سخنرانی ششم

روش‌های نوین بررسی نسبت بموجودات بی‌نهایت خرد

غالباً شنیده شده است که گفته‌اند پس‌از بروز جنگهای مختلف و انقلاباتیکه که در جریان آنها دیده میشود به‌پیشرفت کارهای علمی وهنرپیشگی لطمه واردمیآید ولی ظاهراً تاریخ عکس این قضیه را اثبات نموده است و میتوان گفت هیچ دروغی حقیقتاً بزرگتر از این نمیباشد زیرا پیشرفت‌کارهای خیلی بزرك پیوسته یا منقلب ترین وپر آشوب‌ترین دورانهای زندگی بشر توأم بوده است.

باید درنظرداشت که دربرخی از دوران‌های زندگی‌بشر،یك‌حرکت انقلابی‌عالم انسانیت رابه جنبش‌وادار نموده و آنرا بسوی تشنجات سیاسی و اجتماعی و همچنین تجدید نظر درمسائل علمی وهنری رهبری کرده ودر هرمورد نبوغ و خلاقیت فکری آورا تحریك وتشدید نموده است.

دوران کنونی از آنچه که گفتیم مستثنی نمیباشد و بدون مبالغه میتوان گفت که میان تمدن‌امروزه و پنجاه‌سال بعد باندازهٔ بشریت دورهٔ رنسانس ودورهٔ کنونی‌تفاوت بمیان خواهد آمد.

درمیان پیشرفتهائیکه دراین سدهٔ اخیر بانجام رسیده‌است تحقیقات و بررسیها در خصوص موجودات بینهایت خرد در درجهٔ اول از اهمیت قرارگرفته است.

این موضوع که زندگانی موجودات بزرك تا این درجه بازندگی موجودات بینهایت خردبستگی دارد درسی است که لاینقطع درعالم تکرار میگردد زیرا بواسطهٔ وجود میکروبهاست که در کرهٔ زمین زندگی امکان پذیر گردیده است وحتی دربدن ما زندگانی وابسته بفعالیت درست و بموقع چندین میلیارد اجرام خرد پرتوپلاسمی است که آنها راسلول نام‌گذاری کرده‌اند.

از کارهای خیلی سادهٔ بدن‌گرفته تابالا ترین حدفعالیت فکری آن یعنی مثلاتراوش قطرهٔ کوچکی ازشیرهٔ معدی ویافکری که عالم‌رادرخودفرابگیرد،هردوجوهروثمره‌ای است که اصل ومبدأ آنها مولکول های بدن بوده‌وبرای هرکار مخصوص در درون

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

سلول ها فعالیت متناسبی بظهور میرسد بنابراین پی بردن بصفات واحوالات خرد ترین موجودات در حقیقت بمنزلهٔ کلید شناسائی مجموعهٔ آنهاست و هر پیشرفتیکه در وادی موجودات بینهایت خرد بانجام رسد همان سبب پیدایش ترقیات دیگری می گردد .

این‌موضوع را فلاسفهٔ سده‌های پیشین بخوبی‌درك نموده بودند ولی بشر قرن ۱۸ آنرا بکلی فراموش کرد و بهمین جهت اکتشاف میکرسکپ باندازهٔ ارزشی که حقیقتاً دارا بود مورد ستایش‌قرار نگرفت زیرا در آنموقع مطالعه در خصوص موجودات بینهایت‌خرددر حقیقت همانندبازی‌بود که برای علاقمندان روشنفکراسباب تفنن خاطر میگردد و این دانشمندان ساعات بیکاری خود را با نظری پر از اعجاب به تماشای شمارهٔ بسیاری از موجودات‌خرد که دریك قطره آب آلوده یافت‌میشود بسر میبردند ولی بتدریج احتیاج بمیکرسکپ محسوس گردید واستعمال آن‌انقلابی‌درعالم علم وصنعت ایجاد کرد و اسبابی که توسط بعضی از دانشمندان هلندی ساخته‌شده‌بود نه تنها برای پزشکی و بیولوژی ضروری بشمار رفت بلکه همچنان برای بسیاری‌از قسمتهای صنعتی وفنی ضرورت کامل پیدا نمود .

در نتیجهٔ یك خوشبختی وتصادف‌فوق‌العاده‌ای‌دامنهٔ درشت نمائی‌میکرسکپ تا حد سلول یعنی اجسام خرد ویگانه‌ای که بدن هر موجود زندهٔ از مجموعهٔ آنهادرست شده است‌توسعه پیدا کرد ودرضمن موجودات یك سلولی دیگری که زندگی‌مستقلی داشته واندازهٔ آنها بینهایت خرد میباشد مانند موجودات یك یاخته ای(یك سلولی) و میکرب‌ها نیز دیده شدند .

ولی باز هم اندازهٔ محدود درشت نمائی میکرسکپ از همان‌آغاز دورهٔ پیدایش میکرب‌شناسی محسوس بودزیرا ازهمان هنگام نخست که پاستوربررسیهائی نسبت بمرض هاری اشتغال داشت خود را در مقابل بیماری واگیر که قاعدتاً بایستی مربوط بیك موجود زنده میکرسکپی باشد مشاهده نمود ولی با همه کوششی که برای دیدن این موجودخرد و یا عامل بیماری بکار میبست نتیجه‌ای بدست نمیآوردو اتفاقاً درنتیجهٔ همین‌عدم موفقیت‌بود که پاستورنبوغ فکری خود را نشان داده و بجای آنکه مانند دیگران از موضوع صرفنظر کند آنرا تعقیب نمود .

نظر باینکه پاستور نمیتوانست میکرب‌هاری را بکمك میکرسکپ مشاهده کند تحقیقات‌خود را مانداینکه حقیقتاًمیکربی درمیان باشد ادامه داده وطرزسرایت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

بیماری را بموجب قواعدی که خود واضع آنها بود بمورد آزمایش گذاشت و حتی واکسن هم برضد این میکرب نادیده تدارك نمود .

مطالعات و تحقیقات پاستور بالاخره بموفقیت منجر گردید در صورتیکه هرگاه وی عقائد کخ را که میگفت «نخستین شرط برای یك بررسی علمی در خصوص بیماری های میکربی بدست آوردن کشت خالص از میکرب آنست» تعقیب نموده بود هرگز بکشف واکسن هاری توفیق حاصل نمیکرد .

اکنون به بینم چرا بازهم میکرب هاری باوجود هر گونه تجسساتیکه به کمك میکرسکپ بعمل میآمد بازهم شناخته نمیشد ! . میان فرضیه های مختلفی که پاستور در نظر گرفته بود مخصوصاً یکی راه ورود دقت خود قرار دارد و آن این بود که اندازهٔ بینهایت خرد این موجود از دایرهٔ رؤیت نیرومندترین میکروسکپ ها خارج است .

دراینجا بموضوعی میرسیم که غالب اشخاص غیرمطلع باصول علم بینائی طرح میکنند و آنموضوع اینست که آیا با اصلاح نمودن عدسیهای میکرسکپ نمیتوان حد رؤیت اشیاء راازاین میزان بالا برد؟ جواب سؤال این است که درحقیقت اینموضوع بهیچوجه چنانکه تصور میکنند نمیباشد زیرانیروی درشت نمائی میکرسکپ وابسته بطول امواج روشنائی است و هرگاه چیزی کوچکتر از نیمهٔ طول موج روشنائی که ۵۵ر۰ مواست باشد طبعاً دیده نمیشود بنابراین ۲۷ر۰ مو آخرین حدی است که میتوان برای درشت نمائی میکرسکپ درنظر گرفت و اگر اتفاقاً میکرب هاری از ۲۷ر۰ مو کوچکتر باشد دیده نشده و مطالعات نسبت بآن مواجه با دشواری میگردد .

امادروادی علم راه ناامیدی بکلی مسدود است ودر هرموردی که برای رسیدن بمقصود راه راست غیر قابل استفاده باشد راههای غیر مستقیم گاهی سبب پیشرفتهای غیرمترقبه میگردد ـ نخستین پیشرفت در خصوص بررسی بصفات این موجودات بینهایت خرد که بوسیلهٔ میکرسکپ عادی نادیدنی هستند، موقعی میسر گردید که موجودیت آنها حقیقتاً ثابت شد زیرا در آغاز کار موجودیت آنها یك فرضیهٔ بیش نبود و برطبق عقیدهٔ روانشناسان دلیل و برهان وجود آنها را نشان میداد و فقط بر اثر استعمال پالایه بود که دو نفر از محققین روسی بنام ایوانفسکی و پورسك بوجود موجودات بینهایت خرد که بواسطهٔ خردی بسیار غیرقابل رؤیت هستند پی بردند.

اکنون به بینیم که این نتیجه چگونه بدست آمد .

بایددانست که استعمال پالایه ازهمان آغاز پیدایش میکرب شناسی معمول بود

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

زیرا در آنموقع میدانستند که خون حیوان دوچار بسیاه زخم حتی اگر بمقدار ناچیزی بحیوان دیگر نزریق شود سبب انتقال بیماری میگردد وهمچنین ثابت بود که خون این حیوانات بیمار دارای باکتری‌هائی است و ازاینجهت کاملا منطقی بنظر میرسید که ویرولانس خون حیوان بیمار را وابسته بهمین باکتریها بدانند ولی این فرضیه جداً از طرف برخی از دانشمندان رد شد و باکتریها را بمنزلهٔ اجسام بی ضرر و آزاری می‌پنداشتند.

پس برای حل این مسئله بهرجهت باید خون آلودهٔ حیوان بیمار را ازمیکرب هائیکه دربردارد جدا نمود تا بدین‌سان معلوم گردد که اگر پای این میکربها در میان نباشد خون بخودی خود سبب انتقال بیماری نمیگردد و از همین نقطهٔ نظر بود که پاستور بفکر پالایه افتاد.

برای این مقصود پاستور مقداری گچ ساخته را در قیفی ریخته و بدین‌سان سوراخ‌های آنرا برای میکرب‌ها غیر قابل عبور گردانیدواز همین‌موقع پالایه برای جدا کردن میکروب ازمایعات آلوده هرروز اهمیت بیشتری پیدا کرد.

یکی از شاگردان پاستور بنام شامبرلان پالایه‌هائی‌را که باچینی ساخته وبشکل شمع درآورده بود به‌پالایه گچی برتری دادو استعمال آنهارا معمول گردانید. درهمان هنگام دونفر دانشمند روس که نام آنهارا یاد کردیم ببررسی درخصوص یك بیماری خیلی مسری برگ تنبا کو بنام «موزائیك تنبا کو» اشتغال داشتند و درضمن بررسیهای خود کمی‌از شیرهٔ گیاه آفت زده را بگیاه سالم دیگری سوزن زده وعین‌همان بیماری را در آن گیاه پدید آوردند.

در اینجا نکتهٔ اساسی و شایان توجه این است که شیرهٔ گیاه آفت زده‌پس از عبور از پالایه چینی بازهم خاصیت اولیهٔ خود را دارا بوده و بیماری زا بود بنابراین قاعدتاباید باندازه‌ای خردو کوچك باشد که از سوراخ های بسیار ریز پالایه که برای میکرب‌ها سد غیر قابل عبوریست بآسانی میگذرد.

پس از این اکتشافات چنین‌معمول شد که موجودات بینهایت‌خردرا که‌ازپالایه میگذرند «ویروس‌های پالایش‌پذیر» نام بگذارندوازآن پس بتدریج ثابت گردید که‌عامل اصلی بیشتری‌از بیماریهای انسان وحیوانات وگیاهان ویروس‌هامیباشند بطوریکه‌اکنون در حدودسی ویروس‌مختلف شناخته‌شده‌است که عامل‌اصلی بیماریهای‌خطرناکی‌درانسان و حیوان وگیاه بشمار میروند وبعنوان‌مثال‌میتوان ویروس بیماری‌های آبله ـ پولیومیلیت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

هاری - آبلهٔ گاوی - سرخك وغیره را یادآوری نمود و حتی اگر بخواهیم این قضایارا درست موشکافی کنیم معلوم میگردد که خود میکربها هم از شر ویروس‌ها در امان نیستند زیرا میکرب‌ها نیز پیوسته در معرض خطر بیماریهائی هستند که فوق‌العاده برای آنها مسری و کشنده است مانند باکتریوفاژ که بمحض مجاورت با میکرب آن را نیست و نابود مینماید.

برای بررسی بخواص و اشکال این ویروس‌ها تا مدتی مانند کسیکه بخواهد بی کمك میکرسکپ میکربها را ببینند با اشکال مواجه بودند ولی بعدآبدین فکر افتادند که شاید بتوان با همان وسائلیکه ویروس‌ها را از میکربها جدا می کنند اندازهٔ حقیقی ویروس ها را تعیین نمود.

چنانکه پیش گفتیم پالایه های معمولی از عبور میکربها جلوگیری میکنند بنابر این قاعدتا میتوان پالایه هائی که سوراخ های تنگتر داشته باشند آماده کرد که حتی ویروس‌ها هم در سوراخ های آنها گیر کرده و نتوانند بگذرند. این موضوع که برای تعیین اندازه ویروس ها پالایه هائی که بترتیب سوراخ های آن ها تنگتر باشد بکار برده شود خیلی بنظر منطقی میرسد و همان اصول غربال است که اجسامیکه قطر آنها کوچکتر ازسوراخ‌های آن باشد میگذرند ولی اجسام بزرگتر در غربال باقی میمانند اما اگر این قاعده برای اجسام بزرك مانند قطعات شن وسنگ درست باشد نمی توان آنرا نسبت به اجسام بی نهایت خردمانند ویروس‌ها قابل تطبیق دانست زیرا در اینگونه موارد باید عوامل دیگری را نیز که تاثیر آنها هر قدر اجسام خرد تر باشند نمایان تر است دخالت داد یعنی مثلا بایدمقدار نیروی الکتریسته آن جسم در نظر گرفته شود زیرا الکتریسته در میکربها بمیزان قابل توجهی موجود است و مسلماً این نیرو در ویروس ها بیشتر است ودراین صورت هرگاه بار الکتریکی ویروس و پالایه از دونوع متفاوت یعنی یکی مثبت ودیگری منفی باشد طبعا ویروس‌ها درسوراخ های پالایه گیر کرده ورد نمی شوند حتی اگر گشادی سوراخ های آن باندازهٔ ای باشد که میکربها بتوانند از آنها بگذرند گذشته از کیفیت یاد شده باز هم پالایش نسبت باینکه واکنش آبگونه (مایع) ای که ویروس ها در آن شناورند آسید و یا قلیائی و جنس پالایه از خاك چینی و یاخاك انفوزوار باشد تفاوت میکند و اگرچه ممکن است این پالایه ها برای نشان دادن درشتی ویادر خود گرفتن میکربها شایستگی داشته باشد ولی برای بدست آوردن اطلاعات لازمه درخصوص اندازهٔ دقیق موجودات

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

بی‌نهایت خرد برحسب اینکه ازسوراخهای آن بگذرند یادر آن بمانند بی فایده است برای اصلاح این معایب ناچار باید بتهیه پرده های نازکی که‌از کولودیون ساخته شده باشد توسل جست وتهیهٔ چنین پرده‌هائی مستلزم مطالعات بسیار دقیقی‌است که ازطرف آلفورو همکارانش بعمل آمده است.

در اینجا من نمیخواهم در خصوص جزئیات و نکات‌خیلی دقیق مربوط بروش تهیه اینگونه پرده ها به تفصیلات به پردازیم بلکه فقط میگویم که کولودیون را مانند معمول‌در مخلوطی از اترو الکل‌حل نموده وبرحسب‌اینکه مقدار الکل متیلیك و یا آمتون‌بمیزان‌معینی‌تغییر کند پرده های‌مختلفی که اندازه سوراخ های‌آنها تفاوت دارد بدست می آید.

محلول کولودیون را که بترتیب فوق تهیه نموده اند در قالب های مخصوصی ریخته و همینکه مایع حلال تبخیر شد آنها را در آب میاندازند.

این پرده های‌نازك پالایه راتشکیل میدهندو بوسیله دستور یاد شده میتوان‌پالایه هائی ساخت که اندازهٔ سورانخ های آن از چندمیکرون‌تا چند هزارم‌میکرون‌باشد.

بکمك این پالایه ها اطلاعات بسیار جالب توجهی در خصوص‌اندازه ویروس ها بدست آمده است ونتایج‌حاصله مخصوصا ازاین لحاظ که میتوان‌آنهارابوسیله روش دیگری که عبارت از«اولتراسانتریفو گاسیون» باشد بازرسی‌کرد باثبات‌رسیده‌است.

میدانیم که‌هر گاه اجسام ریز و شناور درآبگونه ها زیر اثر نیروی فرار از مرکز قرار گیرند ته نشین میگردند وسرعت ته نشین شدن نسبت بشدت نیروی‌فرار از مرکز وغلظت آبگونه و اندازه‌اجسام‌شناوردرآن وابسته‌است بنابراین هرگاه شرایط دیگرکاملا یکسان‌باشدمیتوان‌بآسانی‌درشتی‌اجسام‌شناوردرآبگونه‌راراندازه گیری کرد.

استفاده از این روش دقیق برای اندازه گیری ویروس ها با اشکالاتی مواجه بود زیرا این کارمستلزم‌تهیه سانتریفوژورهائی‌است که سرعت چرخش آنهاخیلی‌زیاد باشد تا بتواند سبب ته نشین شدن ویروس‌ها گردد.

این موضوع پس‌از بررسیهای زیادی بالاخره به کمك دستگاه مخصوصی که قسمت دوار و چرخندهٔ آن بکمك روغن فشرده بر دوتوربین بکار می افتد حل گشت و این دستگاه در هوائی که ثیدژن آن کمتر از معمول است بحرکت‌درمیآید.

از این اسباب نمونه هائی توسط فیزیك دان معروف‌بنام «سوئد برگ»ساخته شده است که هر دقیقه چهل تاهفتاد هزار چرخ میزند با وجود این‌اگر بخواهند چنین

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

اسبابی‌را برای اندازه گیری ویروس‌ها ویااجسام بی نهایت خرد بکاربرند نتیجه مطلوبه بدست نمیدهد .

از این گذشته باید در این دستگاه وضعیت مناسبی ایجاد کرد که بدان‌وسیله بتوان مدتی را که برای ته نشین شدن‌ویروس ها صرف شده است دقیقا حساب نمود .

برای نیل باین مقصود تنها یك راه درپیش میباشد و آن اینست که بتوان اجسام ته نشین شده را مستقیما مشاهده نموده و از آنهاعکس برداری کرد- سوئدبرگ‌این اشکال را بدین ترتیب حل نموده است که بدو نقطه از لوله های کوچك محتوی‌مایع مورد آزمایش دو قطعه شیشهٔ کوارتز سوار نموده وبدین ترتیب دو پنجره در آنها ایجاد کنند بطوریکه یکی از آنها در مقابل دیگری قرار داشته‌باشد و در این‌صورت میتوان بوسیلهٔ دستگاه مخصوص عکس برداری و بکمك پرتو بالای بنفش‌درفواصل معینی از لوله‌هائیکه در حال چرخیدن هستند عکس برداری نمود .

برای تهیه سانتریفوژورهائیکه سرعت چرخش آنها فوق‌العاده زیاد باشدروش تازهٔ دیگری در سال ۱۹۲۵ توسط «هانریووهوکدنار» بکار بسته شده است . این دانشمندان گاز فشرده وهوا و یائیدوژن را بعنوان نیروی محرکه بکار بردند وقسمت چرخنده اسباب که درعین حال توربین را نیز تشکیل میدهد در یك جایگاه بیضی‌شکل جای داشته و بکمك گاز که از اطراف بدان برخورد میکند آنرا بچرخش درمیآورد.

در اثر همین حرکت قسمت چرخنده بتدریج از جایگاه خود بلند شده و روی یك قشری از هوا یا ئیدژن رقیق شده بحرکت در میآید - با این تمهید سرعت‌چرخش حتی ۳۵۰ هزار دور در دقیقه رسیده است واین سرعت تقریبا برابر با سرعت گلولهٔ تفنك میباشد .

اینگونه اسبابها که ازغرائب صنعت جدید بشمارمیرود سبب بدست آمدن نتائج مهمی درقسمت های صنعتی و علمی گردیده است و بدینوسیله توانسته‌اند اندازه برخی از ویروس ها را که درحدود ۱۵۰ تا ۱۵ هزارم میکرن‌است بسنجند - ازاین گذشته به کمك این دستگاه میتوان معلوم نمود که آیا یك ترکیبی خالص است و یا در آن ذرات دیگری یافت میشود زیرا ذرات هرجنس دارای‌خطوط تفکیکی‌بسیار آشکاری‌می‌باشد در صورتیکه اگر در آبگونه ای ذرات جسم دیگر وجود داشته باشد خطوط‌تفکیکی بهم خورده و در اواخر آنها خطوط‌درهم برهمی دیده میشود .

این روش تحقیق دربررسیهائی که بمنظورخالص نمودن آنزیم ها و اورمون‌ها

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

بعمل می آید دارای اهمیت بسیار می باشد .

یکی از موارد استعمال قابل توجه اولتر اسانتریفوگاسیون مطالعه در خصوص پروتوپلاسم سلولی است که بوسیلهٔ دانشمندی جوان بنام «آلبرت کلود» کارمند بنگاه رکفلر بموقع عمل در آمده است.

این دانشمند به کمك سرعت زیاد دستگاه اولترا سانتریفوژ ور سلول هارا چرخانده و بدین ترتیب فهمیده است که اگرپروتوپلاسم سلول‌را بسرعت های مختلف و بطور متناوب بچرخانند تقریباً یکنوع قطع توزینی بدین وسیله از پروتوپلاسم بعمل میآید و با این روش معلوم میشود که هرسلول دارای دانه‌هائی است که با سرعت معین ته‌نشین‌شده و ممکن است همین دانه‌ها نماینده وواحد موجودیت جسم زنده باشد.

باید دانست که در همهٔ بررسیهائیکه بشر تا کنون نسبت بموجودات بینهایت خردنموده است راههای غیرمستقیم را بیشتر مورد توجه خود قرار داده وخودرابمنزلهٔ کوری دانسته است که کوشش دارد درعالم خیال برای چیزهائیکه اطراف‌ویرااحاطه کرده است پیوسته تجسماتی بکند ولی انسان یك کور هوشمندی‌است و علوم جدیده نیروی بینائی مخصوصی بدو بخشیده و در آینده بطوری مسلح خواهد گردید که در آخرکار بتواند بادراك اجسام بی‌نهایت خرد وجزء لایتجزی پی برد و این مقصود تا حدی بکمك اسباب عجیب‌میکرسکپ الکترونی اکنون جامه عمل پوشیده‌است.

در این میکرسکپ بجای روشنائی‌الکترون بکار میرود و این همان وسیلهٔ گرانبهائی است که عوامل تمدن امروزهٔ ما ازقبیل پرتوایکس - سلول‌فوتوالکتریك- ثبت الکتریکی اصوات - رادیو - سینمای صدادار - و ردرسور جریان برق از آن استفاده میکنند .

بطوریکه‌ژ. پرن نشان داده است قسمت‌هائی از الکتریستهٔ منفی در ساختمان اتم وجود دارد که از آن بآسانی جدا میشود - اجسام رادیو آکتیف پیوسته از خود پرتو[۳] منتشر میسازندوفلزات سرخ و گذار هرگاه معرض جریان برقی که فشار آن زیاد باشد قرارگیرند ازاین پرتو بمقدار زیاد تولید میکنند .

برای نشان‌دادن‌این کیفیت بهترین وسیلهٔ‌لوله‌مخصوصی‌است که خالی‌ازهوا بوده و بطرفین آن دوالکترود قرار دارد - این‌لوله که بنام کروکس معروف است بهترین وسیله پی بردن بصفات الکترون میباشد و هرگاه اختلاف‌سطح کافی میان دوالکترود موجود باشد جریان برق از قطب مثبت «آنود» بسوی قطب منفی «کاتود» برقرار

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

شده و در این‌هنگام قطب منفی از خود یکنوع پرتو مخصوصی پخش میکند که شیشهٔ آمپولی را که بدان بر خورد کرده است با کیفیت فلوئور سانس مخصوصی روشن می سازد .

این پرتوها که‌بنام پرتو کاتودیك معروف میباشند ازالکترون‌هائی تشکیل شده است که سرعت فوق‌العاده دارا میباشند و بر اثر جریان برق در فلز الکترون ها آزاد شده و بشدت از قطب منفی رانده میشوند .

سرعت‌این‌پرتوها و یا بعبارت دیگرقوهٔ نفوذ آنها به‌نسبتی که اختلاف ظرفیت بین دو قطب بیشتر باشد افزون‌تر است . این گذرگاه و خط سیر الکترون هائیکه از قطب کاتود پخش میشوند دارای صفات‌چندی است که از نظر موضوعی که ما در آن بحث میکنیم دارای‌اهمیت‌فوق‌العاده میباشد بدین‌ترتیب :

۱ ــ الکترون‌ها بخط راست میروند و این‌عبور از سایهٔ صلیب‌مالتا که‌درسر راه آنها قرار دارد بخوبی معلوم‌میگردد .

۲ ــ خط‌سیری‌را که‌ازاین ذرات‌الکتریکی‌بسیار خرد بوجود آمده‌است‌میتوان بوسیلهٔ یك‌میدان مغناطیسی منحرف نمود زیرا قطب مثبت آنرا جذب وقطب منفی‌آنرا دفع میکند .

۳ ــ برطبق‌نظریه‌بروگلی‌پخش‌شدن الکترون‌ها بشکل‌حرکات مارپیچی است وازاین‌بابت باحرکت روشنائی یکسان‌میباشد بااین‌اختلاف که‌طول موج آنها هزارو صد هزارودفعه‌از طول موج روشنائی کوتاه‌تر است .

این خاصیت اخیر دانشمندان را برآن داشت که در نمونه های مخصوصی از میکرسکپ که برای تأمین این نظریه ساخته‌اند بجای روشنائی از آن استفاده کنندو موفقیت‌هائیکه از این‌راه ممکن است بدست‌آید پیش‌بینی شدنی نیست .

قاعدتاً بایستی‌درشت‌نمائی چنین میکرسکپی‌هزارتاصدهزار بار ازدرشت‌نمائی میکرسکپ عادی بیشتر باشد و چون با میکرسکپ عادی بآسانی میتوان اشیاء را تا هزار برابر بزرك نمود بنابراین‌حددرشت‌نمائی میکرسکپ‌الکترونی برای‌دیدن‌ذرات بینهایت خرد بسیار میشود وبقیه کار وابسته به‌عملی ساختن یك چنین اسبابی میباشد .

اینگونه اسبابهااز هر جهت سبب بروز انقلاباتی در علوم خواهد گردید .

دراین دستگاه اصول‌عمدهٔ میکرسکپ‌عادی درنظرگرفته شده‌وبجای‌روشنائی از الکترون استفاده میشود با این اختلاف که در این مورد چون عدسیهای شیشه ای

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

برای الکترون‌ها غیر قابل عبور است نمیتوان آنها را بکار برد بلکه باید بوسیلهٔ قرقره های مغناطیسی خط سیر الکترون‌هارا بدلخواه منحرف نمود ـ بنابراین در این میکرسکپ میدان مغناطیسی جای عدسیهارا گرفته والکترون‌ها راوادارمی‌سازد که درخط سیری که مشابه خط‌سیر روشنائی در میکرسکپ معمولی است عبور کنند.

بنابراین مقدمات اصول این میکرسکپ ساده است ولی عملی‌ساختن قسمتهای مختلفهٔ آن با دشواریهائی روبرومیباشد و ازاینجهت میکرسکپ الکترونی رانمیتوان اسبابی دانست که مانندمیکروسکپ های معمولی پیوسته‌آنرا با دست جابجا کنند بلکه این میکرسکپ اسباب مهمی است که نمونه های عادی آن که فعلا تدارك شده است رویهمرفته سه متر ارتفاع دارد وقسمت بالای آن را دستگاه الکتریکی مخصوص تولید الکترون تشکیل داده است ـ در این دستگاه ترانسفورماتوری که میتواند شدت جریان برق را ٦٠ تا ١٠٠ کیلووات بکند وجود دارد و این جریان در الکترودیکه از یك رشته کلفت تانکستن‌است‌تاثیر نمودو از آن‌الکترون ها بیرون رانده‌میشوند ـ الکترون ها توسط یك قرقره الکتریکی اولیه که حکم کوندانساتوررادارد بخط‌راست راهنمائی میشوندو در اینصورت پرتو الکترونی ازشیئی مورد آزمایش گذشته ودر یك قرقره مقناطیسی‌دیگری که بجای ابژکتیف میکرسکپ است وارد میشود ـ درنقطه دورتر یك قرقره مقناطیسی دیگری وجود دارد که تصویری را که ابژکتیف بوجود آورده است تقویت نموده وروی یك صفحه فلورئوسان میاندازد ـ جزئیات‌دیگر این اسباب همچنان شایان توجه است.

میدانیم که الکترون ها جز در جاهای خالی از هوا پخش نمیشوند بنابر این تمام‌قسمتهای داخلی این اسباب در یك خلاء خیلی کاملی باید نگاهداری شود و حتی باید خلاء پیوسته بوسیلهٔ دستگاه تخلیهٔ هوا که‌بآن متصل‌است‌ودرموقع‌نیازمندی ممکن است آنرا بکار اندازند بازرسی شود.

همگرائی «کونورژانس» پرتو های الکترونی یعنی نقطه کانونی عدسیهائی الکترومنیتیك ومیزان درشت نمائی آنها وابسته بشدت جریان برقی است که از قرقره های مقناطیسی‌عبور میکند.

برخلاف‌میکرسکپ معمولی که میزان درشت‌نمائی آن پیوسته بوسیله‌عدسیها تثبیت شده است دراین میکرسکپ درشت نمائی وابسته بجریان برقی است که از قرقره های مقناطیسی میگذرد وازاینجهت میتوان میزان درشت نمائی را با کم وبیش

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

کردن جریانی که از قرقره های مقناطیس عبور میکند تغییرداد .

میزان کردن میکرسکپ بوسیله تغییر دستگاه دیدگانی « اپتیك» نیست بلکه بامیزان کردن شدت الکتریسته هردستگاه نسبت به‌چیزیست که باید دیده شود و بطور خلاصه دستگاهی مانند آنچه درچشم موجوداست دراین میکرسکپ وجود دارد .

اکنون باید چیز مورد آزمایش و جایگاه مخصوص آنرا مورد بررسی قرار دهیم- درمیکرسکپ عادی چیز راروی یك تیغه شیشه نهاده و آنرا برای دیدن درزیر ابژکتیف میگذراند .

ولی دراین میکرسکپ الکترون ها نمیتوانند مانند روشنائی ازشیشه بگذرند و شیشه از عبور آنها جلوگیری میکند بنابراین نمی‌توان تیغه های شیشه را دراین مورد بکار برد و از اینجهت تیغه شیشه بیك پرده بسیار نازکی از کولودیون تبدیل گردیده است .

برای تهیه‌این‌پرده باید قطره از کولودیون‌را در تشتك آبی بریزند ودراینصورت کولودیون بشکل ورقهٔ بسیار نازکی برسطح آب گسترده میشود و هر گاه حلقه فلزی راکه در وسط آن توری بسیار نازکی گسترده شده باشد بزیر آب فرو برده و در حالیکه حلقه در زیر پرده کولوبون قرار یافته است ناگهان آنرا از آب بیرون بکشند وبایك حرکت سریع نوك آنرا تکان بدهند قطعات اضافی کولودیون که دورا دورحلقه‌رافرا گرفته است خود بخود جدا میشود و در اینصورت حلقه فلزی را بنوبه خود درجایگاه چوبی که در آن سوراخهائی تعبیه شده قرار میدهند .

از پرده ای که بدین سان تهیه میشود میتوان بجای تیغه های شیشه ای معمولی که در میکرسکپ عادی برای قراردادن‌ماده مورد آزمایش بکار میرود استفاده نمود بدین ترتیب که‌مثلا اگر بخواهندمیکربی را آزمایش کنند بایدبه کمك‌یك‌مگه«پی‌پت» قطره‌بسیار کوچك ازمایع محتوی آنرا روی پرده کولودیون قراربدهند . استوانه‌هائی‌را که پرده درروی‌آنها قرار دارد باید پیشاپیش درخلاء کاملاخشك نموده وسپس داخل میکرسکپ کنندوچون درون‌اسباب‌کاملااز هواتهی شده است‌دخول استوانه‌بایدبه کمك دستگاه مخصوصی که از ورود هواجلو گیری کند انجام گیرد .

در میکرسکپ عادی معمولا برشهائی به‌کلفتی‌دو تا سه صدم میلیمتر بکار میرود واین برش‌ها به کمك دستگاه مخصوصیکه نازك بر (میکروتم) نام دارد بدست‌میآید ولی در میکرسکپ الکترونی اینگونه برش ها خیلی بیشتر از اندازه کلفت هستند و

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

باید برشهائیکه دست کم ۵۰ تاصد برابر نازکتر از برشهای معمول باشد بدست آورند امااینگونه برشهارا هم طبعاً بوسیله نازك برهای عادی نمیتوان بدست آورد وبرای اینکه برش های بدین نازکی بدست آید اسبابهای مخصوصی بکار می‌برند که تیغه آنها گرد و بسیار تیز است ودر هر دقیقه چندین هزار بار میچرخد .

اینگونه نازك برهابراساس تأثیر گلوله تفنك که سوراخی بی‌ترك در نقطه برخورد ایجاد میکنددرست شده است بنابراین تیغه چرخنده برشهای خیلی نازکی بدست میدهد بی آنکه بافتها را له وخراب کند. البته اینگونه اسبابها را نمی‌توان بی در نظر گرفتن دقتهای مخصوص در گوشه ازلابورا توار جای داد از این گذشته سوار کردن قسمت های مختلفه اسباب فوق العاده کار دقیقی است وبایداسباب درجای خود هیچگونه لرزش وجنبش نداشته باشد بنابراین میکروسکپ الکترونی رابابد روی یك پایه‌ای که باسیمان مسلح ساخته شده باشد قرار داده وآنرا مجزا ازعمارت درروی شالوده‌ای که ازسنك و شفته ریخته باشند جای دهند .

آنگاه باید موضوع گرمی هوا و درجه نم جائی را که باید اسباب سوار شود مورد دقت قرار دهند ـ نمونه هائی ازاین اسباب که شرح آنرادادیم کارخانه «رادیو کرپوریشن آف آمریکا» کامبرن N.G. میسازد واین نمونه‌ها میتوانند ازسی تاپنجاه هزار برابردرشت نمائی داشته باشدو بعضی ازاوقات حتی تاصد هزار برابرهم درشت نمائی دارند.

درحال حاضر مشغول مطالعه وبررسی نسبت به میکرسکپهای الکترونی مخصوص هستند که بتواند با ۵۰۰ کیلووات نیروی برق یعنی ده برابر بیشتر از میکرسکپ های یاد شده نیرو داشته باشد وطبعاً برای تهیه این نمونه‌ها دشواریهای فنی بسیاری درمیان است وتنها دستگاه مولد الکتریستهٔ آن مرکب از یکعده اسبابهائی است که جمعاً چندین تن وزن دارد وپرتو X که از الکترنها خارج میشود مستلزم این است که وسائل استحفاظی خیلی نیرومند بکار برده شود .

این مسئله که برای دیدن اجسام بی‌نهایت خرد اسبابهای نیرومند باید بکار برده وهراندازه که آنها خردتر باشند باید بهمان نسبت وسائل کار نیرومندتر و گران تر و سنگین تر باشد خود یکی از امور متضاد علوم جدیده است. نتایجی که از مطالعات در خصوص چند میکرب تا کنون بدست آمده است واجداهمیت بسیاری میباشد ـ طبعاً پس از پیدایش این میکرسکپ جدید دانشمندان درصدد بر آمدند که میکربهای مختلف را با این اسباب معاینه کنند وبدین وسیله توانسته اند به جزئیاتی که تا کنون بامیکرسکپ

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

عادی پی‌پردن بآنها غیرممکن بوده آشنا شوند ـ برای من دراینجا غیر ممکن است داخل در تفصیلات شوم این است که فقط بیاد آوری چند نکته از مهمترین قسمت های آن مبادرت میکنیم .

باید دانست که‌همهٔ میکربها در پرده های کلفت وقابل انعطاف‌ومقاومی‌پوشیده شده اند ودر کشت میکرب همینقدر که کهنه بناشد شمارهٔ بسیاری از اشباه میکربی که بوسیلهٔ پردهٔ پوشیده شده است دیده میشود .

این کپسول‌درهمهٔ میکرو بهائیکه دارای‌ویرولانس‌هستنددیده میشود ومرکب ازپرده کلفت وچسبنده وشفاف‌است پرتوپلاسم‌میکرب‌دارای‌دانه هائی‌است که‌اندازه وشمارهٔ آنها مختلف‌ومجموعهٔ آنها گاهی مناظرخاصی‌را بوجود میآورد .

نکته جالب توجه‌این است که‌میکربهائیکه ازحیث‌شکل خیلی بهم نزدیک‌هستند وبامیکرسکپ‌عادی نمیتوان آنهاراازیکدیگرتشخیص‌داد بآسانی‌بوسیلهٔ میکرسکپ الکترونی و اختلاف در پرتوپلاسم آنها شناخته میشوند .

حاجت به بیان نیست که بدین وسیله حتی مژه های لرزان میکربها بی آن که رنك آمیزی شده باشد معلوم میشوند حتی دیده شده است که مژه‌های لرزان ازکپسول وپردهٔ مخصوص عبور نموده وبه نقطه ای از پرتوپلاسم میکرب چسبیده‌است — بااین اسباب ویروس ها نیز قابل رؤیت میگردند وموضوع جالب توجه اینست که به کمك این اسباب میتوان اندازهٔ ویروس‌ها را بوسائل غیر مستقیم تعیین نموده و دراین‌قسمت هیچ چیز غیر مترقبه ای دیده نشده است بلکه گاهی بانهایت تعجب دیده اند که شکل برخی از ویروسها که قبلا تصور می کرده اند گرد باشد فوق العاده قابل تغییر است و بعضی از آنها مانند ویروس آبله گاوی بشکل مکعب‌میباشد درصورتیکه‌برخی دیگر بیضی‌شکل ویا مستطیل و پاره ای میله‌ای شکل و یا باشکال دیگر بوده اند .

در پاره ای از ویروس ها مانند ویروس مرض واکسین دانه های پروتوپلاسم نیزدیده شده است و بنا براین میتوان‌تصور کرد که اشکال میانه بین میکروبها وویروس ها نیز موجود میباشد .

دراینجا باید متوجه بود که برطبق قوانین طبیعی هیچگاه طبیعت برای ایجاد مخلوقات جهش‌نمیکنند ـ موضوعی که فوق‌العاده مفید وجالب توجه میباشد مطالعه در ویروس هائی‌است که بمیکربهاحمله‌رمیگردند .

این موجودات دارای اشکالی هستند که کم وبیش به سپرماتوزوئید شبیه بودهٔ و

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

یکسر و یك دم بخوبی در آنها تشخیص داده میشود و از این لحاظ میتوان گفت که با کتریوفاژی عملی است که کم وبیش با عمل لقاح همانندمیباشد.

این ویروس بوسیلهٔ یك عده مژهٔ لرزان که میتوان آنهارا «فاژ» نامید احاطه‌شده است ولی درموقع عمل تنها یکی از فاژها در جسم میکرب فرومیرود و محققاً تغییراتی که در پردهٔ دور میکروب بظهورمیرسد ازفرو رفتن مژه های دیگر جلوگیری می کنند ولی همان فاژی که درجسم میکرب فرورفته است تکثیر پیدا کرده و ناگهان با یك حالت انفجاری پرده دور میکروب پاره شده وشمارهٔ بسیاری ازآنها بیرون‌می ریزند.

باید دانست که کیفیات مذکوره تنها قسمت بسیار محدود از میدان بررسیهائی است که بوسیلهٔ میکرسکپ الکترونی گشوده شده است. بنا بر این میتوان گفت که مادرهمان موقعیت مساعدی که درآغاز پیدایش میکرسکپ‌عادی بدست آمده است میباشیم وهر میکروبی که بدین‌وسیله مورد آزمایش قرار گیرد سبب اکتشافات تازه ای میگردد.

پیدایش میکرسکپ الکترونی سبب شده است که بتوانند همچنان مولکول ها را به بینند واین خود راه جدیدی است که برای ما گشوده میشود. اشکال مخصوص هرمولکول بی شك مهمترین خواص فیزیکی اجسام را نشان خواهد داد و همین موضوع خود دارای اهمیت فوق‌العاده درقسمت‌های مختلفه است.

نکتهٔ شایان‌توجه این است که مولکول های‌مواد پرتئینی مرکب‌از زنجیره‌هائی است که درازی آنها فوق‌العاده بوده و درحال عادی دور هم پیچیده شده است وتغییر شکل همین زنجیره ها یعنی مثلا کشیده شدن آنها نه تنها سبب تغییراتی در خواص فیزیکی بلکه همچیان درخواص شیمیائی‌اجسام‌میشود.

ابریشم‌خام درغده مخصوص کرم‌ابریشم بشکل‌یکنوع پرتئین محلول درآب‌میباشد ونسبت باثرات تریپسین بسیار حساس است. برای تهیه‌رشته کرم ابریشم بوسیله‌فشاری غده مخصوص محتویات خود را از سوراخ خیلی باریك بخارج میفرستد وسپس مولکول کشش پیدا می کنند و همین تغییر برای اینکه پرتئین محتوی در غده کرم ابریشم غیرمحلول درآب گردیده ونسبت به‌تریسپین غیرقابل تأثیر گردد کافی میباشد.

ولی در صنعت نتائج فوق العاده از میکرسکپ الکترونی بدست میاید واین‌خود یك امر شایان توجهی است که نخستین اسبابی که بدین شکل از کارخانه‌خارج میشود

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

نه تنها در بیولوژی بلکه همچنان در آزمایشگاههای شیمیائی و متالورژی تا این اندازه طرف احتیاج واقع شده است .

اکنون معلوم میگردد که چرا بعضی از ورنی ها براق هستند درصورتی که پاره‌ای دیگر مات میباشند و بچه سبب برخی از ترکیبات شیمیائی مانند شیشه شفاف وزلال هستند وحال آنکه برخی دیگر غیر شفافند.

در این موارد وضعیت مولکول‌هااست که درکاردخالت دارند و همین کیفیت را میتوان نسبت بخصائص فیزیکی آلیاژ های مختلف قابل تطبیق دانست.

از این مقدمات چنین نتیجه میشود که در آینده علت اصلی همهٔ این کیفیات بخوبی شناخته خواهد شد وبدلخواه میتوان صورت اشیاء را تغییر داده وبدین ترتیب ازحالت آزمایشی خارج گردیده وترقیات شگرفی بدست آورد.

برای پایان دادن بدین سخن رانی دوباره میخواهم بموضوع بیولوژی باز گشت کرده و بگویم که بوسیله میکرسکپ عادی تشکیلات ساختمانی سلولهائی که اعمال مختلفه را دارا هستند معلوم گردیده و بدان وسیله ثابت گردیده است که عمل انقباض وابسته به رشته های ماهیچه ای ویا عناصر مخصوصی است که صفات و کیفیات کاملا مشخصی دارند .

از این گذشته معلوم شده است که هدایت مربوط به رشته های پی است ولی میکروسکپ عادی غیر قادر است که علت انقباض رشته های عضلانی یاقابلیت هدایت واین که بچه سبب تحریکاتی که بمنتها الیه پی‌ها میرسد فوراً بوسیلهٔ رشته های پی ای مخصوص بمغز هدایت میشود بیان کند.

هریك ازاین کیفیات وابسته بمولکولها هستند و از هم اکنون ممکن است آنها را مورد مطالعه دقیق علمی قرارداد.

بنابراین میکروسکپ الکترونی برای‌پرده برداشتن ازروی اسرار ومکانیسم دقیق عملیات وکیفیات مختلفه بدن بوجود آمده است. مقصود ازاین مطالب این است که بعد از این بی کم وبیش ممکن خواهد بود که تحقیقات وبررسی های‌خودرا درخصوص کیفیاتی که مجموعهٔ آنها چیزی را که زندگی نامیده اند امکان پذیرنموده وسئوالی که‌از همان بدو پیدایش بشر فکور پیوسته مطرح میشده درشرف این‌است که باوسائل مناسبی مورد مطالعه قرار گیرد وبرای نخستین بار فکر انسان توانسته است در این وادی که

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]

پیوسته از تفتیشات او مکتوم بوده است به کمك نیروی معجزه آسای الکترون نفوذکند.

مطالب یاد شده چند فقره از موضوعاتی است که علوم جدید آنها را در مقابل چشم ما منعکس میسازد واگرمن تااین حد درخصوص روش‌هانوین بررسی موجودات بی نهایت خرد اصرار ورزیده ام ازاین جهت است که بخش عمده ازتمدن فردای بشر برروی نتیجه هائی که در این قسمت‌ها بدست آمده و میاید متکی میباشد و این نتائج خود انقلاباتیرا درعلوم نوید میدهد.

هیچگاه در تاریخ موضوعی بدین اهمیت پیدا نشده‌است که یك پیشرفت نوینی تا این حد میان گذشته وحال فاصله ایجاد کند ـ دراین مورد یك نوع توازنی ما بین آنچه که مربوط بعلوم و اجتماع است برقـــرار شده و امیدواریم دنیای جدید که اثرات ان طلوع کرده‌استخوشبخت ترازاین دوره ای که ما درحال طفولیت دردناکی اکنون دران بسرمیبریم باشد .

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-01-23]