سخن ثبوتی به مناسبت سال جهانی نور

چکیده سخنرانی برای همایش ابن هیثم

۱۳۹٤ (۲۰۱۵)

یوسف ثبوتی

دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه – زنجان و

فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

چکیده: سازمان ملل، سال ۲۰۱۵ را سال جهانی نور و تکنولوژی‌های نور پایه اعلام کرده است. مناسبت آن بزرگ‌داشت چندین رخداد مهم در تاریخ دانش و فناوری‌های نوین است. از جمله:

- یک هزارمین سال کتاب‌المناظر ابن‌هیثم، اپتیک‌دان و نور شناس سده چهار هجری
- یک‌صد وپنجاهمین سال صورت‌بندی نهائی الکترومغناطیس واعلام نور به عنوان موج الکترومغناطیسی
- یک‌صد و پانزدهمین سال نظریه فوتونی نور توسط پلانک
- یک‌صد و دهمین سال اعلام سرعت نور به عنوان ثابت جهانی و ظهور نسبیت خاص
- یک‌صد و دهمین سال توجیه فوتوالکتریسیته توسط انیشتن
- یک‌صدمین سال تثبیت نظریه موجی–ذره‌ای نور و امواج الکترومغناطیسی و ظهور نسبیت عام

در سال جهانی نور قرار است از نقش نور و تکنولوژی‌های مربوط به آن در شکل‌گیری و توسعه جوامع، از روزی که انسان تصمیم به یکجانشینی گرفت و برای روشنائی شب‌های تاریکش از نوری‌که از سوزاندن پیه حیوانات به‌دست می‌آورد یاری جست، یاد شود. از دانشگاه‌ها و فرهنگستان‌ها و پژوهشگاه‌ها، از انجمن‌های علمی و فرهنگی، از صنایع مرتبط با نور و کاربران آن‌ها، از بخش‌های خصوصی در سراسر دنیا خواسته شده است، در شناساندن نقش نور در توسعه جوامع انسانی در گذشته و حال شرکت کنند. دبیرخانه سال جهانی نور در«مرکز فیزیک نظری عبدالسلام» در تریست ایتالیا مستقر است و علاقه‌مندان می‌توانند برای اطلاع از اخبار و کم‌وکیف برنامه‌ها به سایت (light2015.org) مراجعه کنند.

سخن ثبوتی به مناسبت سال جهانی نور

سازمان ملل، سال ۲۰۱۵ را سال جهانی نور و تکنولوژی‌های نور پایه اعلام کرده و قرار است از نقش نور و تکنولوژی‌های مربوط به آن در شکل‌گیری و توسعه جوامع انسانی از روزی که انسان تصمیم به یکجانشینی گرفت یاد شود. از دانشگاه‌ها و فرهنگستان‌ها و پژوهش‌گاه‌ها، از انجمن‌های علمی و فرهنگی، از صنایع مرتبط با نور و کاربران آن‌ها، از بخش‌های خصوصی در سراسر دنیا خواسته شده است، در شناساندن نقش نور در توسعه جوامع انسانی در گذشته و حال شرکت کنند. دبیرخانه سال جهانی نور در «مرکز فیزیک نظری عبدالسلام» در تریست ایتالیا مستقر است و علاقه‌مندان می‌توانند برای اطلاع از اخبار و کم‌وکیف برنامه‌ها به سایت <light2015.org> مراجعه کنند.

از جمله برنامه‌های سال جهانی نور، که برای جوامع مسلمان می‌تواند مورد توجه باشد، تجلیل از ابن‌هیثم و معرفی یافته‌ها و نوشته‌های او درباره نور است. حسن بن هیثم متولد بصره در اواخر سده ۱۰ میلادی است. ۵۵ کتاب از ۹۶ نوشته او به ما رسیده است. عناوین بعضی از آن‌ها که به نور مربوط می‌شوند عبارت‌اند از: نور ماه، نور ستارگان، هاله و رنگین‌کمان، آینه کروی سوزان، آینه سهموی سوزان، گوی سوزان، صورت خسوف و کسوف، تشکیل سایه، گفتار درباره نور، و بالاخره شاهکار بزرگ او کتاب «المناظر». ابن‌هیثم در کتاب المناظر قوانین حاکم بر انعکاس نور از سطوح صاف و شکست آن در گذر از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگر را بیان می‌کند و روش مشاهداتی خود را شرح می‌دهد. اتاق تاریک ابن‌هیثم برای بررسی ویژگی‌های باریکه‌های نور معروف است. ابن‌هیثم بصری و ابوریحان بیرونی شاید از معدود دانشمندان دوران طلائی تمدن اسلامی باشند که دست به مشاهده می‌زدند. افسوس روش مشاهده و آزمایش این دو نابغهِ زمان‌های گذشته ما هیچ وقت در جوامع اسلامی به صورت سنت ساری و جاری در نیامد و تداوم نیافت. صحنه کنجکاوی‌های علمی به تفکر و تعقلی که به‌مرور زمان خود را بی‌نیاز از مشاهده نشان داده بود، واگذاشته شد و امکان شکوفایی از دست رفت.

از ابن‌هیثم که به‌گذریم، در اروپای پیش‌تاز سده‌های ۱۶ و ۱۷، اپتیک هندسی (به این معنا که باریکه نور در محیط‌های شفاف به خط مستقیم نشر می‌شوند) کندوکاو می‌شد و خواص آینه‌ها و منشورها و عدسی‌ها بررسی می‌شدند. اولین تکنولوژی‌های نورپایه، مانند ساخت ذره‌بین، عینک، میکروسکوپ و تلسکوپ، نیز در همین سال‌ها و از قِبل شناخت نور هندسی به وجود آمدند.

در مورد ماهیت نور، هویگنس (۱۶۷۸) نظریه موجی بودن آن را که پیش از او نیز مطرح بود بررسی کرد و قوانین بازتاب و شکست را درست به‌دست آورد ولی رفتار باریکه نور را در برخورد با لبه تیز یک مانع، یا در عبور از یک سوراخ کوچک مغایر با نشر مستقیم‌الخط نور می‌دید و قادر به توجیه آن نبود.

نظریه رقیب، نظریه ذره‌ای بود که نور را مجموعه‌ای از ذرات لطیف می‌دانست. این نظریه نیز کم‌بودهائی داشت. شکست نور را درست به دست نمی‌داد. ولی اعتبار علمی نیوتون را پشتوانه داشت و تا یکصد سال بعد دوام آورد. تشکیل فرانژهای تداخلی در عبور نور از دو شکاف یانگ (۱۸۰۱) و تشکیل فریزهای تفرقی فرنل (۱۸۱٦) در عبور نور از سوراخ‌های کوچک، کپه ترازوی نظریه موجی را به نفع نظریه ذره‌ای به صورتی که نیوتن پیشنهاد می‌کرد سنگین‌تر ساخت و رقیب را به‌صورتی که نیوتن تجویز می‌کرد از صحنه بیرون راند. ولی نور چگونه موجی بود، در چه محیطی، و با چه سرعتی منتشر می‌شد؟

سال ۱۸٦۵ نقطه عطفی در شناخت نور و انقلاب بزرگی در دانش فیزیک است. و نور در این انقلاب نقش محوری دارد. در این سال ماکسول قانون‌های الکتریسیته و مغناطیس کولن، آمپر، فاراده، و این‌که تک‌قطبی مغناطیسی وجود ندارد، را کنار هم گذاشت و با افزودن «جریان الکتریکی جابجائی» خود مبحث الکترومغناطیس را به وجود آورد. تا پیش از ماکسول الکتریسیته و مغناطیس راه جدا می‌رفتند. الکترومغناطیس هر دو را زیر یک چتر آورد و نشان داد هر دو دوروی یک سکه‌اند. وحدت‌جوئی در شناخت عالمِ وجود، همیشه آرزوی دانشمند و فیلسوف بوده است و به نظر می‌رسد تا زمین و زمان هست، ادامه داشته باشد. به نظر نویسنده، الکترومغناطیس یکی از اولین و زیباترین نمونه‌های وحدت، وحدت الکتریسیته و مغناطیس، در تاریخ فیزیک و شاید در تمام تاریخ اندیشه است.

الکترومغناطیس بر چهار معادله ریاضیِ حاکم بر میدان‌های الکتریک و مغناطیس، و بار و جریان الکتریک بنا شده است. این چهار معادله امروزه به نام ماکسول شناخته می‌شوند. معادله‌های ماکسول موج الکترومغناطیسی پیش‌بینی می‌کنند و اولین نمونه آزمایشگاهی آن نیز توسط هرتز در سال ۱۸۸٦ تولید و منتشر شد. سرعت امواج الکترومغناطیسی برحسب ضریب دی‌الکتریک و قابلیت نفوذ مغناطیسی محیط به‌دست می‌آید. مقدار آن در زمان هرتز و ماکسول در حول‌وحوش سیصد هزار کیلومتر بر ثانیه در می‌آمد و بسیار نزدیک به سرعت نور بود. شگفت این که سرعت امواج الکترومغناطیسی از مشاهدات آزمایشگاهی و سرعت نور، در آن زمان، از مشاهدات نجومی به دست می‌آمد و این دو هیچ ارتباطی با هم نداشتند. ولی همین انطباق میمونِ سرعت نور و سرعت امواج الکترومغناطیسی ماکسول را بر آن داشت که نور را از جنس امواج الکترومغناطیسی اعلام کند. جامعه علمی از این نظر استقبال کرد و این دومین نمونه موفق وحدت‌جوئی و وحدت‌یابی در تاریخ فیزیک است.

سرعت نور تاریخ پرفراز و نشیب دارد. ارسطو سرعت نور را بی‌نهایت می‌دانست و بودند یونانیانی که آن را بانهایت می‌گفتند. در دوران تمدن اسلامی سده‌های بعد هر دو نظر در بین اندیشمندان اسلامی طرف‌دار پیدا کرد. ابن هیثم و ابوریحان (سده‌های ۱۱) قایل به بانهایت بودن سرعت نور بودند. درسده‌های روشن‌گری اروپا، بیکن، کپلر، دکارت و...

سرعت نور را بی‌نهایت می‌دانستند. اولین شواهد برای بانهایت بودن سرعت نور را منجمین در مشاهدات نجومی یافتند. تا پایان سده ۱۹ مسلم شده بوده که سرعت نور در حد ۳۰۰ هزارکیلومتر در ثانیه است.

پرسیده شد نور، که حالا با امواج الکترومغناطیس یک کاسه شده است در کدام محیط منتشر می‌شود، و ویژگی‌های محیط چیست؟ گفته شد در جوهری به نام اثیر (اتر Aether). اثیر می‌بایست همه عالم را پرکرده باشد، چه نور ستارگان به زمین می‌رسید. اثیر می‌بایست چنان لطیف باشد که نور ستارگان را از ژرفاهای کیهان به ما به‌رساند و چنان صلب باشد که سرعت انتشار ارتعاشات آن (یعنی همان نور) ۳۰۰ هزارکیلومتر بر ثانیه باشد. گذشته از همه این‌ها پرسیده شد اگر زمین هم در اثیر غوطه‌ور است سرعت آن در اثیر چقدر است و چه‌گونه می‌توان آن را اندازه گرفت. فیزو (۱۸۵۰)، و مایکلسون و مورلی (۱۸۸۸) آزمایش‌گر بودند. دست به‌کار شدند. برای آشکارسازی اثیر سرعت نور را به روش‌های مختلف، در محیط‌های مختلف، و با اسباب و ابزار مختلف اندازه گرفتند. سرعت نور در همه حال ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه بود و اثیر خود را پنهان می‌کرد.

در سال۱۹۰۵ نوبت انیشتین جوان بود که در مقابل تفکر رایج زمان خود بایست و سخنی به‌گوید که تا آن زمان به ذهن هیچ اندینشمندی خطور نکرده بود:

اگر قرار است اثیر همیشه پنهان به‌ماند و قابل‌دسترسی نباشد چه نیازی به داشتن‌اش است. اگر سرعت نور در همه حال و برای همه ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه است چرا همین به عنوان قانون حاکم بر طبیعت پذیرفته نشود. اثیر مشاهده‌نشدنی کنار گذاشته شد و نسبیت خاص انیشتن بر پایه دو اصل ریز بنا شد:

۱- سرعت نور ثابت جهانی است و برای همه ناظرین یکسان است، چه ناظر به‌سوی چشمه نور به‌دود و چه چشمه به‌سوی ناظر بیاید.

۲- در طبیعت، ناظر ممتاز وجود ندارد. قانون‌های عالم وجود (در این‌جا قانون‌های فیزیک) را همه باید یکسان به‌بینند.

برای این که به‌بینیم ثابت جهانی بودن سرعت نور و یکسان بودن قانون‌ها تا چه اندازه عجیب و دور ذهن می‌تواند باشد فرض کنیم دو نفر، یکی در قطاری که با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کند و دیگری در بیرون قطار، ایستاده‌اند. در لحظه عبور قطار از مقابل ناظر بیرونی چراغی روشن و بلافاصله خاموش شود. بنا به دو اصل یاد شده، هر دو ناظر پس از یک ثانیه نور چراغ را باید در روی کره‌ای به‌شعاع ۳۰۰ هزار کیلومتر و به مرکزیت خود به‌بینند، در حالی‌که آن دو نفر ۱۰۰ کیلومتر از هم فاصله گرفته‌اند. عجیب است و با ذهن انسان‌های پیش از انیشتن، اعم از عالم و عامی قابل‌تجسم نیست. سیاهه این تجسم‌ناپذیرها طولانی‌است: به‌هنگام حرکت ساعت‌ها کند کار می‌کنند، طول‌ها کوتاه می‌شوند، قانون جمع سرعت‌های گالیله و به تبع قانون حرکت نیوتن معیوب‌اند و نیاز به اصلاح دارند، سرعتی بالاتر از سرعت نور نیست، و بسیار چیزهای دیگر. ولی چه می‌شود کرد. انسان‌های سده ۱۹ و پیش از آن تنها با سرعت‌های بسیار کند سروکار داشتند

و طبیعی‌است قدرت استنباط و استنتاج‌شان هم محدود باشد. انسان سده بیست الکترون و پروتون و ذرات بنیادی‌ای دیده است که با سرعت‌های نزدیک به سرعت نور حرکت می‌کنند و می‌تواند به افق‌های ذهنی وسیع‌تر و دورتر دست بیابد.

همچنین مراجعه شود به:

شناخت فناوری‌هایی که سرنوشت مدنیت را در جهان از نو نوشتند: ماهیت در هم تنیده موج و ذره، لزوم تجلیل از ابن‌هیثم و معرفی یافته‌ها و نوشته‌های او در سال جهانی نور، مصاحبه دکتر ثبوتی با روزنامه شرق، ۲۳ فروردین ۱۳۹٤