

## — احیاء تفکر فلسفی در میان دانشمندان علوم تجربی \*

□ مهدی گلشنی

استاد دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف

□ بارشد مکاتب مختلف تجربه‌گرایی در اوایل قرن حاضر، فلسفه جاذبه‌اش را در میان دانشمندان علوم تجربی از دست داد و ظهور فیزیک کوانتومی با نگرش پوزیتیویستی خود این امر را شدت بخشید. در سه دهه گذشته باد موافق تفحصات فلسفی وزیدن گرفته است و بسیاری از دانشمندان طرد تفحصات فلسفی را مورد سؤال قرار داده‌اند.

Natural Philosophy چاپ کرد. همچنین دالتون<sup>۱</sup> کتاب معروفش درباره اتم را (در ۱۸۰۸) به A New System of Chemical Philosophy موسوم کرد. بالاخره درجه علمی Ph.D. برای فارغ التحصیلان دوره دکتری یادگاری از آن نوع نگرش است.

با جدا شدن علوم از فلسفه، متافیزیک بیشتر و بیشتر مورد بی مهری قرار گرفت و رشد پوزیتیویسم و سایر نحله‌های تجربه‌گرا در قرن نوزدهم و پیدایش «پوزیتیویسم منطقی» در قرن بیستم این مطلب را تشدید کرد. این مکاتب فلسفی متافیزیک را امری یاوه انگاشتند و بر آن بودند که باید مشاهدات را از جمیع مقدمات ذهنی و مفروضات متافیزیکی زدود. از نظر اینان علوم تجربی قابل اعتمادترین و پرفایده‌ترین معرفت بشری است.

در حالی که علمای پیشین (نظیر نیوتون) ضمن کاوش برای یافتن قوانین علمی به ملزومات فلسفی علمشان توجه داشتند، بسیاری از دانشمندان معاصر تفحصات فلسفی را غیر عملی و بی حاصل و باعث اتلاف وقت می‌دانند و برای آنها «علم» همه چیز است. این اعجاب فوق‌العاده نسبت به قدرت علم باعث شد که طرح هر سؤال متافیزیکی طرد شود. دیراک که از بانیان مکانیک کوانتومی بود گفت:

فلسفه اصالتاً به معنای «دوستی حکمت» است، و در ابتدا شامل تمام دانشها می‌شد. حکمت طبیعی بخشی از فلسفه بود که جهان طبیعت را بررسی می‌کرد. در قرون اخیر علوم از فلسفه جدا شدند، و در قرن حاضر فلسفه تحت تأثیر «پوزیتیویسم» و مکاتب مشابه آن به تحلیل مفاهیم محدود شده است.

اما کلمه فلسفه به معنای دیگری نیز بکار می‌رود، که مترادف با «متافیزیک» است، و در این معنا علوم طبیعی و ریاضی را شامل نمی‌شود. در این نوشته منظور از فلسفه همین معنای اخیر است. متافیزیک در اصطلاح ارسطو به معنای «بعد از کتاب فیزیک» بود؛ سپس معنای «فوق فیزیک» را از آن اراده کردند و در این معنا متافیزیک دانشی است که از احکام کلی هستی بحث می‌کند.

قبل از این که علوم از فلسفه، به مفهوم عام آن، جدا شوند دانشمندان علوم غالباً در فلسفه تبحر داشتند و به ملزومات فلسفی علم خود توجه می‌کردند. نیوتون، در نامه‌ای که در ۱۶۷۹ به هوک<sup>۲</sup> نوشت، از بحث درباره بعضی از مسائل علمی خودداری کرد زیرا فرصت آن را نیافته بود که روی ابعاد فلسفی آنها فکر کند<sup>[۱]</sup>. تامس یانگ<sup>۳</sup> سخنرانیهایش در انستیتوی سلطنتی انگلیس درباره نور (در ۱۸۰۷) را تحت عنوان Lectures in

بدین ترتیب جهان پڑ و هشگران علوم محدود به آن بخش خاصی شده است که با آن سروکار دارند. این محدود شدن بینشها بعضی از دانشمندان را برآشفته است. هاینرگ هشدار می دهد که:

«تخصّص محدود مانی بر سر راه شناخت است. تنها از طریق نظر افکندن به تمامی پدیده های جهان است که می توان مفاهیم صحیح را یافت. حتی در يك مسأله خاصّ فهم قضیه غالباً از طریق مراجعه به مسأله مشابه و حلّ آن در يك حوزه دیگر فیزیک میسر می شود.» [۵]

(۲) توفیق چشمگیر علوم در توجیه پدیده ها عامل مهم دیگری که بی توجهی نسبت به ابعاد فلسفی علوم را در نیمه اول این قرن در میان دانشمندان تشدید کرد موفقیت بی نظیر بعضی از نظریه ها، مثلاً نظریه کوانتوم، در توصیف حوزه بسیار وسیعی از پدیده ها بود. وایتسکر می گوید:

«من به هاینرگ گفتم که مکانیک کوانتومی جالب است. اما آیا شما معنای آن را می فهمید؟ شما باید فلسفه آن را پرورش دهید. جواب او این بود که: اگر شما می توانی این کار را بکن. اما برای ما این خیلی مشکل است.» [۶]

آنگاه وایتسکر اضافه می کند:

«او لاقبل قبول داشت که این کار با معنا است. اما غالب فیزیکدانان حتی این وظیفه را نمی دیدند. آنها از موفقیتها لذت می بردند.» [۶]

(۳) رواج فلسفه های تجربه گرا به عقیده ما مهمترین عامل بی رونقی متافیزیک در دو سه قرن اخیر رشد فلسفه های تجربه گرا در این اعصار بوده است. تجربه گرایان بر این بودند که منشأ دانش درباره طبیعت تجارب حسی است و امور غیر محسوس، و از جمله مسائل متافیزیکی که امور عقلی هستند، فاقد ارزشند. در میان گرایشهای مختلف تجربه گرایی مکاتب پوزیتیویسم و عملیات گرایی<sup>۴</sup> بزرگترین ضربه را بر متافیزیک وارد کردند.

پوزیتیویسم با نظریه اوگوست کنت نصیح گرفت که می گفت مبنای معتبر برای یقین چیزی جز تجربه حسی نیست، و اکنون که ما به دوره علمی رسیده ایم طرح مسائل متافیزیکی يك امر ارتجاعی است. باید به علوم مثبت، که هدفشان تصرف در طبیعت به منظور اصلاح

«این که آیا امواج حقیقی هستند یا نه مسأله ای نیست که مرا ناراحت کند، زیرا من این را متافیزیک تلقی می کنم.» [۴]

به علت رواج این نوع بینش حتی دانشمندان بزرگ نیز در صورتی که به این گونه مسائل می پرداختند به بدعت گذاری متهم می شدند. شرویدنگر در نامه ای که در ۱۹۵۰ به آینشتاین نوشت چنین گفت:

«به نظر من ایده احتمال این روزها به طور بدی دستکاری می شود. يك حکم احتمالی این پیش فرض را دارد که موضوعش کاملاً واقعیت دارد. اگر بخواهیم به این واقعیت بپردازیم، ما را به بدعت فیزیکی متهم می کنند.» [۳]

این نوع بینش هنوز هم در غالب محیطهای علمی شیوع دارد و لذا دانشجوی علوم تجربی در زمان حاضر بندرت متوجه این مطلب است که مفاهیمی نظیر زمان، فضا، آنتروپی، احتمال، ثقل و غیره، که به او تعلیم داده می شود، مفاهیمی بسیار پیچیده اند که بسیاری از ابعاد آنها حتی بر متخصصان نیز پوشیده است. امروز دانشجوی طوری پرورش می یابد که فکر می کند پشتوانه علم جدید تجربه محض است، و علم جدید فارغ از مفروضات متافیزیکی است، و هرچه پڑ و هشگران این علوم می گویند مبتنی بر تجربه و استدالات ریاضی خدشه ناپذیر است.

امروز هدف غالب دانش پڑ و هان توفیق در صحنه عمل و کشفیات جدید است، و ارزش وحدت بخشی به دیدگاههای شخص حتی در مقیاس محدود نیز از بین رفته است. این يك بعدی بودن می تواند به فقر علوم منتهی شود و لذا در دو سه دهه اخیر سخت مورد نکوهش قرار گرفته است.

### علل طرد متافیزیک

در اینجا می خواهیم به علل بی اعتنائی دانشمندان نسبت به تفحصات فلسفی و یا ضدیت با آن بپردازیم، و به دلیل پرهیز از اطاله این نوشتار تنها به ذکر سه تا از مهمترین عوامل این قضیه اکتفا می کنیم. [۴]

### (۱) رشد تخصّص گرایی

تکثیر شاخه های علوم تجربی و تخصّصی شدن روزافزون این علوم باعث شده است که دانشمندان این علوم به مبادی و ملزومات فلسفی علمشان کاری نداشته باشند و یا در پی وحدت بخشی به معلوماتشان نباشند.

زندگی است، پرداخت.

توسعهٔ پوزیتیویسم در قرن بیستم با تأسیس «حلقهٔ وین» در دههٔ ۱۹۲۰ و ظهور مکتب پوزیتیویسم منطقی صورت گرفت. بنابر نظر اینان کلیهٔ دانش بشری از تجربه نشأت می‌گیرد. پس تمامی احکام، دربارهٔ پدیده‌ها است. اینها اصلی ارائه دادند به نام «اصل تحقیق‌پذیری» که بر طبق آن يك قضیه در صورتی با معنا است که بتواند توسط مشاهدات خارجی مورد تحقیق قرار گیرد. پس قضایای متافیزیکی که قابل تأیید تجربی نیستند فاقد معنا می‌باشند. اینان معتقد بودند که نظریه‌ها واقعیت را توصیف نمی‌کنند بلکه صرفاً ابزارهای محاسبه‌ای هستند که به کمک آنها می‌توان پدیده‌های مشاهده‌پذیر را لااقل به‌طور آماری پیش‌بینی کرد. شلیک<sup>۵</sup> در ۱۹۳۱ گفت:

«قوانین طبیعی جهان شمول نیستند، زیرا آنها را نمی‌توان برای تمامی موارد مورد تحقیق قرار داد. آنها راهنماهایی برای محقق هستند که راهش را بیابد و بعضی حوادث را پیش‌بینی کند.»<sup>(۷)</sup>

پوزیتیویستها در ثلث اول این قرن این امید را بوجود آوردند که روش علمی آنها مشکل‌گشای علوم است. به همین جهت دیدگاههای پوزیتیویستی روی بسیاری از علما مؤثر افتاد و فلسفهٔ علم رایج شد - چیزی که متأسفانه تا امروز بر ذهن بسیاری از دانشمندان علوم تجربی حاکم است. برای این که حاکمیت افکار پوزیتیویستی بر ذهن دانشمندان روشن شود به نقل دو قول اکتفا می‌کنیم: - لاینس پالینگ<sup>۶</sup> شیمیدان برندهٔ جایزهٔ نوبل بر این بود که آنچه به نتایج تجربی منتهی نشود حائز اهمیت نیست.<sup>(۸)</sup>

- ادو<sup>۷</sup>، یکی از عالمان فیزیک ذرات بنیادی، در کتابی که چند سال پیش تحت عنوان «طرح بزرگ»<sup>۸</sup> نوشت چنین گفت:

«سؤالات اساسی در فیزیک، و همین‌طور در سایر علوم، مربوط به این نیست که يك چیز چگونه کار می‌کند یا چرا چیزی اتفاق می‌افتد. ما تنها می‌توانیم بررسی کنیم که چگونه يك مشاهده با مشاهدهٔ دیگر مربوط می‌شود. این محدودیت روی سؤالات ناشی از نوعی فلسفهٔ علم است که به‌طور ضمنی پذیرفته شده است: نوعی پوزیتیویسم منطقی. اگر چه فلسفه‌های شخصی دانشمندان متفاوت است، اما آنها معمولاً مطابق این قاعده کار می‌کنند که تنها سؤالات مجاز آنهایی هستند که علی‌الاصول بتوان به آنها از طریق مشاهده یا مشاهدات تحت کنترل - عملیات موسوم به تجارب - جواب داد.»<sup>(۹)</sup>

مکتب تجربه‌گرای دیگری که در این قرن تکون یافت مکتب عملیات‌گرایی بریجمن<sup>۹</sup> بود. بنابر این مکتب، يك مفهوم علمی برابر است با اعمالی که برای اندازه‌گیری آن انجام می‌گیرد. پس زمان چیزی است که ما با ساعت اندازه می‌گیریم و فضا چیزی است که با خط‌کش اندازه می‌گیریم. به عقیده بریجمن:

«نگرش فیزیکدان باید تجربه‌گرایی صرف باشد»<sup>(۱۰)</sup>

جان دیوئی<sup>۱۰</sup> و بریجمن عملیات‌گرایی را به فیزیکدانان نظری القا کردند. بسیاری از فیزیکدانان برجستهٔ امریکایی نظیر کمبل<sup>۱۱</sup>، ون ولک<sup>۱۲</sup>، اسلیتر<sup>۱۳</sup>، اوپنهاইمر<sup>۱۴</sup>، و برایست<sup>۱۵</sup> همگی در تماس مستقیم با بریجمن بودند و بعضی از آنها به تأثیرپذیری از او صریحاً اقرار کرده‌اند. همین‌طور کوندون<sup>۱۶</sup> و مورس<sup>۱۷</sup> در کتاب مکانیک کوانتومی خود، که در ۱۹۲۹ به‌چاپ رسید، اعتراف کردند که کتاب «منطق فیزیک جدید» بریجمن مهمترین کمک را به تفکر دربارهٔ همهٔ فیزیک کرده است.<sup>(۱۱)</sup>

هم‌اکنون نیز عملیات‌گرایی یکی از اولین درسهای است که به دانشجوی علوم تجربی در سال اول دانشگاه القا می‌شود. به کلام هالیدی - رزنیك در کتاب معروف «فیزیک» توجه کنید:

«وقتی يك كمیت فیزیکی (مثلاً جرم) را تعریف شده تلقی می‌کنیم که يك دسته قواعد یا دستورالعملها برای اندازه‌گیری آن كمیت بیان کرده و واحدی از قبیل کیلوگرم به آن نسبت داده باشیم.»<sup>(۱۲)</sup>

### نقد ادعاهای تجربه‌گرایان

(۱) می‌گویند برای این که يك مفهوم معنا داشته باشد باید بتوان يك رشته عملیات برای اندازه‌گیری آن تعریف کرد، و الا آن مفهوم بی معنا است. اما

(اولاً) همواره يك مفهوم را برحسب سایر مفاهیم تعریف می‌کنیم و همواره يك دسته مفاهیم تعریف نشده باقی می‌مانند. در واقع هر نظریه با تعدادی مفاهیم تعریف نشده شروع می‌کند و سایر مفاهیم برحسب اینها تعریف می‌شوند. (ثانیاً) وسایل اندازه‌گیری آزمایشگر به نوبهٔ خود برحسب عملیاتی تعریف می‌شوند و لذا به نظر می‌رسد که نتوان از جایی شروع کرد.

(۲) می‌گویند مشاهده تنها منشأ دانش است. اما (اولاً) ما ادراکاتی داریم که مستقیماً از تجربه اخذ

(ثانیاً) بعضی از مفهومیهای کلیدی فیزیک به وسیله ریاضیدانانی عرضه شده است که کاری به مسائل فیزیک نداشته اند. وقتی که آپولونیوس یونانی نظریه مقاطع مخروطی را عرضه کرد کاربرد آنها در فیزیک مطرح نبود. این کپلر و گالیله بودند که در حدود ۱۸۰۰ سال بعد به کاربرد مقاطع مخروطی در حرکت سیارات و سنگهای برآمدند. همین طور وقتی گاوس و ریمان هندسه ریمانی را مطرح کردند نشانی از کاربرد آنها در فیزیک نبود و این آیینشتاین بود که چند دهه بعد، از هندسه ریمانی در بنای نظریه ثقل استفاده کرد. همچنین وقتی که مفهوم فضای هیلبرت مطرح شد کاربردی برای آن در فیزیک متصور نبود، اما بعداً فون نویمان<sup>۱۹</sup> آن را در بنای نظریه کوانتوم بکار برد.

همین طور وقتی که ذیمقراطیس مفهوم اتمها را مطرح کرد هیچ شاهد تجربی بر وجود اتمها موجود نبود. استدلال ذیمقراطیس این بود<sup>[۱۵]</sup> که او می خواهد بدین طریق انسان را از ترس رهایی بخشد، ترس از نیروهای اسرارآمیز اشیای محیط. این شواهد را نمی توان براساس مکتب تجربه گرایی توجیه کرد.

(۵) می گویند مشاهده مقدم بر نظریه است و ما چیزی جز حقایق برهنه نمی بینیم. اما واقعیت این است که ما هرگز با ذهن خالی سراغ مشاهده نمی رویم و در هر مشاهده همواره تعدادی پیش فرض وجود دارد. مثلاً وقتی طول یک شیء را با متر اندازه می گیریم توجهی به جهت گیری میز در فضا نداریم، زیرا بین جهات مختلف فضا تمایزی قابل نیستیم. بعلاوه این نظریه است که به ما می گوید دنبال چه چیزهایی بگردیم. برای نشان دادن نقش نظریه در مشاهده کافی است به مسأله کشف پوزیترون (ضد الکترون) نظر افکنیم. قبل از این که دیراک وجود پوزیترون را پیش بینی کند آزمایشگران مشاهده کرده بودند که در مواردی مسیر ذرات در اتاقک ابری مناسب یک ذره با بار مثبت بود. اما آنها مسأله وجود ذرات با بار مثبت را جدی نگرفتند، زیرا در آن زمان تعصباتی بر علیه فرض ذرات جدید وجود داشت اما وقتی که دیراک، براساس مبانی نظری، وجود ضد الکترون را پیش بینی کرد، آزمایشگران به دنبال آن ذره گشتند و آن را یافتند. آری چنانکه گونتر استنت<sup>۲۰</sup> استاد میکروبیولوژی دانشگاه کالیفرنیا (برکلی) متذکر شده، ادعای این که دانشمندان با ذهن باز با حوادث برخورد می کنند حرف مهملی است: «این تصویر از دانشمند به عنوان کسی که ذهن باز دارد و

نشده است، مثل مفهوم «عدم» که مستقیماً از طریق ادارک حسی برای ما حاصل نشده است. (ثانیاً) معیار قرار دادن تجربه خود یک امر تجربی نیست، بلکه یک اصل متافیزیکی است. (ثالثاً) در بسیاری از موارد، دانش ما از مشاهده محض فراتر می رود. مثلاً این استنتاج که ستارگان اجسام بسیار بزرگند از طریق احساس بصری برای ما حاصل نشده است. (رابعاً) تعداد آزمایشهایی که یک آزمایشگر انجام می دهد محدود است، در حالی که قانون مورد ادعای او عام است و فراتر از تجارب او است. (خامساً) تجربه گرایی محض راه کشف را می بندد. سالها است که فیزیکدانان معتقد به وجود کوارکها هستند، در صورتی که کوارکهای آزاد مشاهده نشده اند.

(۳) می گویند که هر چیزی که قابل تحقیق تجربی نیست باید از فیزیک حذف شود. این مبانی استدلالی بود که آیینشتاین در اوایل قرن به کاربرد که زمان مطلق یا اتر را نفی کند. البته آیینشتاین بزودی این دیدگاه را کنار گذاشت، اما بسیاری از دانشمندان معاصر هنوز به آن پای بند هستند. فاینمن<sup>۱۸</sup> در نقد این دیدگاه می گوید:

«مطلب دیگری که از شروع تکون مکانیک کوانتومی مورد تأکید قرار گرفته است این است که نباید در مورد اشیایی که نمی توانیم اندازه گیری کنیم صحبت کنیم. یک شیء مگر آنکه بتواند از طریق اندازه گیری تعریف شود جایی در نظریه ندارد. . . این همواره خوب است که بدانیم کدام یک از مفهوما را نمی توان مستقیماً مورد آزمون قرار داد، اما لازم نیست که ورای اینها را کنار بگذاریم. . .

در مکانیک کوانتومی، دامنه احتمال را داریم، پتانسیل را داریم، و بسیاری دیگر از کمیات را که نمی توانیم مستقیماً اندازه بگیریم. اساس علم قابلیت پیش بینی آن است. ما باید نتایج آزمایشها را به ناحیه هایی که تاکنون مورد آزمون قرار نگرفته اند تعمیم دهیم والا هیچ پیش بینی نداریم.»<sup>[۱۳]</sup>

(۴) بعضی از نظریه پردازان ادعا می کنند که نظریه شان را مستقیماً از تجربه گرفته اند. اما، همان طور که آیینشتاین متذکر شده است، اگر قرار بود نظریه ها مستقیماً از آزمایشها نتیجه شوند مکانیک نیوتونی نایستی هرگز به وسیله مکانیک نسبیتی جایگزین می شد.<sup>[۱۴]</sup>

در اینجا یادآوری دو نکته مناسب به نظر می رسد: (اولاً) یک فرمول تأیید شده در تجربه می تواند از نظریه های مختلفی نتیجه شود.

(۱) بسیاری از مفهومیهای مهمی که توسط دانشمندان علوم تجربی مطرح شده‌اند شامل مفروضات متافیزیکی است: مثلاً بور به این نتیجه رسید که نور یا ماده هم خاصیت موجی دارند و هم خاصیت ذره‌ای، و این دو خاصیت مکمل ولی مانع‌الجمع هستند. این مطلب به اصل «مکملیت» معروف است. اما این اصل بعضی مقدمات متافیزیکی دارد. مثل این فرض که مفاهیم کلاسیک تنها مفاهیمی هستند که ما در اختیار داریم. همین‌طور هاینز برگ در نفی حاکمیت علیت در جهان به اصولی فوق تجربه متوسل شد. مثلاً يك استدلال او این بود که در فیزیک ما باید خود را به توصیف مشاهدات محدود کنیم و چون در مشاهداتی که در سطح اتمی صورت می‌گیرد اصل علیت را کارا نمی‌بینیم، پس این اصل بی حاصل و بی معنا است. [۱۹]

(۲) بسیاری از دانشمندان ادعا می‌کنند که به هیچ اصل متافیزیکی معتقد نیستند و صرفاً تابع تجربه‌اند. اما در عمل می‌بینیم که همه آنها اصولی فوق تجربه را بکار می‌برند. حتی خود پوزیتیویست‌های منطقی، که متافیزیک را بی معنا می‌دانستند، دارای متافیزیک خاصی بودند. متافیزیکی که آنها با آن مخالف بودند يك متافیزیک متعالی بود، یعنی متافیزیکی که به يك واقعیت فوق تجربی معتقد بود. اصولاً فعالیت علمی مبتنی بر فرض وجود عالم خارج و فرض قابل درک بودن طبیعت است، و بدون اینها فعالیت علمی بی معنا است، به قول دیبروی<sup>۲۲</sup>، فیزیکدان برنده جایزه نوبل:

«همه کار علم، لااقل علم نظری، که خود را به مشاهدات ساده محدود نمی‌کند، بلکه به دنبال تعبیر آنها است، مبتنی بر اصل زیر است: می‌توان تعبیری، لااقل ناقص، با اتکا به قواعد استدلال، از واقعیت فیزیکی بدست داد. اما این اصل، که معمولاً بدون سؤال پذیرفته می‌شود، اصولاً بسیار گستاخانه است. در بیان این که يك هم‌آهنگی بین استدلال و حقایق وجود دارد، ما احتمالاً تا حد انتهائی می‌رویم که احساس زیبایی را به عنوان راهنمایی به جاذبه حقیقت معتبر می‌دانند.» [۲۰]

(۳) مسائل بسیاری در علوم مطرح است که جوابگویی به آنها از حد تجربه محض خارج است. مثلاً:

- واقعیت فیزیکی چیست، و آیا واحد است یا متعدد، مادی است یا غیر مادی و یا هر دو؟
- احتمال را چگونه تعبیر می‌کنیم؟ به عنوان فرکانس نسبی یا به عنوان گرایش؟

شواهد له و علیه را می‌سنجد چیز کاملاً چرندی است. دانشمندان جهان را مطالعه می‌کنند، جهان خارجی را، و آن ما را در برابر پدیده‌های بی‌شماری قرار می‌دهد. پس شما نمی‌توانید با همه آنها روبرو شوید. شما باید انتزاعاتی بکنید، باید زیر مجموعه‌ای از پدیده‌ها را انتخاب کنید و مورد بررسی قرار دهید، و این گزینش لزوماً تحت الشعاع نظریه انجام می‌گیرد. پس درست به دلیل این حقیقت که شما توجهتان را به چیز خاصی معطوف می‌کنید، از اول واجد پیشداوری می‌شوید، این مسأله ذهن باز حرف خیلی مهمی است. [۱۶]

(۶) می‌گویند نظریه‌ها صرفاً برای ربط دادن پدیده‌ها و پیش‌بینی‌ها تعبیه می‌شوند و نمایشی از واقعیت نیستند. به عبارت دیگر، نظریه‌ها صرفاً ارزش ابزاری دارند. فاینمن صریحاً می‌گوید:

«تنها چیزی که مورد علاقه من است این است که قواعدی پیدا کنم که با رفتار طبیعت توافق داشته باشد. و بر این هستم که کوشش نکنم از این حد فراتر روم.» [۱۷]

این دیدگاه روشن نمی‌کند که چرا ما غالباً دنبال چیزهایی که در زندگی روزمره مان تأثیر ندارند هستیم؟ چرا می‌خواهیم ساختار ماده را بدانیم و چرا می‌خواهیم بدانیم در نقاط دور جهان چه می‌گذرد. تلاش وقفه‌ناپذیر دانشمندان فقط يك توجیه معقول دارد و آن این که آنها می‌خواهند جهان طبیعت را بفهمند. بقول واینبرگ<sup>۲۱</sup>:

«اما اگر در نتایج پژوهشهای ما هیچ تسلی در کار نباشد، لااقل در خود این پژوهشها قدری تسلی وجود دارد. مردان و زنان راضی نمی‌شوند که خود را با قضیه‌های خدایان و غولها آرامش بخشند یا آن که افکار خود را به امور روزمره زندگی محدود سازند. آنان تلسکوپها و ماهواره‌ها و شتابدهنده‌ها نیز می‌سازند، و ساعات طولانی پشت میزهایشان می‌نشینند تا معنای اطلاعاتی را که گردآورده‌اند استخراج کنند. تلاش انسان برای درک جهان یکی از معدود چیزهایی است که زندگی او را از سطح کم‌دی فراتر می‌برد.» [۱۸]

## آیا دانشمندان علوم تجربی در طرد متافیزیک موفق بوده‌اند؟

در اینجا می‌خواهیم بگوئیم که علمای معاصر، برخلاف ادعای بعضی از آنان، هرگز موفق به حذف متافیزیک از علمشان نشده‌اند. دلایل ما به قرار زیر است:

تجربه نتیجه شده است؟ اگر چنین بود منکری نمی داشت. اما واقعیت این است که همه علما بر این اصل اتفاق نظر ندارند. دایسون فیزیکدان برجسته معاصر می گوید:

«چه درسهایی فلسفی از کشفیات جدید در فیزیک نتیجه می شود؟ اولین درسی که باید آموخته شود این است که طبیعت پیچیده است. چیزی به عنوان یک جهان مادی ساده وجود ندارد. دیدگاه کهنی که آشتاین در سراسر عمرش داشت، و بنابر آن یک دنیای خارجی فضا و زمان و ماده مستقل از فکر و مشاهده انسان وجود دارد، دیگر از آن ما نیست. آشتاین امیدوار بود که جهانی حاوی واقعیت خارجی بیابد که از طریق عده محدودی معادله دیفرانسیل قابل درک باشد. طبیعت، چنان که معلوم شده است، روی قله کوهها مستقر نیست، بلکه روی دره ها قرار دارد.» [۲۶]

ویری گوژین<sup>۲۴</sup> شیمی دان برنده جایزه نوبل می گوید:

«اندیشه سادگی جهان میکروسکپی احتمالاً یک اندیشه متروک است و هرگز بر نخواهد گشت. این جالب است که می بینیم در چند لحظه تاریخ فیزیک ما خیلی نزدیک به این شده ایم که این مفهوم به سطح بنیادی توصیف برسد. دینامیک نیوتنی دقیقاً دنبال این بود که ما را به این سطح برساند. اخیراً، وقتی آشتاین روی نظریه میدان وحدت یافته اش کار می کرد، اگر موفق شده بود، این توصیف بنیادی می شد. همین طور اگر جهان تنها از الکترونها و پروتونها ساخته شده بود، این باز توصیف بنیادی می شد، اما هر بار مجبور شده اند که این تلاش را فرو گذارند.» [۲۷]

آری، وقتی که دانشمندان معیار سادگی را می پذیرند معنایش این است که فرض متافیزیکی سادگی طبیعت را مورد استفاده قرار می دهند و از تجربه گرایی محض تخلف می کنند.

یکی دیگر از اصولی که در اوایل این قرن به عنوان اصل راهنما بکار رفت و هنوز هم حاکم است «اصل مشاهده پذیری» است. بنابر این اصل، «مفاهیمی که به حقایق مشاهده پذیر مربوط نباشند نباید در توصیف نظری مورد استفاده قرار گیرند». مثلاً پائولی در ۱۹۱۹ گفت:

«تنها باید آن کمیتاتی را در فیزیک وارد کرد که علی الاصول قابل مشاهده باشند.» [۲۸]

هایزنبرگ نیز در تدوین مکانیک کوانتومی به این اصل توسل جست. جالب این است که بسیاری از دانشمندانی

- آیا هر نظریه آماری را می توان از یک نظریه موجبتی عمیق تر بدست آورد؟  
- آیا نظریه کوانتوم منطق خاص خودش را لازم دارد؟

## نیاز دانشمندان به فلسفه

به دلایل زیر دانشمندان علوم تجربی به فلسفه نیاز دارند.

(۱) فلسفه روی جهت گیری تحقیقات اثر می گذارد، زیرا هر کار تحقیقاتی همواره با یک فلسفه خاص صورت می گیرد. یک تجربه گرا تنها به گردآوری اطلاعات مربوط به پدیده ها اکتفا می کند. اما در یک جهان بینی وسیع تر این کفایت نمی کند. پس جهان بینی و نگرش فلسفی محقق است که هدف تحقیق را تعیین می کند. یک اصل متافیزیکی می تواند پیشرفت یک نظریه را متوقف کند یا تحقیقاتی را در جهتی خاص به راه اندازد. روسها قانون مندل<sup>۲۳</sup> در علم وراثت (ژنتیک) را محکوم کردند و طرفدارانش را برای مدتی مجازات می کردند.

(۲) متافیزیک برای علم به منزله چهارچوب است. در واقع کار هر دانشمند مبتنی بر بعضی اصول عام است که به عنوان اصول راهنما عمل می کنند و در تحقیقات علمی نقش سرنوشت ساز دارند. مادر اینجا برای نمونه چند تا از این اصول متداول را ذکر می کنیم.

یکی از اصول بسیار رایج «اصل سادگی» است. این اصلی است که از زمانهای بسیار قدیم مورد استفاده قرار گرفته است. هایزنبرگ معتقد است که علت گرایش آریستارخوس یونانی به مدل خورشید - مرکزی تکیه او به سادگی ریاضی بوده است، [۲۱] هایزنبرگ خودش معتقد است که ضرب المثل قدیمی لاتینی، که «سادگی علامت صحت است»، ممکن است هنوز بهترین معیار برای درستی مفاهیم باشد. [۲۲] و نیز معتقد است که «سادگی ریاضی بالاترین اصل راهنما در کشف قوانین طبیعی بحساب می آید.» [۲۳] این سینا در رد بر امکان کیمیاگری به این اصل توسل می جوید:

«طبیعت راه نزدیکتر را فرو نمی گذارد که راههای صعب تر و دورتر را برگزیند.» [۲۴]

عین این را گالیله می گوید:

«کاری را که با عوامل کمتر می توان انجام داد... طبیعت با عوامل بیشتر انجام نمی دهد.» [۲۵]

آیا اصل «طبیعت از ساده ترین راه می رود» از

که به این اصل تمسک جستند خود در مقام عمل از آن تخلف کردند. دیراک گوشزد می‌کند که هاینبرگ، به رغم آدعایش، در عمل به این اصل پای‌بند نبود و از کمیات مشاهده‌ناپذیری نظیر دامنه احتمال استفاده کرد. [۲۹]

- یکی از اصولی که در دو قرن اخیر مورد توجه شدید قرار گرفته - گرچه سابقه‌ای بس طولانی دارد - «اصل توحید نیروها» است، که می‌گوید «همه نیروهای ظاهراً متفاوت طبیعت از يك اصل نشأت می‌گیرند». بسیاری از فیزیکدانان به این تمسک بسته‌اند، ولی مبنای آنها در توسل به این اصل کاملاً متفاوت است. عبدالسلام این را يك اصل بدیهی می‌داند و متعجب است که چرا بعضی از فیزیکدانان برجسته آن را نپذیرفته‌اند. [۳۰]

اما گلاشو<sup>۲۵</sup>، شریک عبدالسلام در جایزه نوبل فیزیک، این را پذیرفته چون در عمل مفید واقع شده است. [۳۱] واینبرگ<sup>۲۶</sup>، شریک دیگر عبدالسلام در جایزه نوبل فیزیک که جهان را بی هدف<sup>[۳۲]</sup> می‌بیند، دنبال نظریه‌های وحدت‌بخش است، چون از لحاظ عملی آن را مفید می‌بیند. حرف او این است:

«هرکس آن کاری را می‌کند که می‌تواند انجام دهد. این اصل اول در فیزیک است.» [۳۳]

هاینبرگ دنبال این اصل است، چون معتقد است که ذرات بنیادی نمایشهای ریاضی يك ابر تقارن هستند، و ویتن<sup>۲۷</sup> فیزیکدان برجسته معاصر این اصل را ضروری می‌بیند چون ما را از جنگل کثرات رهایی می‌بخشد. از طرف دیگر فاینمن<sup>۲۸</sup> مطمئن نیست که این اصل در طبیعت کارگر باشد:

«این که طبیعت شکلی نهایی، ساده، وحدت یافته، و زیبا داشته باشد سؤال بازی است و من نمی‌خواهم هیچ يك از دو طرف را بگویم.» [۳۴]

### احیای تفکر فلسفی

دیدیم که جریانات مختلف تجربه‌گرایی، علی‌الخصوص پوزیتیویسم، يك جریان ضد متافیزیک براه انداخت که دانشمندان علوم تجربی را بشدت تحت تأثیر قرار داد و رواج مکتب کپنهاکی در میان فیزیکدانان این امر را تشدید کرد، و وضعیت چنان شد که طرح مسائل فلسفی در حوزه‌های علمی بی رونق شد و علم‌گرایی به عنوان مذهب جدید در دنیای آکادمیک جا افتاد، و هنوز نیز وضعیت تا حدی چنین است. اکنون

می‌خواهیم بگوئیم که در دو یا سه دهه اخیر باد مخالف این وضعیت وزیدن گرفته است (گرچه هنوز کاملاً به دیار ما نرسیده است) و نشانه‌هایی از احیای تفکر فلسفی در میان دانشمندان علوم تجربی به چشم می‌خورد. در اینجا شواهدی چند بر این مطلب ذکر می‌کنیم.

(۱) بسیاری از دانشمندان از نگرش ضد فلسفی حاکم بر اذهان پژوهشگران علوم تجربی ابراز نگرانی کرده‌اند و آن را مانعی بر سر راه فهم عمیق طبیعت دانسته‌اند: - شرویدنگر، کمی قبل از فوتش، به گروهی از علما که به دیدنش رفته بودند چنین گفت:

«علم جدید همان قدر از آشکار کردن قوانین زیربنایی طبیعت دور است که علم یونانیان قدیم بود.» [۳۵]

- پائولی انتقاد داشت که فیزیکدانان، مثل تکنیسین‌ها، به مسائل خاص علاقه پیدا کرده‌اند و از کل غفلت دارند. وی، در نامه‌ای که به یکی از فیزیکدانان نوشت، متذکر شد که نسل اول اقل مسائل بسیار عمیق را دید، گرچه به حل آنها موفق نشد، ولی نسل بعدی حتی آن مسائل را ندید. [۳۶]

- بالاخره سراخ پیتز مداوار<sup>۲۹</sup> زیست‌شناس برنده جایزه نوبل می‌رویم که در عین اذعان به اهمیت مسائل متافیزیکی علم را یارای پاسخگوئی به آنها نمی‌بیند:

«این که علم محدودیتی دارد از این جهت محتمل به نظر می‌رسد که سئوالاتی بنیادی وجود دارند که علم نمی‌تواند به آنها پاسخ گوید و هیچ پیشرفت قابل تصویری در علم نمی‌تواند به آنها پاسخ گوید. اینها سئوالاتی هستند که کودکان می‌پرسند، به قول پوپر سئوالات نهایی. سئوالاتی از قبیل سئوالات زیر مورد نظر من است:

- چگونه هر چیزی آغاز شد؟

- ما برای چه اینجا هستیم؟

- هدف از زندگی چیست؟

نظریه پوزیتیویسم... تمامی این سئوالات را به عنوان غیر سؤال یا شبه سؤال طرد کرد - چیزهایی که فقط ساده‌دلان می‌پرسند و فقط افراد شارلاتان... ادعای می‌کنند که قادر به پاسخگویی آنها هستند. این طرد شتاب‌آمیز آدمی را تهی و ناخرسند می‌سازد. زیرا این سئوالات برای آنهایی که می‌پرسند و آنهایی که در مقام پاسخگویی آنها هستند معنا دارند. اما هرچه مورد مناقشه باشد، این امر مورد اتفاق است که جواب اینها را نباید در علم یافت.» [۳۷]

وی در جای دیگر می‌گوید:

«برای جواب به سئوالاتی که مربوط به اشیای اولیه و نهایی می‌شوند، باید سراخ متافیزیک، ادبیات خیال‌انگیز، و مذهب پرویم، نه علم» [۳۸].

«من نمی‌خواهم بگویم که آشتیان درست می‌گفت که خدا با جهان تاس بازی نمی‌کند، یا این که بل ثابت کرد که نظریه‌های حاوی متغیرهای نهایی معتبرند، و نظایر آن. منظور من این است که بل نشان داد که حق به جانب آشتیان بود که علائقش به سئوالات بنیادی را حفظ کرد و این که دیگران را نیز به آن تشویق کرد و این که این گونه سئوالات را بخش معتبری از فیزیک به حساب آورد، که ممکن است روزی در معرض آزمون قرار گیرند.»<sup>[۴۱]</sup>

هاکینگ<sup>۳۲</sup>، کیهان‌شناس معروف انگلیسی، صریحاً اعتراف دارد که کار عمده فیزیک نظری فهم طبیعت است و نه استنتاج کاربردهای عملی:

«عمده فیزیک نظری مربوط است به فهم طبیعت و نه کاربردهای عملی. زیرا ما به اندازه کافی می‌توانیم که این کاربردهای عملی را استخراج کنیم.»<sup>[۴۲]</sup>

اگر در نیمه اول قرن بیستم فیزیکدانان به این نتیجه رسیده بودند که داشتن یک توصیف ریاضی کفایت می‌کند و نیازی به قابل فهم بودن نظریه‌ها نیست و به قول کمبل<sup>۳۳</sup>:

«در آخرین تحلیل، کار فیزیک نظری این است که توصیف کند نه این که توضیح دهد...»<sup>[۴۳]</sup>

امروز صرف توصیف ریاضی کافی نیست و فهم نظریه‌ها نیز مطرح است. پن‌رز<sup>۳۴</sup> ریاضی - فیزیکدان برجسته معاصر در ارزیابی نظریه موفق کوانتوم چنین می‌گوید:

«من باید با این نکته شروع کنم که نگرش کلی خودم را نسبت به نظریه کوانتوم معاصر... ابراز دارم. این نظریه دو دسته حقایق قوی بر له خود دارد. و تنها یک چیز بر ضد آن. اولین چیزی که به نفع آن است توافقه‌های شگفت‌انگیزی است که این نظریه تا این زمان با تمامی نتایج تجربی داشته است. دومین عامل، و به نظر من به همان اندازه مهم، این حقیقت است که این نظریه از زیبایی ریاضی عمیق و شگفت‌انگیزی برخوردار است. چیزی که بر علیه آن می‌توان گفت این است که این نظریه مطلقاً قابل فهم نیست.»<sup>[۴۴]</sup>

آری امروز، در عین موفقیت نظریه کوانتوم در صحنه عمل، بسیاری از فیزیکدانان برجسته تلاش برای فهمیدن آن و یا جایگزینی آن به وسیله نظریه‌های فهم‌پذیرتر را مطرح کرده‌اند. نامبو<sup>۳۵</sup>، که از فیزیکدانان جامع این عصر بشمار می‌رود، در یک کنفرانس بین‌المللی چنین گفت:

(۲) مواضع ضد فلسفی تجربه‌گرایان بشدت مورد انتقاد قرار گرفته است:

- بسیاری از دانشمندان تکیه بیش از حد بر نظریه‌های علمی رایج را مورد نقد قرار داده‌اند. به عنوان نمونه، سراغ جان باهکال<sup>۳۶</sup>، اخت‌فیزیکدانی که در مرکز مطالعات عالی پرنستون (آمریکا) به تحقیق اشتغال دارد، می‌رویم. وی در جواب به سئوالی که از وی درباره مدل جهان نوسانی کردند چنین می‌گوید:<sup>[۳۹]</sup>

«من شخصاً احساس می‌کنم که این گستاخی است که باور کنیم انسان بتواند ساختار کامل زمانی جهان، تحول و توسعه آن، و سرنوشت نهایی آن را از ۱۰<sup>-۹</sup> ثانیه اول خلقت تا ۱۰<sup>۱۰</sup> سال بعد بر اساس سه یا چهار حقیقت، که خیلی هم به طور دقیق شناخت شده نیست و بین متخصصان مورد مناقشه است، تعیین کند. من این را گستاخی می‌بینم... این سخن بدان معنی نیست که من مقالاتی مبتنی بر مدل‌های کیهان‌شناختی قرن بیستم چاپ نکنم. بلکه بدین معنی است که من آنها را در ردیف الهیات نیوتون در نظر می‌گیرم.»

او سپس به این نکته می‌پردازد که تفکر علمی ما را به کجا می‌کشاند و آیا علم عملاً حقایق طبیعت را به ما می‌آموزد یا نه؟ و سپس می‌گوید:

«بسیاری از دانشمندان درباره این سئوالات نگرانی ندارند. اینها سئوالاتی نیستند که روی تحقیقات یا خلق آنها اثر بگذارد.»

دیدگاه ابزار انگاران چند دهه گذشته بشدت مورد نقد قرار گرفته است. ویتن<sup>۳۱</sup> می‌گوید:

«هدف از فیزیکدان بودن آن نیست که بیاوریم که چگونه چیزها را محاسبه کنیم، بلکه منظور این است که قوانینی را که به وسیله آنها جهان کار می‌کند بفهمیم.»<sup>[۴۰]</sup>

- امروز اعجاب در مقابل توفیقات عملی نظریه‌های علمی کم رنگ تر شده است و برای بسیاری از دانشمندان صرف موفقیت نظریه‌ها در عمل کفایت نمی‌کند. شصت سال پیش وقتی آشتیان بعضی از ملزومات متافیزیکی نظریه کوانتوم را مورد بحث قرار داد به ارتجاع متهم شد. اما امروز به او حق می‌دهند که روی این گونه مسائل پافشاری داشته است. رومر، سردبیر مجله American Journal of Physics، در شماره آوریل ۱۹۹۱ این مجله در نوشته‌ای تحت عنوان «جان بل، مردی که ثابت کرد حق با آشتیان بود.» می‌گوید:



اما هنوز این سؤال نهایی می ماند که چگونه مکانیک کوانتومی را تعبیر کنیم؟ ما از جواب خیلی دوریم. اما ما فیزیکدانان بکوششمان ادامه خواهیم داد، به امید این که در ظرف يك مدت زمان محدود جوابی بیابیم و یا به محدودیتهای مکانیک کوانتومی پی ببریم، و یا به هر دوی اینها دست یابیم. [۲۵]

(۳) برخی از دانشمندان، خصوصاً بعضی از فیزیکدانان، در سالهای اخیر به بحث درباره ابعاد فلسفی فیزیک پرداخته اند و حتی کتابهایی در این باره نوشته اند. همچنین بعضی از فیزیکدانان برجسته، نظیر وایتسکرو و مارگنو<sup>۳۶</sup> به تدریس فلسفه پرداخته اند. همین طور برخی از فلاسفه نظیر وان فراسن<sup>۳۷</sup> کارهای مهمی درباره ابعاد فلسفی فیزیک کرده اند. بالاخره تعدادی از پژوهشگران نظیر شیمونی<sup>۳۸</sup> به اخذ درجه دکتری در علم و در فلسفه نایل آمده اند و در هر دو بعد کار می کنند.

(۴) تعداد مجلات پژوهشی که به ابعاد فلسفی علوم پرداخته اند به طور محسوسی افزایش یافته است و حتی بعضی از مجلات معتبر علمی گهگاه مقالات علمی - فلسفی چاپ می کنند.

(۵) تعداد کنفرانسهای مربوط به ابعاد فلسفی علوم به طور چشمگیری افزایش یافته است. تنها در دهه ۱۹۸۰ در حدود سی کنفرانس بین المللی درباره مبانی فلسفی نظریه کوانتوم در سطح جهان برگزار شد. [۲۶]

اکنون روشن شده است که بیش از پیش تجربه گرایان تنها درکی سطحی از طبیعت به ما می دهد، و چون روح انسانی قانع به سطح نیست و مایل است به عمق طبیعت پی برد، پس در درازمدت نمی تواند این نوع نگرش را که سرکوبگر روح جستجوگر انسان است تحمل کند. حالا دیگر واضح شده است که طرد متافیزیک مسأله ای را حل نمی کند، بلکه به جای يك متافیزیک صریح يك متافیزیک خام و کنترل نشده می گذارد، و بعلاوه، همچنان که برت<sup>۳۹</sup> گفته است:

«از مابعدالطبیعه... نمی توان فرار کرد. تنها راه برای متافیزیسین نشدن این است که چیزی نگوئیم.» [۲۷]

در قرن حاضر همکاری مفید و ثمربخشی بین علوم نظری و علوم تجربی در کار بوده است. اکنون وقت آن رسیده است که متافیزیک را به عنوان يك شریک جدید اضافه کنیم، یعنی به ابعاد متافیزیکی علوم توجه کامل مبذول داریم.

\* \* \* \* \*

\* این نوشته مبتنی بر گفتاری است تحت همین عنوان که در تاریخ ۷۰/۳/۲۸ در نشست علمی - فرهنگی دانشگاه صنعتی شریف ایراد گردید.

- 1- R. Hook.
- 2- T. Young.
- 3- Dalton.
- 4- operationalism.
- 5- Schlick.
- 6- L. Pauling.
- 7- Adair.
- 8- The Great Desiym.
- 9- Bridgman.
- 10- Dewey
- 11- Kemble.
- 12- Van vank.
- 13- Slater.
- 14- Oppenheimer.
- 15- Breit.
- 16- Condon.
- 17- Morse.
- 18- Feynman.
- 19- Von Neumann.
- 20- G. Stent.

- 21- Weinberg.
- 22- de Broylie
- 23- Mendel
- 24- Prigogine
- 25- Glashow
- 26- Weinbery
- 27- Witten
- 28- Feynman
- 29- P. Medawar.
- 30- J. Bahcall.
- 31- Witten.
- 32- Hawking.
- 33- Kemble.
- 34- R. Penrose.
- 35- Nambu.
- 36- Margenau.
- 37- Van Fraassen.
- 38- Shimony.
- 39- E. A. Burt.

- [1]. D. Gjertsen, 1989, *Science and Philosophy-Past and Present*, Penguin Books, P. 2.
- [2]. M. De. Maria et al., 1982, *Fundamenta Scientiae*, Vol. 3, No. 2, P. 136.
- [3]. Ibid. P. 147.
- [۴] برای تفصیل بیشتر رک: مهدی گلشنی، ۱۳۶۹، تحلیل از دیدگاه‌های فلسفی فیزیکدانان معاصر، مؤسسه انتشارات امیرکبیر، فصل آخر.
- [5] W. Heisenberg, 1985, *Werner Heisenberg, Collected Works*, series C, Part III, Springer-Verlag, P. 338.
- [6] C.F. Von Weizsäcker, 1989, in *Physics in the Making*, edited by A. sarlemijn et al., North-Holland, P. 332.
- [7]. Ref. 1, P. 260.
- [8]. S.S. Schweber, 1986, *The Empiricist Temper Regnant in «Historical Studies in The Physical and Biological Sciences.»* Vol. 17. Part 1, University of California Press, P. 63.
- [9]. P.K. Adair/ 1987, *The Great Design*, Oxford University Press, PP. 3-4.
- [10]. Ref. 8, P. 62.
- [11]. Ibid., P. 64.
- [۱۲] دیوید هالیدی و رابرت رزنیك، ۱۳۶۹، فیزیک، ترجمه مهدی گلشنی و ناصر مقبلی، نشر روز، ص ۱.
- [13]. R. Feynman, 1966, *Feynman Lectures*, Vol. 3, Addison-Wesley, PP. 2-8.
- [14]. *Einstein, A Centenary Volume*, 1979, edited by A.P. French, Heineman, PP. 312-3.
- [15]. *A Question of Physics*, 1979, edited by P. Buckley et al. Routledge & Kegan, P. 83.
- [16]. *A Passion for Science*, 1988, edited by L. Wolpert et al. Oxford University Press, PP. 116-7.
- [17]. *Superstrings/ A Theory of Every Thing*, 1988, edited By P. Davies, et al., Cambridge University. Press, P. 203.
- [18]. S. Weinberg, 1977, *The First Three Minutes*, Basic Books Inc., PP. 154-5.
- [19]. W. Heisenberg, 1927, in *Quantum theory and Measurement*, 1983, edited by J.A. Wheeler et al., Princeton, P. 83.
- [20]. E. Cantore, 1969, *Atomic Order*, The MIT Press, P. 305.
- [21]. Ref. 5, P. 498.
- [22]. Ibid, P. 337.
- [23]. W. Heisenberg, 1979, *Philosophical Problems of Quantum Physics*, Ox Bow Press, PP. 58-9.
- [۲۴]. عبدالرحمن بن خلدون، مقدمه ابن خلدون، دار احیاء التراث العربی، ص ۵۲۹.
- [۲۵]. ادوین آرتور برت، ۱۳۶۹، مبادی مابعدالطبیعی علوم نوین، ترجمه عبدالکریم سروش، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ص ۶۶.
- [26]. F. Dyson, 1988, *Infinite in All Directions*, Penguin, P. 7.
- [27]. Ref. 15, P. 77.
- [28]. J. Mehra et al., 1982, *The Historical Development of Quantum theory*, Vol. 2, Springer-Verlag, P. 278.
- [29]. P.A.M. Dirac, 1970, in *The Past Decade in The Particle Theory*, 1973, edited by E.C.G. Sudarshan et al., Gordon and Breach, P. 766.
- [30]. Ref. 16, PP. 17-8.
- [31]. R.P. Crease et al., 1986, *The Second Creation*, Collier Books PP. 417-8.
- [32]. Ref. 18, P. 154.
- [33]. Ref. 17, P. 293.
- [34]. Ibid., P. 193.
- [35]. J. Bernstein, 1982, *Science Observed*, Basic Books, P. 151.
- [36]. K.V. Laurikinen, 1983, *Wolfgang Pauli and Philosophy*, Report Series in Physics, No. HV-TFT 83-6, University of Helsinki, P. 15.
- [37]. P. Medawar, 1984, *The limits of Science*, Oxford University Press, P. 66.
- [38]. Ibid., P. 60.
- [39]. Ed. Regis, 1988, *Who Got Einstein Office*, Simon and Schuster Ltd., PP. 210-211.
- [40]. Ref. 17. P. 98.
- [41]. R.H. Romer, 1991/ *American Journal of Physics*, Vol. 59, No. 4 P. 299.
- [42]. R. Weber, 1986, *Dialogues With Scientists and Sages*, Routledge and Kegan Paul, P. 211.
- [43]. Ref. 8, P. 63.
- [44]. R. Penrose, 1986, in *Quantum Concepts in space and Time*, edited by R. Penrose et al., Clarendon Press, P. 126.
- [45]. Y. Nambu, 1983, in *Symposium on the Foundations of Quantum Mechanics in The Light of New Technology*, Physical Society of Japan, P. 366.
- [۴۶]. از افادات پروفسور سلری (Selleri) استاد دانشگاه باری ایتالیا
- [۴۷]. رک: مرجع شماره ۲۵، ص ۲۲۴.