واحد آغازی مشتق سازد. گوته می‌گوید که این گیاه هم یک شیء است و هم نقشه‌ای است که همه گیاهان دیگر طبق آن ساخته می‌شوند. به تبع گوته، می‌توان گفت که اسید نوکلئیک یک موجود زنده آغازی است، زیرا آن نیز هم شیء است و هم نماینده‌گرده‌ای است که موجودات زنده بر اساس آن ساخته می‌شوند. با این حرفها، یکر است به فلسفه

افلاطون بر می گردیم. ذرات بنیادی ما را می توان به چند وجهیهای منظم تیمائوس افلاطون تشبیه کرد. این ذرات الگوهای اصلی و مثل ماده هستند. اسید نوکلئیک مثال موجود زنده است. این الگوهای آغازی همه تحولات بعدی را تعیین می کنند. اینها نمایندگان نظم کانونی هستند. و گرچه بعداً که انبوهی از ساختها پدید می آید تصادف در این جریان نقش حساسی ایفا می کند، باز هم شاید بتوان گفت که تصادف نیز به طریقی با نظم کانونی رابطه دارد.»

کارل فریدریش: «من از اینکه شما قید 'به طریقی' را به کار می برید اصلاً خوشم نمی آید. شاید بهتر باشد منظورتان را بیشتر توضیح بدهید. آیا تصور می کنید که این نوع تصادف به کلی بی هدف است، و به اصطلاح فقط اموری را که در مکانیک کوانتومی به صورت آماری بیان می شوند متحقق می سازد؟ از تذکرات شما چنین بر می آید که درورای این همه به یک ارتباط وسیعتر قایل هستید، یک نوع ساخت برتر که به همه رویدادهای منفرد معنی می دهد. درست می گویم؟»

دور: «اگر رویدادها از بسامدهایی که در مکانیک کوانتومی برای آنها تعیین می شود انحراف پیدا کنند، آنگاه دیگر نمی توان توضیح داد که چرا باید تابع قوانین کوانتومی باشند، و از تجرب به هم چنین پیداست که چنین انحرافات اصلاً امکان ندارد. اما شاید شما منظور دیگری داشتید، بی شک منظور شما رویدادها یا تصمیمهایی است که ذاتاً منحصر به فردند، یعنی تابع ملاحظات آماری نیستند. با این حال، وقتی از واژه 'معنی' استفاده می کنید، سؤال شما تا حدودی رنگ غیر علمی پیدا می کند.»  
در اینجا گفتگوی ما پایان یافت، اما چند روز بعد دنباله اش در گفتگویی که من مستمع آن بودم، گرفته شد. کنراد لورنتس<sup>۱</sup> و اریش فون هولست<sup>۲</sup> و همکارانشان تحقیق ویژه ای را در رفتار جانوران منطقه در انستیتوی پژوهشهای رفتاری ماکس پلانک، که در کنار دریاچه ای در سرزمین مرتفع و پر درخت میان دریاچه اشتارن برگ و دریاچه امر<sup>۳</sup> قرار داشت، آغاز کرده بودند، یا آن طور که در عنوان یکی از کتابهای لورنتس آمده است «همسخن با چهارپایان و پرندگان و ماهیان» شده بودند. این انستیتو کنفرانسهای پاییزه منظمی داشت که در آن زیست شناسان و فیلسوفان و فیزیکدانان و شیمیدانان درباره مسائل بنیادی گوناگون زیست شناسی، و به خصوص درباره مسائل معرفتی مربوط به آن، بحث می کردند، و آدمهای شوخ طبع اسم آن را گفتگوهای روح و جسم گذاشته بودند. من هم گاهی شرکت می کردم،

1. Konrad Lorenz

2. Erich von Holst

3. Ammer

بیشتر به عنوان مستمع، چون زیست‌شناسی را چندان نمی‌شناختم و دلم می‌خواست بهتر بشناسم. یادم است که آن روز بحث به نظریه داروین به صورت امروزی آن، یعنی جهش و انتخاب طبیعی کشیده شد، و سخنان می‌گفت که پیدایش انواع شبیه پیدایش ابزارهای بشری است. نیاز انسان به گذشتن از آب او را به اختراع قایق بادبانی وادار کرد و یکباره دریاچه‌ها و آبهای ساحلی پر از چیزهای تازه‌ای شد. بعد کسی به فکر افتاد که به کمک بادبان از نیروی باد استفاده کند، و قایقهای بادبانی قایقهای پارویی را از میدان به در کردند. سرانجام موتور بخار اختراع شد و کشتیهای بخاری جای قایقهای بادبانی را در همه اقیانوسها گرفتند. سخنان در ادامه حرفهای خود گفت که در جریان پیشرفت فنی، اختراعات ناموفق به سرعت از بین می‌روند. مثلاً لامپ نرنست، همین که ساخته شد، جای خود را به لامپ رشته‌ای سپرد. به فرایند انتخاب طبیعی هم باید به همین چشم نگاه کرد، جهش، به همان صورت که در مکانیک کوانتومی انتظار داریم، به شکل تصادفی رخ می‌دهد، و آنگاه انتخاب طبیعی بیشتر این 'آزمایشهای طبیعی' را از بین می‌برد، و فقط صورتهای معدودی که شایستگی خود را در آن شرایط نشان داده‌اند، باقی می‌مانند.

در همان حال که به این مقایسه فکر می‌کردم، به نظرم آمد که فرایند پیشرفت فنی از یک جهت مهم با نظریه داروین فرق دارد، و آن درجایی است که در نظریه داروین پای تصادف به میان می‌آید. اختراعات بشری هیچ‌گاه نتیجه تصادف نیستند، بلکه نتیجه قصد و فکر بشری هستند. سعی کردم بینم اگر این مقایسه را جدیتر از آنچه سخنان جلسه می‌خواست بگیریم، و اگر چیزی شبیه قصد به جهشهای داروینی نسبت بدهیم، چه به دست خواهد آمد. اما آیا می‌توان در مورد چیزی جز انسان، از قصد سخن گفت؟ خیلی که باشد، شاید بتوان گفت گربه‌ای که به روی میز آشپزخانه می‌جهد، قصد دارد سوسیسی را که در آنجاست بخورد. اما آیا باکتری خواری که به یک باکتری نزدیک می‌شود قصد دارد که داخل آن شود و در آنجا تکثیر پیدا کند؟ و حتی اگر از گفتن چنین چیزی هم باک نداشته باشیم، آیا می‌توان گفت که زنها به قصد سازگار شدن یا محیط ساخت خود را تغییر می‌دهند؟ اگر چنین حرفی بزنیم، یقیناً واژه قصد را بیجا به کار برده‌ایم. اما شاید بیان محتاطانه‌تر و دقیقتری برای این مطلب بتوان پیدا کرد، یعنی از خود پرسید که آیا مقصودی که باید به دست آید، امکانی که باید فعلیت یابد، بر جریان رویدادها تأثیر نخواهد داشت؟ اگر این کار را بکنیم، تقریباً به نظریه کوانتومی برمی‌گردیم. زیرا معادله موج نمایشگر یک امکان است و نه یک رویداد متحقق. به عبارت دیگر، آن نوع تصادف که در نظریه داروین نقش بسیار

مهمی به عهده دارد، شاید بسیار ظریفتر از آنی باشد که ما تصور می کنیم، بدین دلیل که با قوانین مکانیک کوانتومی موافقت دارد.

اختلاف نظری که میان شرکت کنندگان در گفتگو بر سر مناسب بودن استفاده از نظریه کوانتومی در زیست شناسی در گرفته بود، رشته افکار مرا پاره کرد. این گونه بحثها معمولاً بدین دلیل در می گیرد که هر چند بیشتر زیست شناسان قبول دارند که وجود اتمها و مولکولها را فقط از راه نظریه کوانتومی می توان فهمید، اما معمولاً به اتمها و مولکولها به چشم اشیاء فیزیک کلاسیک، یعنی به همان چشمی که به آجریا دانه های شن می نگریم، نگاه می کنند. هر چند این طرز تلقی خیلی وقتها به نتایج درستی منجر می شود، با این حال، چون ساخت مفهومی نظریه کوانتومی از بیخ و بن با فیزیک کلاسیک متفاوت است، اندیشیدن به شیوه متعارف گاهی شخص را گمراه می کند. با این حال بیش از این چیزی درباره «گفتگوهای جسم و روح» نمی گویم.

در آن زمان در انستیتوی خود من، چند تن فیزیکدان جوانان به تحقیق در مسائل وابسته به نظریه میدان واحد مشغول بودند. بحثهای داغ سالهای پیش جای خود را به اندیشه های سنجیده تر داده بود. اکنون وظیفه ای که بر عهده داشتیم این بود که نظریه را قدم به قدم بپرویم و تا آنجا که ممکن بود پدیده های مشهود را با حداکثر انسجام در آن جای دهیم. آزمایشهایی که در ژنو و بروک هیون<sup>۱</sup> با شتابدهنده های بزرگ انجام گرفته بود، بسیاری جزئیات تازه را در طیف ذرات بنیادی آشکار کرده بود، و ما می خواستیم دریابیم که آیا این نتایج جدید با پیشگوییهای ما توافق دارند یا نه. بدین طریق، نظریه میدان واحد بتدریج یک شکل فیزیکی ملموس پیدا می کرد و کارل فریدریش روز به روز به مبانی فلسفی آن علاقه مندتر می شد. نظر پاؤلی درباره تقسیم و کاهش تقارن به هیچ وجه منسوخ و فراموش نشده بود، بلکه معلوم شده بود که مثال مورد بحث دور - تقارن آینه ای - جز حالت خاصی نبوده است که شاید فقط برخی از خصوصیات اصلی مسأله را نشان می داده است. اکنون کارل فریدریش تصمیم داشت که به ریشه های مسأله اصلی دست بیابد.

بسیاری از بحثهای ما در این سالها در اورفلد انجام می گرفت. اوضاع بسیار آرامتر شده بود، و ما فراغت بیشتری داشتیم که به خصوص در روزهای آخر هفته و تعطیلات، به خانه مان در کنار دریاچه والشن برویم. از روی مهتابی خانه به تماشای

دریاچه و کوهها مشغول می شدیم و از رنگهای درخشان و متنوعی که لوئیس کورینث چهل سال پیش از آن با زیبایی تمام بر بوم نقاشی نقش کرده بود لذت می بردیم. روی دیگر و تیره این تصویر به ندرت به یاد می آمد: سرهنگ پاش که پشت دیوار مهتابی، مسلسل دستی در کنار، زانو زده بود، صدای تیراندازی که از دوردست جاده می آمد، بچه ها در زیر زمین پشت کیسه های شن. اکنون این رویدادها از ما خیلی دور بودند، و می توانستیم در آرامش به پرسشهای بزرگی که زمانی افلاطون طرح کرده بود، و اکنون شاید فیزیک ذرات بنیادی به آنها پاسخ می داد، بیندیشیم.

کارل فریدریش یگ بار که به دیدار ما آمده بود اندیشه اساسی کوشش خود را چنین بیان کرد: «حرکت تفکر ما درباره طبیعت همواره به صورت دایره ای یا حلزونی است، زیرا فقط در صورتی می توانیم طبیعت را درک کنیم که درباره آن بیندیشیم، و بدین دلیل می توانیم بیندیشیم که ذهن ما بر طبق قوانین طبیعت ساخته شده است. بنابراین، علی الاصول از هر جا که بخواهیم می توانیم شروع کنیم، اما ساختمان ذهن ما طوری است که بهتر است با ساده ترین چیزها شروع کنیم، یعنی با شقوق مخالف: آری یا نه، بودن یا نبودن، خیر یا شر، تا وقتی که این شقوق را به همان صورت که در زندگی روزمره به کار می روند در نظر بگیریم، مشکلی پیش نمی آید. اما همان طور که از مکانیک کوانتومی دریافته ایم، کار هر یک از این دو شق به یک آری یا نه ساده خلاصه نمی شود، بلکه شامل جوابهای دیگری نیز هست که مکمل هم اند، و در اینجاست که درجه احتمال آری یا نه، و نیز تداخل این دو در یکدیگر، مطرح می شود. در نتیجه، پیوستاری از جوابهای ممکن، یا به زبان ریاضی گروه پیوسته ای از تبدیلات خطی از دو متغیر مختلط خواهیم داشت، که گروه لورنتسی نظریه نسبیت را هم شامل می شود. وقتی درباره صادق بودن یا نبودن هر یک از این جوابهای ممکن سؤال می کنیم، در واقع راجع به فضایی پرسش می کنیم که با پیوستار فضا - زمانی دنیای واقعی قابل مقایسه است. من سعی دارم که بدین طریق ساختار گروهی را که شما از راه برهم افزودن شقوق در معادله میدان خود به دست آورده اید - و به یک اعتبار می توان گفت که جهان بر طبق آن تحول می یابد - توسعه بدهم.»

من گفتم: «به عبارت دیگر، به نظر شما باید توجه داشت که تقسیم پاولی یک نوع حصر در دوشق، به معنایی که در منطق ارسطویی دارد، نیست، بلکه پای مکمل بودن را در جای حساسی به میان می کشد. پس پاولی حق داشت که می گفت تقسیم به معنای ارسطویی آن از صفات شیطان است، و از تکرار مستمر آن چیزی جز آشوب

پدید نمی آید. اما حالا می توان گفت که وجه سومی که با مکمل بودن ظاهر می شود، ممکن است به نتیجه برسد و در صورت تکرار فضای جهان واقعی را به دست دهد. همان طور که می دانید، عرفای قدیم میان عدد سه و مبدأ الهی رابطه ای می دیدند. اگر هم عرفان را دوست ندارید، می توانید سه گانه هگلی تز و آنتی تز و سنتز را در نظر بگیرید. سنتز همیشه آمیزه تز و آنتی تز و سازش صرف میان آن دو نیست، بلکه گاهی، یعنی وقتی تز و آنتی تز با هم ترکیب بشوند و چیزی پدید بیاورند که از لحاظ کیفی تازه باشد، بسیار پر ثمر است.

کارل فریدریش روی هم رفته راضی نشده بود: «این حرفها تأملات فلسفی دلچسبی است، اما من گمان نمی کنم که بتوان به همین قانع شد، بلکه امیدوارم این شیوه جدید ما را به قوانین واقعی طبیعت هدایت کند. معادله میدان شما، که هنوز با قطع و یقین نمی توان گفت که آینه درست نمای طبیعت است، چنانکه پیداست در این فلسفه شقوق ریشه دارد، اما باید بتوان این امر را با دقت ریاضی لازم ثابت کرد.»  
گفتم: «در هر حال، همان طور که افلاطون می خواست اجسام منظم را، و جهان را، با مثلثها بسازد، شما هم می خواهید که ذرات بنیادی را، و جهان را، از شقوق بسازید، و همچنانکه مثلثهای افلاطون مادی نبودند، شقوقی هم که شما در نظر می گیرید جنبه مادی ندارند. اما اگر کار را از منطق مکانیک کوانتومی آغاز کنیم، شقوق به صورت مبنایی در می آیند که صورتهای پیچیده تر از راه تکرار از آن پدید می آید. اگر نظر شما را درست فهمیده باشم، این مسیر از شقوق به گروههای تقارن، یعنی به خواص، می رسد. آن صورتهای ریاضی که غاد ذرات بنیادی هستند، يك یا چند خاصه را نشان می دهند، به اصطلاح این صورتهای مثال ذرات بنیادی اندو ذرات واقعی بر الگوی آنها ساخته می شوند. تا اینجا را من خوب می فهمم و گذشته از این، با شما موافقم که شقوق بیش از مثلثها شایستگی آن را دارند که ساختارهای بنیادی اندیشه ما محسوب شوند. با این حال، تصور می کنم که در عمل تحقق بخشیدن به برنامه شما کار بسیار دشواری خواهد بود، زیرا تفکری که لازم دارد به قدری انتزاعی است که تاکنون، دست کم در فیزیک، سابقه نداشته است. انجام دادن این کار یقیناً برای من بسیار دشوار است، اما شاید نسل جوان بتواند این راه را با گامهای بلند بییماید. خلاصه، شما و همکارانتان حتماً به کارتان ادامه بدهید.»

حرف که به اینجا رسید، الیزابت که از آن طرف ایوان به حرفهای ما گوش می داد، گفت: «راستی فکر می کنی بتوانی علاقه نسل جوان را به این مسائل دشوار، مسائلی که يك پایشان در قلمرو گسترده تر علم و حیات است، جلب کنی؟ از حرفهایی



که گاهی در مورد تحقیقات در مراکز بزرگ پژوهشی اینجا و آمریکا می‌زنی، این طور معلوم می‌شود که نسل جوان تقریباً فقط به جزئیات مشغول است و گویی حتی حرف زدن از یک زمینه وسیعتر را بر خود حرام کرده است. اوضاع تا حدودی به نجوم در اواخر قرون وسطی شباهت دارد. در آن زمان متخصصان به این راضی بودند که خسوف یا کسوف بعدی را از روی افلاک حامل و افلاک تدویری که روی هم سوار می‌شدند پیش بینی کنند، و نظام خورشید مرکزی آریستارخوس را بکلی از یاد برده بودند. آیا امکان ندارد که علاقه به این مسائل کلیتری هم که تو حرفش را می‌زنی به تدریج از بین برود؟»

من به این اندازه بدین نبودم. گفتم: «علاقه به جزئیات چیز مهم و لازمی است، زیرا بعد از همه حرفها، می‌خواهیم واقعاً از کار دنیا سر در بیاوریم. عبارتی را که نیلس بارها نقل می‌کرد نباید فراموش کنی: 'روشنی فقط از راه عمق به دست می‌آید.' اما منع و تحریم هم زیاد بد نیست زیرا منظور از آن بازداشتن از ورود در مسائل نیست که درباره‌شان نباید حرف زد، بلکه تنها برحذر داشتن از آدمهای پرچانه و بیهوده‌گو است. توجیه دیرینه این تحریمها سخن گوته است که می‌گوید: 'سخن بگو، اما تنها با بخردان، زیرا گله تنها شایسته تحقیر است.' بنابراین تحریمها نباید اسباب ناراحتی ما بشود. همواره جوانانی خواهند بود که چون می‌خواهند در همه چیز صداقت داشته باشند، به زمینه وسیعتر هم می‌اندیشند، و وقتی چنین کسانی باشند تعدادشان مهم نیست.»

کسانی که به فلسفه افلاطون اندیشیده‌اند می‌دانند که در نظر او جهان بر طبق صورتها ساخته می‌شود، بنابراین دوست دارم روایت این گفتگوها را که در طول سالها انجام شده است با نقل خاطره‌ای که صورتش از حافظه من زدودنی نیست پایان دهم. چهار نفر بودیم - الیزابت، دوپسر بزرگمان و من - و با اتومبیل از کنار چمنزارهای شکوفان به سوی تپه‌های میان دریاچه اشتارنبرگ و دریاچه امر، بر سر راه زه‌ویزن<sup>۱</sup>، می‌رفتیم. می‌خواستیم در آنجا اریش فون هولست را در پژوهشکده ماکس پلانک برای پژوهشهای رفتاری ببینیم. فون هولست نه تنها زیست شناس برجسته‌ای بود بلکه ویولا را هم خوب می‌نواخت و ویولن هم می‌ساخت. می‌خواستیم درباره سازی با او مشورت کنیم. پسرهای من، که در آن زمان محصل

بودند ویولن و سلوی خود را همراه آورده بودند تا اگر فرصتی شد چیزی بنوازند. فون هولست خانه تازه سازش را که بیشترش را خودش با ذوق و سلیقه ساخته و تزئین کرده بود به ما نشان داد. آنگاه ما را به اتاق نشیمن بزرگی برد که نور آفتاب از پنجره‌های بزرگ و باز به درون آن می‌تابت. در بیرون درختان سبز آتش زیر آسمان آبی دیده می‌شد و پرندگان پژوهشگره بال افشانی می‌کردند. فون هولست ویولای خود را آورد، بین دو پسر نشست و در نواختن سرنا د بتهوون درد مازوریا ایشان همراه شد. این قطعه که از آثار جوانی بتهوون است لبریز از نیرو و نشاط است و ایمان به نظم کانونی در سراسر آن کم‌دلی و ماندگی را از میان می‌برد. در همان حال که گوش می‌کردم در این اعتقاد راسختر می‌شدم که اگر به میزان بشری بسنجیم، زندگی و موسیقی و علم همواره ادامه خواهد یافت، هر چند ما خود فقط مهمانانی دو روزه، یا به قول نیلس هم بازیگران و هم تماشاگرانی در نمایش بزرگ زندگی باشیم.



مرکز نشر دانشگاهی

[www.iup.ac.ir](http://www.iup.ac.ir)



117221148712900911151

ISBN: 978-964-01-0455-2



9 789640 104552