

فصل سوم: قوانین و شکل گیری یک نظریه

۳.۱) قوانین:

قوانین علمی گزاره هایی هستند که نظم و ترتیبی را که در مشاهدات زندگی با آنها روبرو هستیم با دقت زیاد بیان می کنند. ساده ترین نوع قانون علمی را می توان اینگونه بیان کرد که x هر چه باشد، اگر P باشد، آنگاه Q نیز هست. اگر جسم x را حرارت دهیم، منبسط می شود. به عنوان مثال گزاره دیروز در برزیل، پروفیسور اسمیت، نوع جدیدی پروانه کشف کرد، یک گزاره جزئی است. فی الواقع منشا تمام دانش ما گزاره های جزئی یا مشاهدات خاص افراد است. یکی از مسایل بزرگ و بغرنج فلسفه ی علم این است که ما چگونه قادریم از گزاره های جزئی (*fact*)، به ابراز صریح قوانین و یا به عبارتی به قانون علمی برسیم. قوانین را میتوان به قوانین جهان شمول و قوانین آماری تقسیم کرد. چنانچه یک پدیده ایی با نظم در همه ی مکان ها و در همه ی زمان ها بدون استثنا مشاهده شود، این نظم به شکل یک قانون جهان شمول بیان می شود (گزاره شرطی عام). دانشمندان غالباً به گزاره های جهان شمول، بهتر است بگوییم محمول این گزاره ها، *fact* یا امر مسلم می گویند، آنها فراموش می کنند که واژه ی *fact* در اصل به رویدادهای خاص و جزئی معطوف است. مثلاً فیل شناگر خوبی است، در این جمله مفهوم ارسطویش یعنی نوع فیل مورد نظر است. *fact* یعنی رویدادی مشخص، مثلاً امروز در آزمایشگاه جریان برقی از یک سیم پیچ که در میانش یک جسم آهنی قرارداشت، عبور دادیم و دریافتیم که جسم آهنی مغناطیسی شده. بنابراین:

گزاره های جزئی ← *fact*

گزاره های جهان شمول ← قانون (همه ی کلاغ ها سیاه هستند)

قوانین آماری قوانینی هستند که بجای اینکه مدعی وقوع همه ی موارد یک پدیده منظم باشند، تنها حاکی از وقوع درصدی از این مواردند که این درصد باید مشخص شود. همچنین پیش بینی قوانین آماری بصورت احتمالاتی است.

قوانین را از دیدگاهی دیگر می توان به دو دسته قوانین تجربی که با تجربه به طور مستقیم به آنها می رسیم، و قوانین نظری تقسیم کرد. قوانین نظری خود به دو دسته ی قوانین نظری فیزیک که غیر مستقیم با تجربه در ارتباط هستند، و قوانین نظری ریاضی که از قطعیت برخوردارند تقسیم می شوند. حال باید دید که این قوانین به چه کار می آیند. در علم و زندگی روزمره چه نقشی دارند؟ میتوان گفت از یک طرف این

قوانین، *fact* های موجود را توضیح می دهند، و از طرف دیگر برای پیش بینی *fact* هایی که هنوز ناشناخته اند، بکار می روند.

حال باید چرا لازم است برای توضیح یک *fact* از یک قانون یاری جست؟ توضیحات متکی به یک *fact*، در واقع شکل پنهان شده ی توضیحات متکی به قانون هستند. وقتی آنها را بررسی کنیم، می بینیم که توضیحات متکی به *fact*، گزاره های خلاصه شده ی ناقصی هستند که به طور ضمنی قوانین را مفروض می دارند. بعنوان یک قانون جهان شمول می توان گفت، اگر P موجود باشد در پی آن Q را خواهیم داشت.

مثال: حرارت دادن میله از قانون انبساط حرارتی پیروی میکند که یک قانون تجربی است. قارچ سمی و علائم بیماری در انسان از قوانین آماری تبعیت می کند. قوانین نظری فیزیک مانند قوانین حاکم بر ذرات بنیادی. قوانین منطق و ریاضی مانند قوانین نظریه ی گروه، هندسه اقلیدسی و... این قوانین تنها متکی به معانی واژه های مربوط می باشند و نه به ساختار جهان بالفعل که هم اینک در آن هستیم و از قطعیت کامل برخوردارند. ما به حتمیت رسیدیم (مهیج است)؟ عبارات منطق و ریاضیات محض چیزی درباره ی جهان خارج به ما نمی گویند. منظور ما از این جهان چیست؟ یعنی جهانی که بتوان بدون تضاد توصیف کرد. قوانین منطق و ریاضیات را بنا به خصلتشان نمی توان به عنوان پایه ای برای توضیح علمی پدیده ها به کار برد، چون چیزی را ارائه نمی دهند که ما را قادر به تمییز دادن جهان بالفعل و جهان ممکن کند. وقتی که به دنبال توضیح یک *fact* یا رویداد مشخص مشهودی در جهان بالفعل می گردیم، بایستی قوانین تجربی را به کار گیریم، این قوانین از حتمیت قوانین منطق و ریاضیات بی بهره اند، اما حاوی مطالبی درباره ی ساختار جهان هستند.

در قرن ۱۹، گوستاو کرچف و ارنست ماخ معتقد بودند که علم نباید بپرسد (چرا) بلکه باید بپرسد (چگونه)، منظور آنها این بود که علم نباید در پی عوامل ناشناخته ی متافیزیکی که مسئول رویدادهاست باشد، بلکه صرفاً باید رویدادها را بر حسب قوانین تشریح کند (سنت حاکم بر فلسفه آن زمان آلمان ایده آلیستی فیشه - شلینگ - هگل). آیا تشریح چگونگی رفتار جهان کافی است؟ برای شناخت بیشتر نباید علل متافیزیکی را دانست؟ آیا این در دسترس شیوه ی علمی هست؟

اکثر فیزیکدانان اعتقاد دارند که ما را بحال خود بگذارید و از ما نپرسید (چرا؟)، چون پاسخی و رای قوانین تجربی وجود ندارد و به سؤالات از نوع چرا اعتراض دارند. امروزه فضای فلسفی تغییر کرده است: حال اگر کسی بپرسد چرا؟ فرض می کنند که دریافتش علمی است نه متافیزیکی و در چارچوب قوانین تجربی جویای توضیح پدیده هاست. آیا کشف عوامل متافیزیکی برای توضیح پدیده ها (باران، توفان، زمین لرزه، و...) لازم است؟ فهم این که چرا اعضای جوامع ابتدایی با تصور عواملی پشت پدیده های طبیعت از نظر

روانی تسکین می یافتند آسان است. همان طور که می دانید بالاخره زمانی جوامع بشری خود را از قید اسطوره ها نشان رها کردند (اروپا - آمریکا)، ولی گاهی دانشمندان جای ارواح را با عواملی که چندان فرقی هم با هم ندارند عوض کردند. دریش در سال ۱۹۴۱ انتلخی (کمال) را برای توضیح حیات وارد مباحث خود می کند که چیزی مانند ارواح در دوران گذشته است و آن نیروی خاصی است که موجودات زنده چنین رفتاری داشته باشند که در واقع دارند. ولی نباید به آن به مثابه یک نیروی فیزیکی مانند جاذبه یا مغناطیس نگریت ذهن پاره ای از انتلخی است. کارناپ و رایشنباخ مخالف بودند که بتوان بدون ارائه ی یک قانون خاص از توضیح سخن گفت. برای توضیح یک پدیده کافی نیست صرفاً عامل جدیدی را با اسمی جدید نام ببریم، بلکه باید قادر باشیم قوانینی را ارائه دهیم و با استفاده از آن قانون باید بتوان به پیش بینی امور پرداخت.

حال چطور می توان به این قوانین دست یافت. قوانین دانش غیر مستقیم هستند ولی *fact* ها دانش مستقیم می باشند. چگونه میتوان از *fact* ها به قوانین رسید. عقل این کار را به دو روش انجام میدهد. (۱) قیاس: از کل به جزء می رسد (نتیجه حتمی است). (۲) استقراء: از جزء به کل می رسد. نوع خاصی از استدلال است که اساساً با قیاس تفاوت دارد و با درجه ی خاصی از احتمال درست است. استقراء به ما می گوید که چطور مقدار این احتمال درست است. در فیزیک قوانین فقط بر اساس تعداد محدودی مشاهدات تدوین شده است. همیشه این احتمال وجود دارد که فردا موردی متناقض آن کشف شود. به هیچ وجه ممکن نیست که به تحقق کامل یک قانون نایل شویم.

چطور می توان به تایید یک قانون رسید؟ قدرت این تایید چقدر است و آیا می توان به شکل یک عدد بیان شود؟ روش های تحقیق علمی تکیه بر تجربه دارد. دانش بشری در تحلیل نهایی تکیه بر تجربه دارد. قوانین علم را میتوان به دو دسته علوم غیر تجربی (ریاضیات و منطق که می توان قضایای آن ها را بدون استفاده از یافته های تجربی ثابت کرد) و علوم تجربی تقسیم کرد. قوانین علوم تجربی خود به دو دسته علوم طبیعی (فیزیک، شیمی، زیست شناسی، ...) و علوم اجتماعی (جامعه شناسی، علوم سیاسی، مردم شناسی، اقتصاد...) تقسیم می شوند. همپل در سال ۱۹۴۸ الگویی برای تبیین علمی عرضه کرد که به الگوی قیاسی یا الگوی قانون فرا گیرنده، معروف است. طبق این الگو ما می توانیم بگوییم که رویدادی را تبیین کردیم که منطقیاً بتوانیم آن را از چند قانون کلی و چند گزاره که حاکی از رویدادهای مقدم بر آن هستند، استخراج کنیم. کار همپل در چارچوب اصلی مکتب وین جای می گیرد. تحت چند مقاله که به وسیله ی همپل در آن سال ها ارائه شد. (نقش قانون های کلی در تاریخ) این مدعا اثبات شد که تاریخدانان وقایع تاریخ بشری را به همان شیوه تبیین می کنند، که علما رویدادهای جهان طبیعی را، یعنی تبیین رویدادهای تاریخی نیز از همان الگوی قیاسی تبعیت می کند و میان تاریخ (و علوم انسانی به طور کلی) با علوم طبیعی از حیث روش تفاوت

اساسی وجود ندارد و این بواقع اندیشه‌ی وحدت علم است که از مهمترین آراء و شاید مهمترین مدعای فلاسفه پیرو حلقه وین است. تبیین پدیده‌های جهان طبیعی از اهداف اصلی علوم طبیعی است. علم می‌خواهد مفهومی از جهان بنیاد کند که به نحو روشن و منطقی قابل بیان با روابط ریاضی باشد، و همچنین قابل آزمون عینی باشد. توضیحات علمی همیشه باید دو شرط را داشته باشند: ۱) شرط مناسب تبیینی، ۲) شرط آزمون پذیری.

مفاهیم را در علم به سه دسته تقسیم می‌کنند: ۱- مفاهیم رده بندی که اجسام را در رده‌ی خاصی جای می‌دهد (گیاه شناسی، جانور شناسی، ...) ۲- مفاهیم قیاسی که در انتقال اخبار قابلیت بیشتری دارند و نقششان چیزی است بین نقش مفاهیم رده بندی و مفاهیم کمی (گرم تر، سردتر ...)، ۳- مفاهیم کمی که می‌شود آنها را با یک مقیاس عددی اندازه گرفت.

۳. ۲) قوانین فیزیک نظری و مفاهیم نظری

در گذشته دانشمندان ابتدا با مشاهده طبیعت و تکرار بی شمار آزمایش قانونی را پی ریزی می‌کردند که همان آزمایش‌ها را توضیح می‌داد و همچنین یک سری از نتایج را هم پیشگویی می‌کرد. مکانیک کوانتومی یکی از دو دست آورد بزرگ بشری در قرن بیستم به این صورت پی ریزی شد. یک سری از آزمایش‌ها بودند که بوسیله مکانیک کلاسیک قابل توضیح نبودند برای توضیح این آزمایش‌ها دانشمندان متوسل به ساختن بعضی فرض‌ها شدند که منجر به فرمول بندی مکانیک کوانتومی شد که هم آزمایش‌های قبلی را توضیح می‌داد و هم تأثیرات شگرفی در فهم طبیعت داشت و همچنین یک سری از رویدادها را هم پیشگویی می‌کند (قوانین تجربی). دست آورد دیگر بشری در قرن بیستم نظریه نسبیت عام اینشتین می‌باشد که مدت زمان طولانی سپری شد تا مورد قبول دانشمندان قرار بگیرد. چرا؟ نسبت عام برخلاف تمام نظریه‌های قبلی از راه معمولی و همیشگی بوجود نیامده است. (زیرا تا آن هنگام قوانین بعد از تجربه پی ریزی شده بودند) اما اینشتین ابتدا با یک اصل، تئوری را ارائه داد و بعد از اینکه این قوانین به وسیله تجربه تأیید شدند، مورد قبول همگان قرار گرفت (قوانین نظری).

حال این سؤال مطرح می‌شود: پس آن گفته کانت که می‌گفت مفهوم ترکیبی پیشینی وجود دارد چه خواهد شد؟ آیا این جمله درست است یا غلط؟ می‌بینیم که فرمول بندی نسبیت اینشتین ما قبل تجربه وجود داشته است. آیا این تأییدی بر گفته کانت نیست؟ نه. چرا؟ چون می‌دانیم بعد از ارائه‌ی نظریه نسبیت اینشتین با اختلاف چندین سال، چند نظریه‌ی نسبیت از نظر قوانین ریاضی فرمول بندی شد. حال ما باید کدام یک از این نظریه‌ها را قبول داشته باشیم؟ چون تمام آن‌ها از نظر منطق ریاضی مشکلی نداشتند و بواقع بخاطر

این بود که نظریه ی نسبت دیر مورد قبول همگان قرار گرفت. حال چرا باید این نظریه را قبول کرد و نظریه های دیگر را رد کرد؟ آیا صرفاً به این دلیل که مُبدع نظریه ی نسبت اینشتین است! نه. اینشتین بعد از اینکه نظریه اش مورد قبول همگان قرار گرفت، معروف شد، قبل از آن کسی او را نمی شناخت. پس معیار گزینش این چنین نظریه هایی چیست؟ در یک کلام تجربه؛ هر نظریه ای با تجربه بیشتر سازگار باشد، مورد قبول همگان است.

ذهن آزاد است که به هر جایی پر بکشد و قوانین منطقی و ریاضی مفاهیمی هستند که چیزی در رابطه با هستی به ما نمی دهند و قوانین نظری هم که بر پایه آنها ساخته می شوند هم آن خاصیت را دارند. تنها ملاک گزینش یک نظریه، تأیید آن بوسیله آزمایش ها می باشد. ناگفته نماند که در حال حاضر نظریه های بیشماری در فیزیک نظری در مورد خلقت جهان، ذرات بنیادی، وحدت نیروها و... وجود دارد. ولی کدامیک از آنها دنیای واقعی ما را توضیح می دهند؟ این آینده است که مشخص می کند کدام نظریه ی فیزیکی در مورد جهان ما درست می باشد و در واقع وقتی تکنولوژی ما به حدی رسید که بتوانیم تأیید تجربی برای آن پیدا کنیم. بنابراین قوانین فیزیک نظری بعد از تأیید تجربی مورد قبول همگان قرار خواهد گرفت. پس تجربه تنها ملاک، در گزینش قوانین درست از قوانین غلط می باشد. بعد از آن ما شروع به ساختن مفاهیم خواهیم کرد و با استفاده از مفاهیم بنیادی مفاهیم جدید دیگری ساخته می شوند. مثلاً در مکانیک کلاسیک مفاهیم بنیادی عبارتند از: جرم، طول، زمان، بار، دما. دیگر مفاهیم با استفاده از اینها ساخته می شوند (سرعت، اندازه حرکت، شتاب، نیرو و...). در تئوری میدان های کوانتومی مفاهیم بنیادی عبارتند از: جرم، اسپین، میدان. در نسبت عام اینشتین جرم آن مفهوم بنیادی خود را از دست می دهد. مفهوم بنیادی یعنی مفاهیمی که برای تمام ناظرها بدون توجه به سیستم مختصات و ابزار مورد بررسی یکسان باشند.

آیا قوانین نظری فقط مخصوص ریاضی و علم فیزیک می باشند؟ آیا این قوانین را نمی توانیم برای تمام علوم بدست آوریم؟ به عنوان مثال: زیست شناسی، جامعه شناسی، فلسفه و علم اخلاق و...

۳.۳ قوانین آماری

فلاسفه ی علوم همیشه علاقه ی زیادی به مسئله ی «علیت» دارند. هر نوع علیتی که در جهان وجود دارد به کمک قوانین علم بیان می شود. اگر بخواهیم علیت را مطالعه کنیم تنها راه بررسی آن قوانین، طرز بیان کردنشان و چگونگی تأیید یا رد آنها با آزمایش است. تمیز دادن بین قوانین تجربی که با مشاهده شدنی ها و قوانین نظری که با مشاهده نشدنی ها سر و کار دارند، کارها را ساده می کند. اگرچه هیچ مرز دقیقی بین مشاهده شدنی ها و مشاهده نشدنی ها و در نتیجه قوانین تجربی و نظری وجود ندارد ولی این تقسیم بندی

مفیدی است. تمایز مهم و مفید دیگری که خود قوانین تجربی و نظری را به دو دسته تقسیم می کند تمایز بین قوانین جبری و آماری است.

قانون جبری قانونی است که می گوید تحت شرایطی خاص، شرایط خاص دیگری برقرار خواهد بود. این نوع قوانین را می توان هم با واژه های کیفی بیان کرد و هم با واژه های کمی. یک قانون جبری کمی همیشه اظهار می دارد که اگر کمیت های خاصی دارای مقادیر خاص باشند، آنگاه کمیت دیگری (یا یکی از همان کمیت ها در زمان دیگری) دارای مقدار خاصی خواهند بود. این قانون مبین نسبتی تابعی بین مقادیر دو یا چند کمیت است. ولی قانون آماری یک توزیع احتمالاتی برای مقادیر یک کمیت در حالات خاص تعیین می کند. این قانون صرفاً مقدار میانگین یک کمیت را در مجموعه ای از چند مورد مشخص می کند. مثلاً یک قانون آماری می گوید اگر یک طاس مکعب شکل را شصت بار بریزیم، انتظار می رود که یک روی خاص آن تقریباً ده بار بیاید. این قانون پیش بینی نمی کند که هر بار طاس را بریزیم چه رویی می آید و نمی تواند بگوید با شصت بار ریختن طاس یقیناً چه روهایی نمایان می شود. قانون آماری اظهار می دارد که اگر طاسی را دفعات زیادی بریزیم انتظار می رود هر روی آن تقریباً به مقدار روهای دیگر بیاید.

در قرن نوزدهم قوانین آماری خیلی متداول بود. اما هیچ فیزیکدانی در آن زمان تصور نمی کرد که این نوع قوانین نشان دهنده ی فقدان جبریت در قوانین اساسی طبیعت باشد. بلکه فرض بر این بود که قوانین آماری یا به علت راحتی کار و یا به واسطه ی نبود دانش کافی برای توضیح یک موقعیت به شیوه ای جبری تدوین می شوند.

در علوم فیزیکی و زیست شناسی غالباً ساختن گزاره های آماری کارها را ساده می کند، اگر چه فاکت های فردی معلومند و یا بدست آوردنشان چندان مشکل نیست. یک متخصص گیاهی ممکن است اظهار دارد که تقریباً یک هزار گیاه با شکوفه های سرخ تحت شرایط خاصی قرار داده شده اند. فرض کنید در نسل بعدی گیاهان تقریباً ۷۵ درصد شکوفه ها سفیدند. گیاه شناس ممکن است تعداد دقیق شکوفه های سرخ و سفید را بداند یا اگر نداند برایش بدست آوردن تعداد آن ها با شمارش دقیق آسان است. اما اگر این دقت زیاد لازم نباشد، برایش آسانتر است که نتیجه را به صورت یک درصد تقریبی بیان کند.

گاهی به دست آوردن اطلاعات دقیق درباره ی موارد فردی فوق العاده مشکل و حتی غیر ممکن است. گرچه می شود دید که این اطلاعات دقیق را چگونه می توان بدست آورد. مثلاً اگر می توانستیم همه کمیت های مربوطه را در ریختن یک طاس اندازه بگیریم - موقعیت دقیق در زمان جدا شدن از دست، سرعت دقیق پرتاب، وزن و خاصیت ارتجاعی طاس، چگونگی سطحی که رویش می افتد و غیره - این امکان وجود می داشت که دقیقاً پیش بینی کنیم کدام روی طاس بر زمین می افتد. از آنجا که ماشین هایی برای گرفتن

این مقادیر در حال حاضر در دسترس نیستند بایستی به یک قانون آماری، که بسامد در دفعات زیاد را بیان می کند قانع باشیم.

در قرن نوزدهم نظریه ی جنبشی گازها منجر به مدون شدن چندین قانون احتمالاتی در حوزه ی معروف به مکانیک آماری شد. مثلاً اگر مقدار خاصی اکسیژن دارای فشار و درجه ی حرارت خاصی باشد آنگاه مولکول های آن دارای توزیع سرعت خاص هستند. این را قانون توزیع ماکسول - بولتزمن می خوانند. این قانون می گوید برای هریک از سه مؤلفه ی سرعت، این توزیع احتمالاتی، همان به اصطلاح تابع نورمال (یا گاوسی) است که با منحنی آشنای ناقوس شکل نشان داده می شوند. این یک قانون آماری است درباره ی موقعیتی که در آن به دست آوردن فاکت ها مربوط به یک یک مولکول ها از نظر فنی غیر ممکن است. کم دانشی در اینجا مهمتر از کم دانشی مثال قبل است. حتی در مورد طاس نیز می توان تصور کرد که ابزارهایی برای تحلیل همه ی فاکت های مربوطه ساخته شوند. این فاکت ها را می توان به یک حسابگر الکترونیکی وارد کرد و قبل از توقف طاس حسابگر مثلاً ممکن است بگوید: «طرف شش خواهد آمد.» اما در رابطه با مولکول های یک گاز هیچ فن شناخته شده ای وجود ندارد که با آن مسیر و سرعت هر یک از مولکول ها را اندازه گرفت و میلیون ها نتیجه را برای امتحان کردن قانون توزیعی ماکسول - بولتزمن تحلیل کرد. فیزیکدان ها این قانون را به عنوان یک قانون که نظریه ی گازها که عواقب عدیده متوجه ی آن با آزمایش تأیید می شود تدوین کردند. این نوع قوانین آماری در قرن نوزدهم در حوزه هایی که به دست آوردن فاکت های فردی غیر ممکن می نمود، رایج بودند. امروزه آنها در همه ی شاخه های علم مخصوصاً در زیست شناسی و علوم اجتماعی به کار می روند.

فیزیکدان های قرن نوزدهم کاملاً آگاه بودند که قوانین احتمالاتی گازها یا قوانین مربوطه به رفتار انسان ها ناشی از کم دانشی عمیق تری از کم دانشی مربوط به ریختن یک طاس است. با این وصف آن ها اعتقاد داشتند که در اصل به دست آوردن این نوع اطلاعات امکان ناپذیر نبود. یقیناً هیچ وسیله ی فنی برای اندازه گیری یک یک مولکول ها در دسترس نبود اما این صرفاً ناشی از محدودیت تأسف آور قدرت ابزار موجود بود. فیزیکدان ها می توانستند زیر میکروسکوپ ذرات ریز معلق شده در یک مایع را ببینند که به این سو و آن سو حرکت می کردند و در اثر تصادم با مولکول های نامرئی به این طرف و آن طرف پرتاب می شدند. با ابزار بهتر ذرات کوچکتر و کوچکتر را هم می شد مشاهده کرد. شاید در آینده دستگاه هایی بتوان ساخت که موقعیت و سرعت یک یک مولکول ها را اندازه بگیرد.

البته محدودیت های جدی بصری نیز وجود دارند. فیزیکدان های قرن نوزدهم همچنین می دانستند وقتی که اندازه ی یک ذره از طول موج نور مرئی بیشتر نیست، نمی توان آن را زیر هیچ نوع میکروسکوپ نوری مشاهده کرد. اما این امر مانع آن نبود که انواع دیگر ابزار اندازه گیری ذرات کوچکتر از طول موج نور

ساخته شود. در واقع میکروسکوپ های الکترونی امروزه ما را قادر می سازند که اشیاء کوچکتر از حد نظری میکروسکوپ های نوری را ببینیم. دانشمندان قرن نوزدهم معتقد بودند که دقت مشاهده ی اشیاء کوچک بی حد است. این دانشمندان همچنین تشخیص می دادند که هیچ مشاهده ای به طور کامل دقیق نیست. همیشه عنصری از عدم حتمیت وجود دارد، و قوانین اساسی اشکال ایده آلی هستند که به واسطه ی تأثیرات عوامل خارجی به ندرت به شکل ناب ظاهر می شوند. فیزیکدان ها این را با تمیز دادن قوانین اساسی از قوانین محدود شده، که از قوانین اساسی مشتق می شوند، بیان می کردند. یک قانون محدود شده، صرفاً قانونی است که شامل یک جمله ی محدود کننده است، این جمله مثلاً می گوید تنها تحت شرایط عادی چنین یا چنان اتفاق می افتد. پشت همه ی قوانین محدود شده، قوانین اساسی وجود دارند که اظهاراتشان بدون شرط است. دو جسم یکدیگر را با نیروی جاذبه ای که به طور مستقیم متناسب با حاصل ضرب جرم و به طور معکوس متناسب با مجذور فاصله ی بین آن هاست، جذب می کنند. این گزاره ایست بدون شرط! البته ممکن است نیروهایی از قبیل کشش مغناطیسی وجود داشته باشند که حرکت یک یا هر دو این دو جسم را عوض کنند. اما در هر صورت این کشش نمی تواند مقدار یا جهت نیروی جاذبه را تغییر دهد. احتیاجی نیست به این قانون جملات محدود کننده اضافه کرد. نمونه ی دیگر معادلات ماکسول برای میدان الکترومغناطیسی است. اینها به عنوان معادلات بدون شرط و مطلقاً دقیق تلقی می شوند. تصویر عظیم فیزیک نیوتنی تصویری جهانی بود که در آن همه ی وقایع در اصل به کمک قوانین اساسی کاملاً از عدم حتمیت، توضیح داده می شدند. «لاپلاس» یکی از فرمولبندی های کلاسیک این نظریه را این طور بیان کرد که یک ذهن خیالی که بر همه ی قوانین اساسی و همه ی فاکت ها درباره ی جهان در هر لحظه از تاریخ آگاهی دارد، قادر است همه ی رخدادهای گذشته و آینده ی جهان را محاسبه کند. البته این تصویر تخیلی با رشد فیزیک کوانتوم از هم پاشید.

۳. ۴) شکل گیری یک نظریه

شکل گیری یک نظریه به این صورت است که ابتدا دانشمندان با آزمایش ها یا مشاهداتی برخورد می کنند که بوسیله ی نظریه های قبلی قابل توضیح نیست. مثلاً چرا مسیر حرکت زمین به دور خورشید بیضی است و دایره نمی باشد. دانشمندان شروع به دادن فرضیه یا قانون برای توضیح این پدیده می کنند (مثلاً قوانین کپلر) و کم کم با مرتب کردن فرضیات و قوانین، یک تئوری جدید شکل می گیرد (تئوری مکانیک کلاسیک نیوتنی).

حال این تئوری مشاهدات قبلی را توضیح می دهد و یک سری نتایج جدید پیش بینی می کند (مثلاً حرکت های هذلولی و سهمی برای ستاره های دنباله دار پیش بینی می شود) حال اگر این تئوری متولد شده و

شکل گرفته در توضیح این پیش بینی ها موفق باشد ما به یک تئوری درست رسیده ایم، و این تئوری تا زمانی زنده و درست است که هیچ مشاهده ایی آن را نقض نکند. بعد از مشاهده ی یک نقض، تئوری باید با یک تئوری کاملتر جایگزین شود (حرکت الکترون به دور هسته که منجر به مکانیک کوانتومی شد).

حال در کدام قسمت است که فیزیک به یاری تکنولوژی می آید؟ در آن قسمت که می خواهند تئوری شکل گیری شده را در مورد پیش بینی نتایج جدید بیآزمایند، به ابزار و وسایل جدیدی احتیاج می باشد که در آزمایشگاه فیزیک و بوسیله ی فیزیکدانان تجربی ساخته می شوند. همچنین از پیش بینی نتایج جدید میتوان ابزار جدید ساخت. اولین کامپیوترها در آزمایشگاه های فیزیک برای محاسبات نتایج آزمایش ساخته شده است، اولین بار امواج الکترومغناطیسی به وسیله ی آزمایش هرتز مشاهده شد. میکروسکوپ الکترونی بعد از کشف اینکه ذرات خاصیت موجی دارند (البته این در مکانیک کوانتومی پیش بینی می شود) ساخته شد. حرکت الکترون بوسیله ی معادلات فیزیک توصیف می شود که زیربنای تکنولوژی جدید می باشد (الکترونیک). و این قرنی که در آن هستیم حرکت فوتون از اهمیت خاصی برخوردار است و تکنولوژی ساخته شده را فوتونیک گویند.

در بحث قبل شکل گیری یک تئوری را بیان کردیم که چگونه زاده می شود، رشد می کند و می میرد و گفتیم که تئوری چطور در هنگام رشد کردن باعث تولید ابزار و وسایل می شود که در رفاه و آسایش بشریت بکار می رود. اثرات مرگ یک تئوری به مراتب از رشد آن شدیدتر است شاید کمی عجیب به نظر آید. حال توضیح می دهم یک تئوری در هنگام مرگ باعث عوض شدن چارچوب فکری بشریت می شود. این را هم باید گفت که مرگ یک تئوری با تولد تئوری جدیدی همراه است که این مرگ و تولد با هم علت افکاری جدید خواهند بود. برای اینکه مطلب کاملاً فهمیده شود بهتر است شکل گیری و مرگ و تولد سه مورد از مهمترین نظریه های فیزیکی را مرور کنیم و نتایجی که این تئوری ها روی ذهن بشر داشته اند را بررسی نماییم. یعنی مکانیک نیوتنی، نظریه ی نسبیت و مکانیک کوانتومی.

در آینده در باب این مطالب بیشتر بحث خواهد شد. چون دانشمندان تقریباً ۱۰۰ سال است که روی دو مورد آخر کار می کنند و برای اینکه مردم غیرمتخصص هم چیزی از این مفاهیم بفهمند باید آنقدر به این مباحث پرداخت، تا اندک اندک دری از معرفت بر روی همگان گشوده شود.

ابتدا به بررسی شکل گیری مکانیک نیوتنی و مکانیک کوانتومی می پردازیم و پیرامون اثراتی که این تئوری ها روی فهم ما نسبت به پدیده های طبیعی می گذارند بحث می کنیم. چگونه مکانیک نیوتنی شکل گرفت؟ با رصدهای کوپرنیکوس، گالیله، کپلر، کپلر به سه قانون مهم خود رسید: ۱- مسیر سیارات به دور خورشید بیضی است که خورشید در یکی از کانون های آن قرار دارد. ۲- بردار شعاعی از خورشید تا سیاره در زمان

های مساوی مسافت های مساوی جاروب می کند. ۳- توان دوم زمان تناوب حرکت سیاره به دور خورشید متناسب با توان سوم نیم قطر بزرگ مدار آن به دور خورشید می باشد.

بنابراین ابتدا فرضیات و قوانین شکل می گیرند که اساس این فرضیات و قوانین بر مشاهدات می باشد و عبارتند از اصولی که ما آن ها را بدون اثبات می پذیریم. گفتن این نکته اینجا مهم است که تئوری ای بهتر است که تعداد فرضیات یا قوانین آن کمتر باشد. چون این قوانین را نمی توان اثبات کرد و اساس آنها بر مشاهدات می باشد و به مشاهدات هم نمی توان کاملاً اطمینان کرد. بنابراین هرچه تعداد فرضیات یا قوانین و یا اصول اولیه کمتر باشد نظریه از اعتبار بیشتری برخوردار خواهد بود.

با جمع بندی این قوانین، مکانیک نیوتنی در قرن ۱۷ به وسیله نیوتن فرمولبندی شد. او با اختراع حساب دیفرانسیل و انتگرال، مکانیک را به صورت یک فرمول بندی منسجم ریاضی بیان کرد. می توان گفت این اولین بار بود که در علم فیزیک ریاضیات به طور گسترده وارد می شد. مفاهیم اساسی آن در سه قانون مشهور نیوتن بر همگان آشکار است. در این تئوری حرکت ذره ای تحت تأثیر نیروی مشخص F بوسیله قانون دوم نیوتن مشخص می شود. که بیان می کند اگر نیروی F به جسمی به جرم (m) وارد شود به آن شتابی معادل a خواهد داد. بیان ریاضی این قانون به صورت یک معادله دیفرانسیلی مرتبه دوم بیان می شود. که جواب آن مسیر حرکت ذره را برای ما مشخص می کند. اگر ما در یک لحظه ی مشخص مکان و سرعت ذره را داشته باشیم طبق معادلات نیوتن می توانیم مکان و سرعت ذره را در زمان های آینده بطور دقیق پیشگویی کنیم و بنابراین تمام اطلاعات لازم برای بررسی حرکت ذره را خواهیم داشت. این تئوری چه اثری بر فهم ما نسبت به پدیده های طبیعی خواهد داشت؟ این تئوری، این فکر را در ما القاء می کند که ذرات یا سیستم های طبیعی همه مجبورند در سیر تحولاتشان مسیری را طی کنند که از قبل برای آنها طرح ریزی شده است و هیچ اختیاری از خود نخواهند داشت.

این برداشت جبرگرایی با موفقیت های تئوری نیوتن همچنان شدت می گرفت تا اوایل این قرن که مکانیک نیوتنی در توضیح یک سری پدیده های فیزیکی توانایی خود را از دست داد. پدیده هایی که مکانیک نیوتنی در توضیح آنها عاجز بود، عبارتند از: تابش جسم سیاه، اثر فتوالکتریک، پدیده کمپتون، تداخل الکترون و... . با ارائه ی یک سری اصول (نسبت دادن یک طول موج به هر ذره یا به عبارت بهتر ذرات هم در بعضی آزمایش ها به صورت موج عمل می کنند. ناپیوسته بودن انرژی، ناپیوسته بودن اندازه حرکت زاویه ای و...). دانشمندان توانستند این آزمایش ها را توضیح دهند و این اصول منجر به پیدایش مکانیک کوانتومی گردید، که کاملاً برداشت های جبرگرایانه ی ما نسبت به پدیده های طبیعی را دگرگون ساخت. در تئوری مکانیک کوانتومی برای توصیف یک ذره به آن یک تابع موج (یا یک میدان ψ) نسبت می دهیم و مربع این تابع موج $|\psi|^2$ احتمال پیدا کردن ذره را برای ما مشخص می کند پس با مشخص شدن تابع موج تابع توزیع

احتمال مشخص می شود و با مشخص شدن تابع توزیع احتمال و با استفاده از مکانیک آماری، تمام اطلاعات لازم برای بررسی حالت های متفاوت ذره را (البته بصورت احتمالی) خواهیم داشت. از بنیانگذاران مکانیک کوانتومی می توان از شرودینگر، هایزنبرگ، جوردن و دیراک نام برد.

همچنان برای اولین بار قوانین مکانیک کلاسیک بوسیله ی نیوتن در قرن ۱۷ در یک چهارچوب ریاضی (معادلات دیفرانسیل و انتگرال) بیان شد برای مکانیک کوانتومی هم در سال ۱۹۳۷ یک چهارچوب ریاضی بیان گردید. در چهارچوب ریاضی نیوتن جبرگرایی از معادلات ریاضی استخراج می شود و در مکانیک کوانتومی مفهوم احتمال از نسبت دادن یک تابع موج به ذره استنتاج می شود. می توان گفت که قوانین حاکم بر طبیعت آنچنان عمل می کنند که تا حدودی به رویدادها اختیار داده می شود که برای موجودات بی شعور این آزادی بصورت قوانین آماری ظاهر شود، ولی برای موجودات متفکر این آزادی در رفتار آنها ظاهر می گردد، که این یک مبحث پیچیده و تکنیکی است. و فقط این نکته را ذکر کنم که مفاهیم فلسفی نظریه کوانتومی بطور وسیعی مورد بررسی و تحقیق دانشمندان قرار گرفته است و یک مبحث باز و گسترده می باشد. این مبحث در اصل تأکیدی بر این اصل فلسفی است که می گوید (نه جبر و نه اختیار) حاکم بر سرنوشت ماست. در پایان این فصل بد نیست که روی پرسش زیر فکر کنیم.

آیا قوانین اخلاقی از بحث بالا پیروی میکنند؟ یعنی آیا اخلاق علم است؟