دانش‌بنیان
ویژه‌نامه لیزر و فوتونیک
ویژه‌نامه علمی، تخصصی، پژوهشی فناوری لیزر و فوتونیک
سال اول • شماره ۲ • آبان ۱۳۹۶ • ۸۸ صفحه

گفتگو با دکتر عزالدین مهاجرانی

خرابکاری بهتر از بیکاری است

بومی‌سازی دستگاه‌های لیزر فمتوثانیه

همگام با شرکت های بزرگ دنیا

گفتگو با دکتر علیرضا دلیری

نوآوری، موتور محرک اقتصاد کشور

راز تشکیل سایه‌ها

چرا نور به صورت مستقیم منتشر می‌شود؟

بسم الله الرحمن الرحیم

امام صادق علیه السلام:

بهترینِ کسان برای مشورت، خردمندان و عالمان و دارندگان تجربه و دوراندیشان‌اند.

غرر الحکم و درر الکلم، حدیث ۴۹۹۰

سخن سردبیر

پیشبرد یک فناوری در گرو مشارکت همه جانبه و دلسوزانه تمامی فعالان و ذینفعان در تمامی لایه‌ها اعم از تحقیقات، تجاری‌سازی و تولید محصول است. امروز با تلاش و مجاهدت متخصصان کشور در حوزه لیزر و فوتونیک شاهد گام‌های بلندی چون جداسازی دوقلوهای همسان با لیزر هستیم که نشان از پویایی و آینده روشن این فناوریست و امید است این مجاهدت‌ها سرآغازی برای تعالی و توسعه کشور و تجلی شعار اقتصاد مقاومتی، تولید و اشتغال و نیز شکل‌گیری زیست بوم فناوری و نوآوری و در نهایت اقتصاد دانش‌بنیان باشد.

پرویز کرمی

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
ستاد توسعه فناوری های لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکروئی

ستاد توسعه فرهنگ علم، فناوری و اقتصاد دانش بنیان
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

دانش‌بنیان

لیزر و فوتونیک

ویژه‌نامه دانش‌بنیان
فناوری لیزر و فوتونیک
شماره دوم • آبان ۱۳۹۶

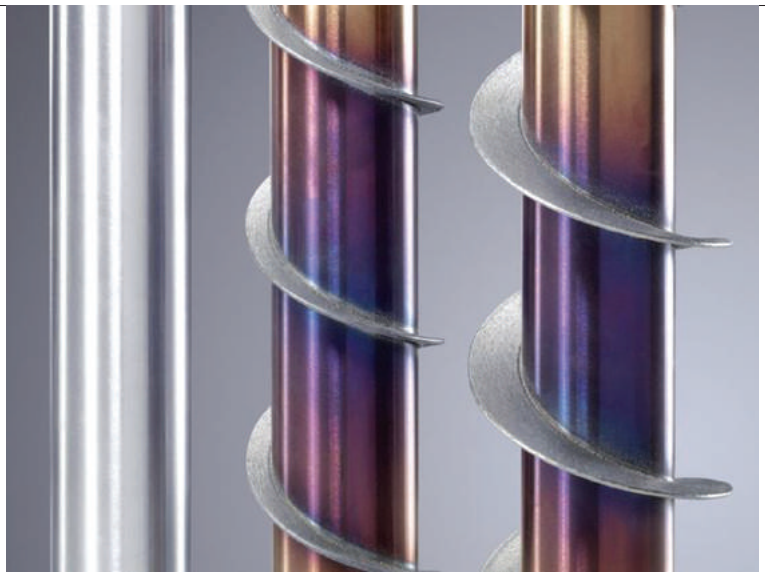
صاحب امتیاز: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
مدیر مسئول: سورنا ستاری
سردبیر: پرویز کرمی
جانشین سردبیر: مهدی انصاری فر
دبیر تحریریه: مرضیه کبیری
دبیر علمی: آرین گودرزی
ناظر تحریریه: ایرج مشایخی
تحریریه: مرضیه سادات حافظی، نجمه‌سادات حسینی مطلق، میترا رفاهی‌زاده، فاطمه کبیری، زهرا متولیان، مهنوش غلامزاده، محمدرضا شریفی مهر، نفیسه لسانی
مدیر هنری: محمدرضا وکیلیان
طراح گرافیک: فاطمه کبیری
ویراستار: محمدجعفر نظری
روابط عمومی: شیرین جلیلیان
پشتیبانی: کیومرث مهدی نیا گتابی
با تشکر از: علیرضا دلیری، عزالدین مهاجرانی، حامد افشاری، داوود دانایی، علی عابدینی، محمد امین پور، تارا گیلانی
تارنما: www.isti.ir, www.farhang.isti.ir, www.slpm.isti.ir
رایانامه سردبیری: m.ansaryfar@isti.ir
کانال اجتماعی فناوری لیزر: @slpm_isti
کانال اجتماعی ماهنامه دانش‌بنیان: @daneshbonyann
تلفن سردبیری: ۰۲۱ ۸۳۵۳۲۱۰۲
دورنگار سردبیری: ۰۲۱ ۸۸۶۱۲۴۰۳
نشانی: تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیخ بهایی شمالی، کوچه لادن، پلاک ۲۰ معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

از تمامی خوانندگان محترم، فناوران و اعضای محترم پارک‌های علم و فناوری، شرکت‌های دانش‌بنیان، مراکز فناوری و شتاب‌دهنده‌ها دعوت به همکاری می‌گردد. لطفا نظرات، انتقادات و پیشنهادات خود را به آدرس ایمیل نشریه ارسال فرمائید.
ایمیل: mag.slpm@isti.ir

آلبوم ۴
سخن اول ۶

گفتگو INTERVIEW
خرابکاری بهتر از بیکاری است ۸
نوآوری، موتور محرک اقتصاد کشور ۱۴

گزارش REPORT
لیزرهای صنعتی ایران ۱۸



از علم تا ثروت — LASERTECH

پیشکسوت لیزرهای پزشکی در دنیا ۲۴
نوآوری در شناسایی ذرات ۲۸
همگام با شرکت‌های بزرگ دنیا ۳۰

چشم‌انداز — VISION

زیرساخت نوری بی‌نهایت از پیله بیرون می‌آید! ۳۴
تمیزکاری با لیزر ۴۰
برای رسیدن به طلای سیاه ۴۲
لیزرهای تک‌سلولی بیولوژیکی ۴۶

لیزنیوز — LASERNEWS

لنز دوبعدی در گوشی‌های همراه آینده ۵۴
لیزر در اعماق دریا ۵۶
رصد پیشرفت لیزرهای جامد ۵۸

پیشتازان — PIONEERS

ابن هیثم ۶۰

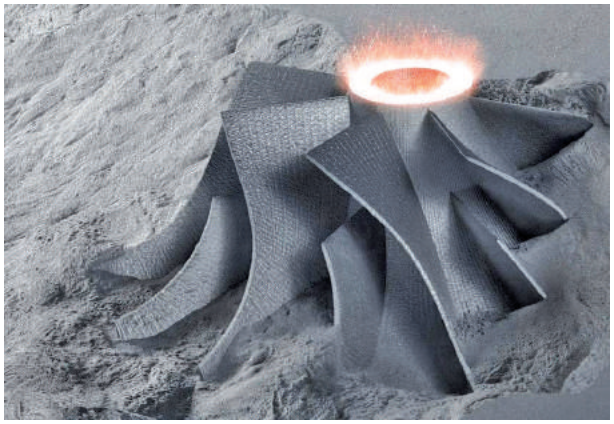
راهنما — GUIDE

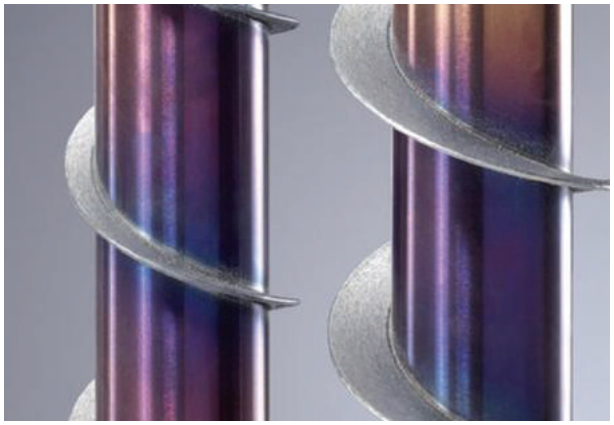
ردیابی پرتو برای تکنولوژی ۶۸
رویکردهای جاری در اپتیک و فوتونیک ۷۱
معافیت‌های مالیاتی دانش ۷۲

مدرسه فناوری — ACADEMY

انتشار مستقیم‌الخط نور ۷۴
از روزنه تا پیکسل ۸۰
جعبه‌ای جادویی به نام اتاق تاریک ۸۵

امروزه لیزر یکی از مهمترین عوامل ایجاد تحول در ساخت و تولید به حساب می‌آید و درآمدهای هنگفتی را نصیب شرکت‌های پیشرو در این حوزه می‌نماید. در این میان، ساخت افزایشی از روش‌های نوین ساخت و تولید است که در آن قطعات از هیچ چیز جز پودر و نور لیزر به وجود نمی‌آیند!





ایرج مشایخی
رییس مرکز نوآوری لیزر ایران، مسئول کارگروه آموزش و ترویج ستاد توسعه فناوری لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی

امروزه فناوری به عنوان عامل اصلی رشد اقتصادی و برتری راهبردی کشورها نسبت به یکدیگر شناخته می‌شود. بنابراین بسیاری از کشورها، توسعه پایدار خود را بر مبنای اقتصاد دانش‌بنیان دنبال می‌کنند. با توجه به تحولات و رشد سریع فناوری، دولت‌ها برای دستیابی سریع‌تر به این مزیت رقابتی ارزشمند با انواع روش‌های انتقال فناوری همراه با تحقیق و توسعه داخلی تلاش می‌کنند تا سریع‌تر از دیگران، به محصولات رقابتی متنوع مبتنی بر فناوری‌های نو دست پیدا کنند. این توانمندی نیاز به انتخاب روش مناسب جهت دستیابی به فناوری مبتنی بر زیرساخت‌های موجود و مربوط به آن دارد. عدم‌توجه به این موضوع همان‌طور که در بسیاری از صنایع شاهد آن هستیم، نه‌تنها باعث رشد و توسعه این صنایع نشده، بلکه موجب هدر رفتن سرمایه آنها می‌شود. آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص همراه با ترویج و فرهنگ‌سازی برای آشنایی کامل جامعه با کاربرد فناوری از زیرساخت‌های اصلی توسعه فناوری است. ستاد با ایجاد کارگروه ترویج و آموزش لیزر و فوتونیک و مخاطب قرار دادن جامعه عمومی، دانش‌آموزی، دانشگاهی، کاربردی و مسئولان تصمیم‌ساز مرتبط با فناوری کلیدی تلاش می‌کند تا زیرساخت‌های لازم در این حوزه‌ها را برای جذب سریع‌تر و موثرتر این فناوری فراهم سازد و با ایجاد زیرگروه‌های مختلف و هم‌افزایی بین همه فعالان این حوزه، جامعه را آماده پذیرش این فناوری کلیدی کند.

خرابکاری بهتر از بیکاری ۸

گفتگو
INTERVIEW

۸ نوآوری، موتور محرک اقتصاد کشور

۱۲ خرابکاری بهتر از بیکاری است

گفتگو با دکتر عزالدین مهاجرانی

خرابکاری بهتر از بیکاری است

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

دکتر عزالدین مهاجرانی از سال ۱۳۵۵ در رشته فیزیک مشغول به تحصیل شد. علاقه وافر او به این رشته، زمینه‌ساز انجام فعالیت‌های متنوعی، از همان دوران دانشجویی شد. از سال ۱۳۸۱ عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی شد. هم اکنون ضمن تدریس و انجام کارهای پژوهشی، ریاست پژوهشکده لیزر و پلاسمای دانشگاه شهید بهشتی را بر عهده دارد.

درباره دکتر عزالدین مهاجرانی

دکتر مهاجرانی ریاست پژوهشکده لیزر و پلاسمای دانشگاه شهید بهشتی را بر عهده دارند. ایشان در کنار این سمت، عضو شورای راهبردی ستاد لیزر و فوتونیک، عضو شورای مرکز لیزر در پزشکی، عضو کمیته واژه گزینی فیزیک فرهنگستان زبان و ادب فارسی و هم‌چنین، عضو هیئت تحریریه چند مجله، در چند دوره عضو هیئت مدیره انجمن اپتیک و فوتونیک ایران و دبیر یا عضو کمیته علمی همایش‌های مختلف هستند

آقای دکتر چه چیزی باعث علاقه‌مندی شما به فیزیک شد؟

دبیرستان محل تحصیل من یکی از مدارس شاخص اراک بود. یعنی قبل از انقلاب که رقابت کنکور سخت و سنگین بود، دبیرستان صمصامی قبولی صددرصدی داشت. دوره‌ی فعال و پرشوری داشتیم، به شدت از خواندن درس فیزیک هیجان زده بودم، به صورتی که برای انتخاب رشته دانشگاه، فقط رشته فیزیک را به‌عنوان رشته مورد علاقه خود انتخاب کرده بودم، از بین رشته محل‌ها، فیزیک دانشگاه شیراز پذیرفته‌شدم. دوران تحصیلات بنده مصادف با انقلاب اسلامی ایران و انقلاب فرهنگی شد. در ابتدای تعطیلی دانشگاه‌ها به سبب وقوع انقلاب فرهنگی، من به اراک برگشتم. اما ترجیح دادم دوباره به شیراز برگردم. در آن زمان آقای دکتر ثبوتی رییس بخش فیزیک دانشگاه شیراز بودند. اصولا ایشان برخورد خاصی با دانشجویان داشتند، همیشه سعی می کردند، نقاط قوت دانشجویان را ببینند. به همین دلیل اتاقی را در همان دانشکده برای فعالیت در اختیار من و یکی از دوستان گذاشتند. صحبت ایشان را در یکی از بازدیدها فراموش نمی کنم که گفتند مشغول باشید، خرابکاری بهتر از بیکاری است. فعالیتی را به پیشنهاد یکی از دوستان کارشناسی ارشد به نام آقای عطارد شروع کردیم.

همکاری شما با ایشان به چه شکل بود؟

همان‌طور که گفتم، آقای عطارد دانشجوی کارشناسی ارشد بودند که کلاس‌های ایشان هم بعد از انقلاب فرهنگی تعطیل شده بود. اما ایشان همچنان علاقه‌مند به کار تجربی و علمی بودند. به

دنبال موضوعی برای فعالیت بودیم که پس از مدتی ایشان گفتند: «نیوتن در زمان خودش و با امکانات آن زمان توانست عدسی درست کند، پس ما هم می‌توانیم!» بنابراین با همین فکر، شروع به ساختن شیشه برای عدسی کردیم.

قطعا عدم وجود امکانات، شرایط سختی برای کار ایجاد می‌کرد، در این شرایط چگونه توانستید وسایل و اطلاعات مورد نیاز تان را به‌دست آورید؟

قبل از تعطیلی دانشگاه، حدود ۳۰۰ تومان کمک هزینه تحصیلی به دانشجویان تعلق می‌گرفت. با شروع این کار پرداخت این مبلغ دوباره از سر گرفته شد، با این ۳۰۰ تومان ضمن گذران زندگی، مواد و حتی تجهیزات مورد نیازمان را تهیه می‌کردیم. وسایل مورد نیاز روش‌های مختلف تامین می‌شد؛ مثلا دانشکده شیمی کوره‌ی بلااستفاده‌ای داشت که ما آن را تعمیر کرده و در اتاق کارمان قرار دادیم، یا یک میکروسکوپ به ما هدیه شد. از طرفی به یک سری دستگاه تراش و سایش عدسی احتیاج داشتیم، یادم می‌آید به انبار اسقاطی‌های بیمارستان خلیلی رفتیم و از آنجا این وسایل را به آزمایشگاه منتقل کردیم. همان وقت سوله‌ای در دانشگاه خالی شد و ما به آنجا نقل مکان کردیم. برای شروع کار، شیشه ذوب می‌کردیم. چون به اندازه کافی دانش و اطلاعات نداشتیم، کارهای اولیه تفننی بود. در ادامه، زمانی که کار جدی‌تر و هیجان‌انگیزتر شد، برای گرفتن اطلاعات بیشتر به دانشکده‌های مختلف مثل بخش مواد دانشکده مهندسی و بخش زمین‌شناسی و بخش شیمی رفتیم. همچنین در

از بین رشته محل‌ها، فیزیک دانشگاه شیراز پذیرفته‌شدم. دوران تحصیلات بنده مصادف با انقلاب اسلامی ایران و انقلاب فرهنگی شد. در ابتدای تعطیلی دانشگاه‌ها به سبب وقوع انقلاب فرهنگی، من به اراک بر گشتم. اما ترجیح دادم دوباره به شیراز بر گردم.

دکتر مهاجرانی کجا تحصیل کرد؟

دانشگاه شیراز یکی از قدیمی ترین دانشگاه‌های ایران است که در سال ۱۳۲۵ تأسیس گردید. بر اساس رتبه‌بندی بهترین دانشگاه‌های آسیا در سال ۲۰۱۷، که توسط سیستم رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی تایمز Times Higher Education اعلام شد، دانشگاه شیراز به عنوان برترین دانشگاه جامع ایران معرفی شد. محوطه دانشگاه شیراز که توسط مینورو یاماساکی طراحی شده، از نظر وسعت در کشور ایران در رتبه دوم قرار دارد.

آن زمان اغلب کارخانه‌ها و کارگاه‌های شیشه‌سازی موجود را جست‌وجو کردیم. به تدریج، اطلاعات جالبی به‌دست‌آوردیم.

از شیشه‌هایی که می‌ساختید چه استفاده‌هایی می‌شد؟ آیا متقاضی خاصی داشتند؟ پس از باز شدن دانشگاه‌ها، کارگاه شیشه‌گری شما چه سرنوشتی پیداکرد؟

شیشه‌های ضریب شکست بالا میزان سرب بالایی دارند. با افزایش این میزان سرب موفق به ساخت شیشه سرب دار شدیم، بعد از این سازمان انرژی اتمی به این محصول، علاقه‌مند شد و برای هات‌سل‌های خود آن را سفارش داد. اطلاعات به‌دست آمده از این کار، به اطلاعاتی پایه‌ای تبدیل شد و بعد از آن در بسیاری از کارهای مرتبط از آن استفاده شد.
سال ۶۱، که دانشگاه‌ها مجددا بازگشایی شد این کارگاه همچنان فعال بود و دانشجویان برای اجرای پروژه‌های عملی‌شان به آن آزمایشگاه رفت‌وآمد می‌کردند.

از خاطرات‌تان با دکتر ثبوتی بگویید.

بسیاری از درسهای مهم و اصلی دانشگاهی‌ام را با ایشان گذراندم. نحوه تدریس ایشان و نوع برخوردشان با دانشجو، بسیار زیبا و تاثیرگذار بود. خاطرات زیادی از ایشان دارم. مثلا یک‌بار که به رصدخانه بخش فیزیک رفته بودم، با تلسکوپ جرمی عجیب در آسمان دیدم و از آن عکس گرفتم و به استاد نشان دادم. ایشان ساعت‌ها برای شناخت آن وقت گذاشتند. حتی اعلام آمادگی کردند که همراه من به رصدخانه بیایند، ولی متاسفانه آن شب آسمان ابری بود و این امر میسر نشد. این کار دکتر ثبوتی، نشان‌دهنده پیگیری‌شان در کارها و بهادادن به حرف دانشجو بود. بعدها نیز متوجه شدیم آن جرم خوشه پروین بوده که دور آن را غبار گرفته بود.

شیشه‌ی سربی یا کریستال یک نوع شیشه است که در آن سرب جایگزین کلسیم میشود. شیشه‌ی سربی حاوی ۱۸ تا ۴۰ درصد وزنی از اکسید سرب II است (PbO)، در حالی که کریستال سربی مدرن، حداقل ۲۴% اکسید سرب دارد. این شیشه‌ها دارای ظاهری درخشنده و شبیه به کریستال‌های کوارتز است و به نظر می‌رسد علت نامگذاری آن نیز همین شباهت باشد. این شیشه‌ها همچنین سختی کمی دارند و امکان تراشکاری آنها وجود دارد. سرب در شیشه‌هایی که اشعه گاما و ایکس را جذب میکنند و برای سپر محافظ در مقابل تشعشع به کار می‌روند، نیز حضور دارد.

آقای دکتر بعد از اخذ مدرک کارشناسی به چه کاری مشغول شدید؟

پیگیر برنامه اعزام دانشجو به خارج از کشور برای ادامه تحصیل بودم، تا بتوانم در دوره‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه‌های خارجی شرکت کنم. به‌خاطر مشکلات اقتصادی و فشار مالی، خیلی از گزینه‌ها را انتخاب نکردم. در نهایت با پذیرش دانشگاه ردینگ انگلستان، برای خروج از ایران و ادامه تحصیل اقدام کردم. با توجه به کارهایی که در زمینه اپتیک، تا آن روز انجام داده‌بودم، با آن دانشگاه ارتباط برقرار کردم و به دانشگاه ردینگ رفتم و دوره‌ی یک ساله بسیار سنگین و فشرده اپتیک مدرن و کاربردی را پشت سر گذاشتم. در این مدت فضای بسیار مناسبی برای پیشبرد اهدافم شکل گرفت. بعد از گرفتن مدرک کارشناسی ارشد برای پذیرش در مقطع دکترا اقدام کردم، از دانشگاه‌های مختلف آمریکا و کانادا پذیرش گرفته‌بودم، ولی در دانشگاه ردینگ، استادی فعال و پرکار حضور داشت که من مجذوب این خصلت او شدم و در نتیجه بخاطر همکاری با ایشان در همان دانشگاه به درس خواندن، ادامه دادم. این استاد در زمینه اپتیک غیرخطی در پلیمرها فعالیت می کرد و من اولین دانشجوی ایشان در یک گرانت صنعتی بزرگ بودم. قرار بود ایشان یک آزمایشگاه اپتیک غیرخطی، برای اجرای پروژه های شرکت‌های بزرگ ICI و بریتیش تلکام راه‌اندازی کند و من درگیر تمام جزئیات راه‌اندازی آزمایشگاهی بودم که در این زمینه فعالیت می کرد. بعد از اتمام تحصیلات مدتی در همان دانشگاه فعالیت داشتم. سپس به ایران بازگشتم. در این مدت کارهای مختلفی انجام دادم تا در نهایت سال ۸۱ با شروع پذیرش دانشجوی کارشناسی ارشد فوتونیک، به پژوهشکده لیزر دانشگاه شهیدبهشتی پیوستم.

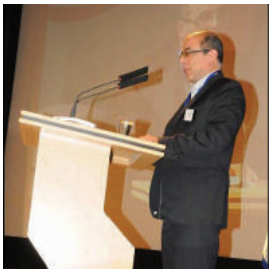
شما پروژه‌های متنوعی را در زمینه لیزر و اپتیک انجام دادید و تا جایی که می‌دانیم، در حال حاضر ایده‌های نوینی برای تولید دستگاه‌ها و ابزارهای اپتیک و فوتونیک در سطح کشور و حتی بین المللی دارید. لطفا توضیحاتی در رابطه با آنها بفرمایید.

شـــروع فعالیت‌های تخصصی من بیشتر در زمینه اپتیک غیرخطی در پلیمرها و مواد آلی بود. مثلا یکی از پروژه‌های مرتبط با این زمینه، کار روی سوییچ‌ها و مدولاتورهایی بود کـــه علاقه‌مندانی در مخابرات نوری داشـــت. در حال حاضر روی مواد هوشمند و تمام پدیده‌هایی که از ویژگی‌های این دسته از مواد استفاده می‌کنند، با دید وسیع‌تری، در آزمایشگاه بررســـی و انجام می‌شود. آزمایشـــگاهی در زمینه آزمون ادوات مخابراتی بر اســـاس همین تجربیات فعال شد. در ادامه ارتباط با صنعت مخابرات، فعالیت تحقیقاتی در زمینه حس‌گرها مد نظر قرار گرفت که در هوشمند سازی و به‌کارگیری در اینترنت اشیاء مورد علاقه است. شـــاید در دو دهه قبل استفاده از مواد آلی و پلیمرها در فوتونیک، در دنیا هم جدید بود و سابقه‌ای در کشور نداشت. امروزه به طور گسترده گروه‌های مختلـــف روی این موضوع کار می‌کنند. از سال حدود ۱۳۸۰ بر اساس پایه‌های موجود در زمینه شناخت مواد آلی و پلیمرها، فعالیتی تحقیقاتی روی OLED و اپتوالکترونیک این مواد را شروع کردم. این زمینه در آن زمان نه تنها در سطح کشور، بلکه در سطح دنیا هم جدید بود.

واقعیت این است که ایده‌های جدید زیادی مطرح است. البته به عنوان فعالیت در سطح دانشگاه، اگر ســـاخت محصولی که نتیجه ایده دیگران است را دنبال کنم، قطعاً برای تمرین است و امیدوارم بتوان در اینجا فکر کردن و ارایه دادن ایده‌های جدید را، بر اساس دانش کسب شده، تجربه کرد. اصرار براین

برخورد علمی، شیوه آینده‌نگری علمی و تعریف مسئله و همچنین شیوه برخورد علمی با موانع و چالش‌ها را بیاموزد، امید است بتوان در این راستا تجربیات هر چند ناچیز ما به دانشجویان منتقل شود.

من همچنین در برخی شـــوراهای دیگر نیز فعالیت دارم که امیـــدوارم از آن طریق هم کمکی بـــه جامعه علمی کشور شـــود از جمله عضویت شـــورای راهبردی ستاد لیزر و فوتونیک، عضویت شـــورای مرکز لیزر در پزشکی، عضویت کمیته واژه‌گزینی فیزیک فرهنگستان زبان و ادب فارسی همچنین، عضویت در هیئت تحریریه چند مجله و در دوره‌هایی عضویت در هیئـــت مدیره انجمن اپتیک و فوتونیک ایـــران و دبیری یا عضویـــت در کمیته علمی همایش‌های مختلف.



تعریف OLED

به‌معنـــای دیـــود نـــوری از جنـــس مواد آلی اســـت. امروزه این فناوری در حال جایگزین شـــدن با فناوری LCD در تجهیزاتی ماننـــد PDAها و تلفن‌های همراه اســـت چون این نوع صفحه نمایش شـــفاف‌تر، نازک‌تر و سریع‌تر است، نور بیشتری نسبت به نمایشـــگرهای LCD تولید می‌کند و در عین حـــال مصرف بـــرق آن هم پایین‌تر است؛ به علاوه، تولید انبوه آن ارزان‌تر تمام می‌شود.

است که در این مرحله از فعالیت آزمایشگاهی بتوان، ایده‌هایی را بر مبنای دانش کســـب شـــده واقعیت بخشـــید. از جمله این ایده‌ها استفاده از OLED در اسپکتروسکوپی و دیگر کاربردهای نوین، استفاده از اسپکتروسکوپی در تشخیص بیماری برای کمک به پزشک به‌خصوص در پزشکی لیزری، تلاش برای طرح حس‌گرهـــای بدیع و طرح‌های نوین و آینده‌نگر در سلول‌های خورشیدی است.

به‌جز تدریس و ریاست پژوهشکده، فعالیت‌های دیگری هم دارید؟

البته در کنار تدریس شـــاید بخش اصلی فعالیت بنده و دیگر همکاران کمک به دانشجویان مقطع کارشناسی ارشـــد و دکتری برای کسب بهترین تجربه در طول تحصیل در پژوهشـــکده است. در مقاطع تحصیلات تکمیلی، دانشـــجو باید علاوه بر آشـــنایی دقیق و عمیق با علوم مربوطه، شیوه

نوآوری موتور محرک اقتصاد کشور

گفتگو با دکتر علیرضا دلیری

مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com

امروزه پیشبرد کشور در مسیر اقتصاد دانش‌بنیان از رهگذار گسترش علم، فناوری و نوآوری و دستیابی به اقتصادی پویا و بدون وابستگی به نفت و سایر عوامل چالش برانگیز از مهمترین زمینه‌های توسعه‌ی کشور به‌حساب می‌آید. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری اصلی‌ترین ارگانی است که وظیفه آماده‌سازی بستر مورد نیاز برای دستیابی به این اهداف را بر عهده گرفته است، از این رو گفتگویی داشتیم با دکتر علیرضا دلیری معاون توسعه مدیریت و جذب سرمایه معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

در دنیای امروز، مطالعه سیر تکاملی اقتصاد مبتنی بر فناوری، اهمیت کسب و کارهای نوپا و شرکت های دانش‌بنیان را بیش از پیش نمایان می سازد.

ضمن معرفی معاونت توسعه مدیریت و جذب سرمایه معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، بفرمایید چه برنامه‌های توسعه‌ای در این معاونت برای ارتقای نوآوری و فناوری در کشور تدوین شده است و این برنامه‌ها و وظایف تعریف شده چه اهدافی را دنبال می‌کنند؟

در اواسط سال گذشته و بنا به اهمیت موضوع تامین مالی شرکت‌های دانش‌بنیان از طریق جذب سرمایه‌گذاری، سیاست‌گذاری در حوزهٔ جذب سرمایه به دیگر مأموریتهای معاونت توسعه مدیریت و منابع اضافه شده و نام این معاونت به معاونت توسعه مدیریت و جذب سرمایه تغییر یافت. در سالهای قبل، تامین مالی در حوزه دانش‌بنیان تنها از طریق اعطای تسهیلات و وجوه حمایتی دولتی صورت می‌پذیرفت اما با توجه به اهتمام دولت یازدهم بر کاهش وابستگی اقتصاد کشور به بودجه دولتی، ضرورت اجرایی نمودن این مهم در کل بدنه اقتصاد مورد توجه قرار گرفت. در همین راستا، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری با مشورت با خبرگان حوزه تامین مالی اقدام به سیاست‌گذاری جهت توسعه روش‌های

تامین مالی نمود. از جملـــه اقداماتی که معاونت توســـعه مدیریت و جذب ســـرمایه در این مدت در راســـتای جهت‌دهی تأمین مالی شرکت‌های دانش‌بنیان انجام داده اســـت می‌تـــوان به ایجاد صندوق‌های ســـرمایه‌گذاری جســـورانه دارای مجوز از ســـازمان بورس و اوراق بهادار اشاره کرد. در این راستا تا کنون ســـه صندوق موفق به طی مراحل قانونی و پذیره‌نویســـی شـــده و شروع به سرمایه‌گذاری در طرح‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان کرده‌اند، ۷ صندوق نیز موفق به دریافت موافقت اصولی خود از سازمان بورس و اوراق بهادار کشور شده‌اند. همچنین برگزاری جلسات با سازمان اوقاف جهت ترویج فرهنگ وقف فناوری و معرفی طرح جهت سرمایه‌گذاری به این سازمان، ترغیب بانکها به ســـرمایه گذاری در این حوزه از طریق معرفی طرح‌های فناورانه که در مرحله رشدشان هستند و نیازمند سرمایه گذاری می باشند، و توسعه صدور انواع ضمانت‌نامه برای شـــرکت‌های دانش بنیان توسط صندوق‌های پژوهش و فناوری که موجب توسعه فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان و همچنین توســـعه فعالیت صندوق‌های پژوهش و فناوری گردیده است از دیگر اقدامات این معاونت در حوزهٔ تأمین مالی می‌باشد.

در حـــال حاضر فعـــالان صنایع مختلـــف امکان خریـــد ایده‌های جدیـــد حوزه‌هـــای مختلف در بازار دارایی‌هـــای فکری را دارند و در این راســـتا، برگزاری فستیوال‌های متعدد و معرفی اختراعات و امکان مذاکره بین خریدار و فروشـــنده، فضای ســـرمایه‌گذاری بر روی اختراعـــات را نیز ممکن نموده است.

در ادامهٔ این مسیر، معاونت توسعه مدیریت و جذب سرمایه در نظر دارد تا تمام مراحل اجرایی تامین مالی یک ایده تا محصـــول را به‌طور کامل تدوین نماید و در این مســـیر آمادگی همـــکاری با کلیه دستگاههای دولتی و خصوصی را دارد. در همین راستا سند نظام مالی توسعه اقتصاد دانش بنیان با همکاری بانک مرکـــزی، وزارت امور اقتصادی و دارایی و سازمان برنامه و بودجه تدوین گردیده که

درباره علیرضا دلیری

علیرضا دلیری، دکترای مدیریت مالی خود را از دانشگاه علامه طباطبائی اخذ نموده است. ایشان دارای فوق لیسانس مدیریت مالی از دانشگاه تهران و فوق لیسانس مدیریت بازرگانی است.

وی در کارنامه اجرایـــی و مدیریتی خـــود مســـئولیت‌های متعـــددی از جملـــه مدیـــرکل برنامـــه، بودجه و تحـــول اداری معاونـــت علمـــی و فناوری ریاســـت‌جمهوری، مدیرکل اداری مالی معاونـــت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری، معاون اداری، مالی و توسعه مدیریت پژوهشگاه میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری کشور را دارا بوده است.

وی چهار دوره موفق به کسب عنوان مدیر نمونه سال شـــده است و دارای ســـوابق مدیریتی و اجرایی دیگری نظیر مدیرکل تبادل فناوری و توسعه کسب و کار معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری، مشاور مالی شورای سیاستگذاری ائمه جمعه سراسر کشور و رئیس گروه حسابرسی پروژه های عمرانی دفاتر ائمه جمعه سراسر کشور بوده است.

دلیری همچنیـــن دارای چندین مقاله حسابداری و حسابرسی ارایه شده در نشریات معتبر علمی و پژوهشی داخلی و نیز دارای سوابق تدریس در دانشگاه علامه طباطبایی و دیگر دانشگاه‌های تهران است.

در آن کلیه مراحل تامین مالی حوزه دانش‌بنیان که نیازمند ایجاد یا اصلاحاتی بوده مورد توجه قرار گرفته است.

شرکت‌های دانش‌بنیان و کسب‌وکارهای نوپا چه میزان در رسیدن به توسعه نوآوری و فناوری نقش ایفا می‌کنند؟

در دنیای امروز، مطالعه سیر تکاملی اقتصاد مبتنی بر فناوری، اهمیت کسب‌وکارهای نوپا و شرکت‌های دانش‌بنیان را بیش از پیش نمایان می‌سازد. بازده بسیار بالای این نوع کسب و کارها، موتور محرک اقتصاد مبتنی بر نوآوری می‌باشد، لذا هدایت منابع مالی کشور به سمت این نوع شرکت‌ها علاوه بر جلوگیری از هدر رفت سرمایه کشور، باعث کاهش هزینه‌ها و در نتیجه افزایش بازده سرمایه می‌گردد.

معمولا چه مطالبات و نیازهایی در ارتقای حوزه فناوری و نوآوری کشور وجود دارد؟

از دید کارآفرینان، منابع مالی مهمترین دغدغهٔ موجود در این مسیر می‌باشد ولی تجربه نشان می‌دهد که منابع مالی همیشه نمی‌تواند راه‌گشا باشد. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری به‌عنوان نهاد متولی اقتصاد دانش‌بنیان وظیفه اصلی خود می‌داند که فضای فعالیت شرکت‌های دانش‌بنیان را به نحوی مدیریت نماید که بیشترین انرژی و تمرکز شرکت‌ها معطوف به فعالیت اصلی شرکت شود و ضمن حذف موانع حقوقی، مالیاتی، بیمه ای و ... از مسیر شرکت‌ها، شفافیت مالی شرکت نیز حفظ گردد. با این روش شرکت در مراحل مختلف فعالیت خود می‌تواند به اقتضای شرایط، بهترین روش تامین مالی با بیشترین منفعت و کمترین هزینه را اتخاذ نماید.

چه رویکردهایی برای توسعه فناوری لیزر و فتونیک و ساختارهای میکرونی در معاونت وجود دارد؟ برنامه‌های حمایتی حوزه این فناوری که به تازگی ستاد آن شکل گرفته است به چه شکل است؟

هدف از تشکیل ستاد توسعه فناوری لیزر و فتونیک همانند سایر ستادهای توسعه فناوری‌های راهبردی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، کمک به شکل‌دهی زیست‌بوم نوآوری در حوزه لیزر و فتونیک، همگرایی سیاست‌ها و فعالیت‌های مرتبط با توسعه و کاربرد این فناوری‌ها در کشور، کمک به تجاری‌سازی دستاوردهای فناورانه در این حوزه و حمایت و پشتیبانی از شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در این حوزه می‌باشد. برنامه‌های تجاری‌سازی فناوری‌ها و برنامه توسعه بازار لیزر و فوتونیک از مهمترین مأموریت‌های این ستاد می‌باشد که با طی تمام مراحل تامین مالی طرح‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان فناورانه و رفع نواقص هرکدام، بهترین برنامه حمایتی برای کلیه حوزه‌های دانش بنیان ایجاد خواهد شد.

در پایان لطفا اگر نکته ای مدنظر دارید برای خوانندگان ماهنامه ما مطرح کنید.

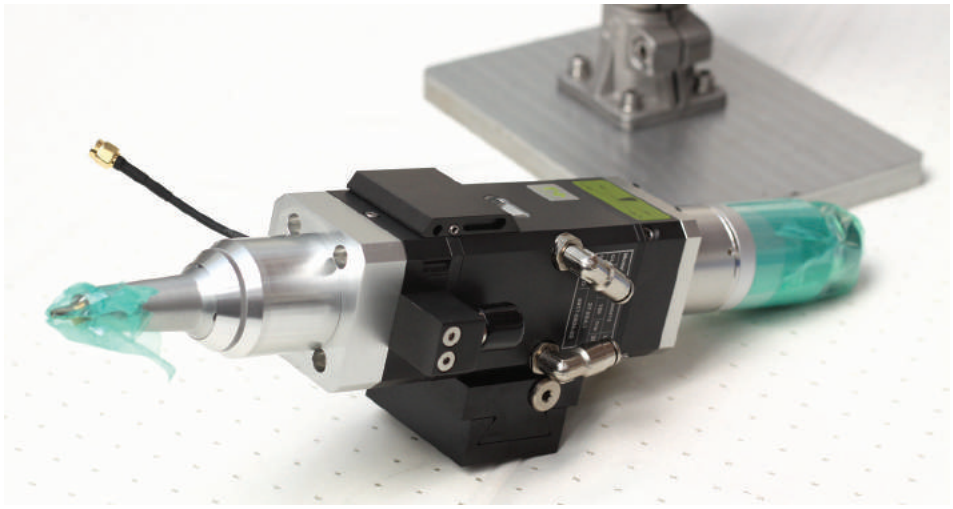
توجه نخبگان و صاحبان ایده که علاقمند به راه اندازی کسب و کار خود هستند را به این نکته جلب می کنم که ایده‌هایشان زمانی می تواند ارزش افزوده بالا ایجاد نماید که منابع مالی هوشمند جذب نمایند. در اینجاست که نقش و ارزش فرشتگان سرمایه‌گذار و سرمایه‌گذاران خطرپذیر روشن می‌شود. فرشتگان سرمایه‌گذار و سرمایه‌گذاران خطرپذیر کارآفرینانی هستند که علاوه بر سرمایه، مشورت و راهنمایی‌های مدیریتی نیز در اختیار استارتاپ‌ها قرار می‌دهند. آنها پول هوشمند را به شرکت وارد می‌کنند و علاوه بر مشارکت در هدایت شرکت، تجارب تجاری و ارتباطات بازار خود را در اختیار شرکت قرار می‌دهند. در حال حاضر، اشخاص حقیقی و حقوقی علاقمند به سرمایه‌گذاری در این طرح‌ها آمادگی دارند تا در این مسیر گام بردارند، لذا نخبگان و صاحبان ایده از این فرصت‌ها استفاده نمایند و توجه داشته باشند که همواره طرح‌هایی جدیدتر از طرح آنها به سرعت از راه خواهند رسید.

نکته قابل توجه برای نخبگان و صاحبان ایده اینست که، ایده‌هایشان زمانی می‌تواند ارزش افزوده بالا ایجاد نماید که منابع مالی هوشمند جذب نمایند. در اینجاست که نقش و ارزش فرشتگان سرمایه‌گذار و سرمایه‌گذاران خطرپذیر روشن می‌شود.

از دید کارآفرینان، منابع مالی مهمترین دغدغهٔ موجود در این مسیر می‌باشد ولی تجربه نشان می‌دهد که منابع مالی همیشه نمی‌تواند راه‌گشا باشد.

گزارش
REPORT

۱۸ لیزرهای صنعتی ایران



لیزرهای صنعتی ایران

گزارش برگزاری همایش سالانه لیزرهای صنعتی ایران

مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com

صبح روز هجدهم تیرماه ۱۳۹۶، سالن همایش های هتل المپیک تهران آماده برگزاری سومین دوره همایش سالانه بین‌المللی لیزرهای صنعتی ایران و فرآوری مواد با لیزر بود. بعد از ورود به لابی هتل با فاصله کمی از در ورودی، میزهایی قرار داشت برای معرفی شرکت کنندگان و تحویل کارت ورود و سایر امکاناتی که برای ایشان تدارک دیده شده بود. شرکت کنندگان همایش از کنار میزهای معرفی وارد فضای بزرگ سالن همایش می‌شدند؛ فضایی که برای پذیرش بیش از ۳۰۰ نفر از فعالان و علاقه‌مندان این حوزه آماده شده بود. حدود ساعت ۱۰ صبح همایش لیزرهای صنعتی ایران رسما کار خود را آغاز کرد.

سومین همایش و نمایشگاه لیزرهای صنعتی ایران بعد از برگزاری موفق دوره‌های گذشته، در تیرماه امسال در تهران برگزار شد. به‌گزارش روابط عمومی شرکت برگزارکننده این همایش، این رویداد دارای رویکرد جذب تمامی دست‌اندرکاران و فعالان صنعت لیزر کشور، مصرف‌کنندگان این صنعت، تولیدکنندگان تجهیزات لیزر صنعتی، ارائه‌دهندگان و واردکنندگان ماشین لیزر، قطعه و خدمات در این زمینه، صنایعی که به‌دنبال رشد و توسعه کسب و کار خود با بکارگیری فناوری‌های جدید هستند، مسئولان مرتبط با رشد و توسعه تکنولوژی صنعت لیزر، اساتید دانشگاه و مراکز تحقیقاتی، دانشجویان و علاقه‌مندان به لیزرهای صنعتی، بانک‌ها و صندوق‌های سرمایه‌گذاری و حمایتی، ارائه‌کنندگان مواد و تجهیزات جانبی موردنیاز لیزر و همچنین علاقه‌مندان و فعالان حوزه فرآوری مواد با لیزر بوده که به شکلی فراتر از انتظارات دست‌اندرکاران، موفق به جذب مخاطبان موردنظر خود شده است. همچنین حمایت‌ها از این همایش بسیار گسترده بوده است. هدف از برگزاری این همایش، به گفته مهندس غلامعلی فیروزی، مدیرعامل نماینده برگزاری این همایش، ایجاد فضای کسب‌وکار سالم با محوریت توسعه سرمایه‌گذاری در این حوزه از فناوری بوده است.

برنامه همایش از دو بخش همایش و کارگاه ارتباط با صنعت تشکیل شده بود و طبق برنامه همایش، سخنرانی‌هایی از سوی اساتید و فعالان لیزرهای صنعتی در کشور و نمایندگانی از شرکت‌های مطرح خارجی، برای معرفی فعالیت‌های خود ارائه شد.

برنامه همایش از دو بخش همایش و کارگاه ارتباط با صنعت تشکیل شده بود و طبق برنامه همایش، سخنرانی‌هایی از سوی اساتید و فعالان لیزرهای صنعتی در کشـــور و نمایندگانی از شـــرکت‌های مطرح خارجی، برای معرفی فعالیت‌های خود ارائه شد. نیاز به توجه به این بخش از صنعت در کشور و فرصت‌هایی که این صنعـــت از نظر اقتصادی و کسب‌وکار پیش روی کشور قرار می‌دهد، در کنار ارائه مباحث فنی و علمی ایـــن بخش از فناوری از محورهای موردتوجه سخنرانان همایش بود.

از بخش‌های دیگر این همایش، سخنرانی نماینده اتاق بازرگانی صنایع، معادن و کشاورزی ایران بود که از تمامی فعالان حـــوزه لیزرهای صنعتی برای تشکیل انجمن لیزرهای صنعتی برای توسعه بازار و بهبود کسب‌وکار دعوت به عمل آورد. در بخش کارگاهی همایش هم حامیـــان و برگزارکنندگان کارگاه به نمایش و معرفـــی محصولات و خدمات قابل‌ارائه شـــرکت‌های خود در حـــوزه لیزرهای صنعتی پرداختـــه و علاوه بر ارائـــه توضیحات به علاقه‌مندان، در صورت امکان کارکردهای عملی را در معرض دید شـــرکت‌کنندگان همایش قرار می‌دادند.

سـخنران افتتاحیه این مراســم دکتـــر مرتضی اسلام‌زاده، رئیس هیات‌مدیره مجتمع سراسری هیات‌امنای شـــهرک‌های صنعتی استان تهران و عضو هیات‌مدیره شهرک صنعتی عباس‌آباد بود. ایشان ضمن تشکر و قدردانی از برگزاری این مراسم به نقش دانشگاه در رفع مشکلات کشورهای بزرگ در بحران‌های بین‌المللی از جمله راه‌حل بمباران مداوم لندن با ساخته شدن رادار در عرصه دانشگاه پرداخت. اسلام‌زاده به اهمیت بخش خصوصی در اقتصاد اشـــاره کرد؛ به‌طوری که بعد از مواجهه با مشـــکل تحریم‌های بین‌المللی با توافق هسته‌ای راه‌حل بسیاری از مشـــکلات اقتصادی را توجه به خصوصی‌سازی و خروج از اقتصاد دولتی دانست. ایشان وضعیت کنونی فعالیت در حوزه لیزر را کار با توانی بالا و کمترین انرژی دانست، در حالی که رقابت با کالاهای خارجی نیـــاز به حمایت دولت از بخش خصوصی دارد تا با گـــردش بازار و چرخ اقتصادی کشور فضای رقابت برای صنعت‌گران این عرصه مهیا شود. به طور کلی کیفیت محصولات، قیمت تمام‌شده، سهم بازار، منابع انسانی و توجه به بهـــره‌وری از مهم‌ترین نکاتی هســـتند که در این راســـتا باید مورد توجه قرار بگیرند. در ضمن حمایت از کارآفرینان و بهـــا دادن به دانش فنی و تجربیات ایشان باعث توسعه صنایع و فناوری‌ها در بخش‌های مختلف صنعت خواهد بود.

کاربردهای لیزر در جوشـــکاری و عملیات حرارتی

دکتر فرشید مالک، رئیس دپارتمان مهندسی مواد و متالوژی و استاد دانشـــگاه تربیت مدرس هم در این همایش، درباره کاربردهای لیزر در جوشکاری و عملیات حرارتی فلزات سخنرانی نمود. به گفته دکتر مالک، اولین تجربه عملیاتی ساختن سیستم جوش لیزری در سال ۱۳۸۵ با همکاری دانشگاه تربیت مدرس و مرکز ملی علوم و فنون لیزر برای اجرای پـــروژه‌ای برای شـــرکت قالب‌های بزرگ صنعتی سایپا انجام گرفته است. در حالی که از آن

قسمتی از سخنرانی دکتر فرشید مالک به توضیح عملیات فنی جوشکاری با لیزر اختصاص یافت؛ وی ســـه مورد از تفاوت‌های عمده بین جوشکاری و برش کاری لیزری را برشمرد؛ این تفاوت‌ها شامل گازرسانی، سر لیزر (laser Head) و شـــدت تمرکز توان لیزر می‌باشد.

زمان تاکنون، تعداد زیادی از دانشجویان دانشگاه و متخصصـــان در تهران و شهرســـتان‌ها وارد کار جوشکاری لیزری شده‌اند. وی به اهمیت همکاری و کار تیمی متخصصان فیزیک و فنی در به هدف رسیدن چنین پروژه‌هایی اشاره کرد.

بخش بعدی سخنرانی دکتر فرشید مالک به توضیح عملیات فنی جوشـــکاری با لیزر اختصاص یافت؛ وی سه مورد از تفاوت‌های عمده بین جوشکاری و برش کاری لیزری را برشمرد؛ این تفاوت‌ها شامل گازرسانی، سر لیزر (laser Head) و شدت تمرکز توان لیزر می‌باشد. ســـپس نکات فنی مربوط به هریک از این موارد برای شرکت‌کنندگان همایش توضیح داده شد.

از قابلیت‌های جوشـــکاری با لیـــزر مانند اتصال فلزات غیرهمجنس، جوشـــکاری قطعات بسیار ظریف، و اتصال کویل به کویل و ... نام برده شـــد و به‌کارگیری این قابلیت‌هـــا در جعبه دنده خودرو، اجرای روش TBW (Tailor Beam Welding) برای اتصال جنس‌های مختلف ورقه های فلزی، بازسازی قسمت‌های بحرانی پره‌های توربین و سخت‌کاری لیزری مورد بحث قرار گرفت.

نوری با میلیون‌ها برابر قدرت تخریب بیشتر نسبت به خورشید

دکتر عباس مجد آبادی، رئیس پژوهشکده لیزر و اپتیک سازمان انرژی اتمی ایران، در این گردهمایی حوزه لیزر به مـــروری تاریخی و پایـــه‌ای بر لیزر پرداخت. عضو هیأت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هســـته‌ای ایران، لیزر را فناوری‌ای دانست که در رشـــته‌های مختلف صنایع و فناوری‌های نوین از پزشکی و دفاعی گرفته، حتی تا زمینه‌های فرهنگی کاربرد یافته است. چهار ویژگی همدوسی، واگرایی کم، شدت بالا و تک‌رنگ بودن این نور را علت ایجاد کاربردهای مختلف آن خواند. دکتر مجدآبادی به

شدت بالای نور لیزر اشاره کرد و گفت توان تابشی فوق العاده لیزر می تواند میلیون‌ها برابر شدت خورشید باشد. در حقیقت، این قابلیت نور لیزر، علت به‌کارگیری آن در بسیاری کارهای صنعتی؛ از جمله سوراخ‌کاری مواد شکننده است. دکتر مجدآبادی گفت: «نور یک لیزر یک کیلووات در یک هزارم ثانیه می‌تواند دمایی بالای ۵۰۰۰ درجه سانتیگراد ایجاد کند که در سوراخ‌کاری و جوش صنعتی کاربرد دارد.» وی همچنین به مسایل مربوط به انتخاب لیزر مناسب برای به‌کارگیری در صنعت پرداخت و به فایده، ارزش افزوده و سرعت بالایی که استفاده از لیزرها در صنعت به‌همراه می‌آورد اشاره نمود. از بخش‌های دیگر همایش، سخنرانی مهمانان خارجی مراسم بود، در این بخش آقای برنهارد شون والدر از کشور آلمان ضمن معرفی خود و ابراز خرسندی از حضور در این جمع، از سوابق حضور خود در شرکت بزرگ ترومپ (TRUMPF) و تاریخچه فعالیت‌هایش برای کار روی دستگاه‌های لیزر CO_2 صحبت کرد. آقای **برنهارد شون والدر**، عضو هیات‌مدیره شرکت GIMTAS و سرپرست فنی شرکت ارپالیزر است که محور سخنان او در مورد ساختار لیزرهای CO_2 و مزایای آن بود. در بخش دیگری از همایش و در پنل سامان‌دهی کسب‌وکارهای مرتبط به لیزرهای صنعتی، دکتر اباذر براری نماینده اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران گفت: «جای انجمن لیزر در اتاق بازرگانی خالی است.» دکتر براری ضمن تبیین استقبال این اتاق از راه‌اندازی انجمن لیزر، حمایت‌ها و ظرفیت‌های این نهاد برای ساماندهی کسب‌وکار لیزر را تشریح کرد.

براساس گفته‌های نماینده اتاق بازرگانی، برای طی کردن مراحل قانونی تشکیل انجمن‌های تخصصی باید حداقل ۲۰ فعال این حوزه که مجوزهای لازم را در زمینه کسب‌وکار دارند، برای تشکیل انجمن اقدام کنند. این فعالان بایستی ابتدا عضو اتاق بازرگانی شده و درخواست تشکیل انجمن را ارائه دهند؛ بعد از آن تصمیم‌گیری‌های لازم انجام شده و اساسنامه و ترکیب هیات‌مدیره مشخص می‌شود.

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران با ۱۳۰ سال قدمت، یک نهاد رسمی مشورتی و غیرانتفاعی جدا از دولت است که بانهادهای دولتی تعامل دارد. وظیفه اصلی اتاق ایجاد زمینه بهبود کسب‌وکار در کشور است. درهمین راستا انجمن‌های تخصصی اقتصادی و کسب‌وکار در اتاق ایران، همانند تمام دنیا، برای توسعه بازار شکل می‌گیرند. ایران ۱۸۰انجمن تخصصی دارد که جای انجمن لیزر در این میان خالی است.

سومین همایش لیزرهای صنعتی ایران به همت بخش خصوصی و با حمایت تعدادی از شرکت‌های فعال حوزه لیزرهای صنعتی برگزار شد. نماینده اصلی و مسئول برگزاری این همایش شرکت آسیا لیزر بود. در این همایش، کاربردهای صنعتی فناوری‌های نوین در این صنعت، بازارهای جدید و امکانات توسعه سرمایه‌گذاری بررسی و امکان تعامل سازنده بین فعالان لیزرهای صنعتی در محیط کارگاهی فراهم شد.

براساس گفته‌های نماینده اتاق بازرگانی، برای طی کردن مراحل قانونی تشکیل انجمن‌های تخصصی باید حداقل ۲۰ فعال حوزه که مجوزهای لازم را در زمینه کسب‌وکار دارند؛ برای تشکیل انجمن اقدام کنند. این فعالان بایستی ابتدا عضو اتاق بازرگانی شده و درخواست تشکیل انجمن را ارائه کنند؛ بعد از آن تصمیم‌گیری‌های لازم انجام شده و اساسنامه و ترکیب هیات‌مدیره مشخص می‌شود.

پیشکسوت لیزرهای پزشکی در دنیا ۲۴

از علم تا ثروت

LASERTECH

۲۴ پیشکسوت لیزرهای پزشکی در دنیا

۲۸ نوآوری در شناسایی ذرات

۳۰ همگام با شرکت های بزرگ دنیا

معرفی شرکت Fotona

پیشکسوت لیزرهای پزشکی در دنیا

مرضیه‌سادات حافظی
mhafezi.slpm@gmail.com

چندی پس از ساخت اولین لیزر، پژوهش‌ها جهت بررسی امکان استفاده از این فناوری نوظهور در علم پزشکی آغاز شد و اکنون پس از گذشت بیش از نیم‌قرن، تشخیص و درمان پزشکی، یکی از حوزه‌های بسیار پرکاربرد دستگاه‌های لیزری به حساب می‌آید. لیزرهای پزشکی در طیف وسیعی از کاربردهای پزشکی مانند جراحی‌های عمومی و تخصصی، اورولوژی، پوست و زیبایی، زنان و زایمان، قلب و عروق، چشم‌پزشکی و دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند و در بسیاری موارد باعث کاهش هزینه و طول دوره درمان می‌شوند. یکی از شرکت‌های پیشرو و صاحب‌نام در زمینه لیزرهای پزشکی، شرکت **Fotona** است که در این شماره از ماهنامه مروری بر آن خواهیم داشت.

شرکت Fotona در سال ۱۹۶۴ یعنی تنها چهار سال بعد از اختراع اولین لیزر در اسلوونی تاسیس شد.

پیش از شروع

یکی از مسائل بسیار مهم در بررسی فناوری‌ها، حجم بازار کنونی و آینده آن‌ها می‌باشد. در مورد لیزرهای پزشکی هم تحقیقات بازاری فراوانی صورت گرفته و پیش‌بینی بازار این محصولات با توجه به نوع محصول، منطقه جغرافیایی و بازه زمانی توسط منابع مختلف گزارش شده است.

مرور خلاصه برخی از این گزارش‌ها نشان می‌دهد با رشد جمعیت مسن در سراسر دنیا، بروز اختلالات چشمی افزایش خواهد یافت. این مسئله یکی از محرک‌های کلیدی بازار لیزرهای پزشکی در حوزه چشم‌پزشکی خواهد بود. به علاوه، افزایش بیمارانی که نیاز به درمان‌های پیشرفته بر مبنای لیزر دارند و همچنین افزایش اهمیت زیبایی و سلامت پوست، از دیگر عوامل رشد بازار لیزرهای پزشکی به حساب می‌آیند. از طرف دیگر، قوانین دقیق ایمنی و نرخ بالای شکست درمان در برخی موارد از عوامل محدودکننده بازار هستند. با وجود آنکه تا پیش از این لیزرهای زیبایی، سردمدار بازار لیزرهای پزشکی بودند؛ ولی پیش‌بینی می‌شود طی سال‌های آینده لیزرهای با کاربرد در درمان بیماری‌های قلبی و عروقی سهم بیشتری از بازار را تصاحب کنند.

شرکت Fotona در برخی از تحقیقات بازار در حوزه لیزرهای پزشکی به ویژه در زمینه زنان و زایمان و زیبایی جزو شرکت‌های دارای نقش اساسی ذکر شده است.

پیدایش

شرکت Fotona در سال ۱۹۶۴ یعنی تنها ۴ سال بعد از اختراع اولین لیزر در اسلوونی تاسیس شد. این شرکت یکی از باتجربه‌ترین توسعه‌دهندگان سامانه‌های لیزری با فناوری بالا در دنیا محسوب می‌شود که در زمینه طراحی، ساخت و پشتیبانی دستگاه‌های لیزری حالت جامد فعالیت می‌کند. Fotona محصولاتی در زمینه پزشکی، دندانپزشکی، صنعت و دفاعی ارائه می‌دهد؛ ولی عمده محصولات آن در زمینه پزشکی است.

رشد و گسترش

امروزه Fotona به عنوان شرکتی پیشرو با طرح‌های مبتکرانه در زمینه لیزرهای پزشکی با کاربردهای پوست و زیبایی، دندانپزشکی، جراحی و زنان و زایمان در دنیا شناخته می‌شود که محصولات آن موفق به دریافت جوایز متعددی شده است.

فلسفه تجارت Fotona حرکت مداوم به سمت تکامل بوده تا تقاضای روبه‌رشد بازار را تامین کند. شبکه توزیع این شرکت علاوه بر حضور مستقیم در آمریکا و اروپا، در بیش از ۶۰ کشور سراسر دنیا شامل خاورمیانه و شرق آسیا گسترده شده‌اند.

فعالیت‌های علمی و آکادمیک

همزمان با تاسیس آکادمی لیزر و سلامت، Fotona با متخصصان بالینی پیشرو در دنیا برای فراهم آوردن بستری برای رشد حرفه‌ای پزشکان شروع به همکاری کرد. مشتریان این شرکت به کارگاه‌های تخصصی، جلسات آموزشی انفرادی و آموزش‌های عملی دسترسی داشته و همچنین امکان شرکت در مطالعات بالینی بین‌المللی و سمپوزیوم‌های علمی جهانی را دارند. Fotona عضو موسس مرکز صلاحیت مهندسی پزشکی اتحادیه اروپا و همین‌طور پلت‌فرم فناوری اروپا Fotonika21 می‌باشد.

این شرکت مجموعه‌ای از نیروی کار با بالاترین سطح تحصیلات در صنعت را دارا بوده و از لحاظ تعداد نیروی کار دارای مدرک دکترا در زمینه فناوری لیزر و پزشکی استثناست. قابلیت‌های تحقیق و توسعه همواره از مزایای رقابتی و کلیدی این شرکت به حساب آمده که منجر به تعداد زیادی پتنت شامل بازوی مفصلی OPTOflex، فناوری‌های پالس مربعی کوانتومی [1] (QSP) و پالس مربعی متغیر [2] (VSP)، فناوری سلول خلاء و مد کاری SMOOTH در لیزرهای پزشکی شده است.

محصولات

محصولات شرکت در ۴ بخش قابل بررسی هستند:

1 Quantum Square Pulse
2 Variable Square Pulse

این شرکت مجموعه‌ای از نیروی کار با بالاترین سطح تحصیلات در صنعت را دارا بوده و از لحاظ تعداد نیروی کار دارای مدرک دکترا در زمینه فناوری لیزر و پزشکی استثناست.

برگزاری هفتمین سمپوزیوم بین‌المللی آکادمی لیزر و سلامت

در این سمپوزیوم ۷۰ تن از متخصصان بالینی از سراسر دنیا برای ارائه، به اشتراک گذاری و بحث در رابطه با تجارب بالینی خود در زمینه درمان با لیزرهای پزشکی در ۲۳ می ۲۰۱۷ در اسلوونی گرد هم آمدند. عناوین سخنرانی‌ها در سه بخش اصلی گروه‌بندی شده بود: ۱- زیبایی، پوست و جراحی ۲- دندانپزشکی ۳- زنان و زایمان

زیبایی، زنان و زایمان، دندانپزشکی و جراحی.
در بخش زیبایی ۵ محصول توسط شرکت عرضه می‌شود که برای درمان بسیاری از ضایعات پوستی و اعمال زیبایی از جمله رفع آکنه و جوشگاه، ضایعات رنگی، رفع موهای زائد، سفت‌سازی پوست، درمان قارچ‌های ناخن، رفع ضایعات عروقی، پاک کردن تتو و جوان‌سازی پوست به کار می‌روند. لیزر LightWalker Line محصول دندانپزشکی شرکت است که در سال ۲۰۱۱ معرفی شد. این مدل اولین دستگاه لیزر دندانپزشکی بود که از فناوری QSP برای نهایت دقت و کارایی دستگاه بهره می‌برد. این لیزر دو طول موجی (Er:YAG و Nd:YAG) برای درمان تمامی مشکلات بافت نرم و سخت مناسب بوده و دقت بالایی در برش بافت سخت و کندگی لیزری دارد. همچنین درمان عصب دندان با این لیزر به سهولت و به طور موثر انجام‌پذیر است. فرایند درمان با این دستگاه بدون خونریزی یا با خونریزی بسیار مختصر صورت می‌پذیرد و قابلیت ضدعفونی همزمان را دارد. همچنین مدهای کاری در آن به راحتی قابل انتخاب هستند. در حوزه زنان و زایمان لیزر ارائه شده برای درمان‌های گرمایی، برطرف کردن ضایعات، درمان خشکی واژن، برش‌های بسیار دقیق بدون خونریزی، انعقاد کنترل شده، درمان‌های نیازمند به انتخاب دقیق بافت و درمان نقاطی از بدن که دسترسی به آن‌ها مشکل بوده، قابل استفاده است.
در لیزر جراحی مدل XP-2 Focus، منابع لیزری شبه پیوسته Nd:YAG مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در دستگاه‌های چندمنظوره مدل SP Line علاوه بر طول موج nm1064 از طول موج (Er:YAG nm2940) هم استفاده شده است. این طول موج به عنوان طول موج بهینه برای برش‌های فوق‌العاده دقیق لیزری شناخته شده که امکان کنترل خونریزی و انعقاد گرمایی همزمان را فراهم می‌آورد.

فناوری

توانایی تحقیق و توسعه و زیرساخت شرکت Fotona، آن را قادر ساخته تا مرزهای فناوری لیزر را گسترش دهد و استانداردهای جدیدی در صنعت تعریف کند. این شرکت تاکنون توانسته پیشرفته‌ترین سامانه‌های لیزر پزشکی Er:YAG و Nd:YAG کیوسوئیچ را طراحی و تولید نماید. طول موج این لیزرها برای طیف وسیعی از اهداف درمانی و زیبایی مناسب است. هندپیس‌های خاص، مدهای کاری مبتکرانه و فناوری ایجاد پروفایل‌های خاص باریکه لیزر باعث افزایش بیشتر کیفیت این دستگاه‌ها و اطمینان از بیشینه کارایی آن‌ها شده است.
Fotona به انجام تست‌های دقیق تمام قطعات و اجزای سامانه‌های لیزری پزشکی و دندانپزشکی خود که به طور کامل در داخل شرکت تولید می‌شوند، تعهد کامل دارد و محصولات خود را با بالاترین کیفیت، قابل اطمینان بودن، سهولت استفاده و دوام بالا که در تطابق با تمامی استانداردهای بین‌المللی است، به مشتریان خود ارائه می‌دهد.

نوآوری

فناوری پالس مربعی متغیر (VSP) که دنباله‌ای از پالس‌های مربعی‌شکل به دقت کنترل شده را ایجاد می‌نماید با کمینه کردن انرژی اضافه جذب شده توسط پوست یا سایر بافت‌های بدن، سطح ایمنی بیمار را بهبود می‌بخشد. استفاده از این پالس‌ها مشکل صعود آهسته و نزول طولانی در توان پالس را مرتفع نموده است. صعود آهسته و نزول طولانی در توان پالس، انرژی غیرضروری لیزر را به بافت‌های بدن منتقل می‌کند که سپس به گرما تبدیل شده و ریسک وقوع عوارض جانبی را افزایش داده و در نتیجه اثر درمانی را کاهش می‌دهد. این تکنولوژی مشکل گرم شدن بافت‌های اطراف را برطرف و به درمانگر اجازه می‌دهد با اطمینان و دقت، بافت‌های خاص بدن را درمان کند.
دستگاه لیزر زیبایی StarWalker MaQX ساخت شرکت fotona در سال ۲۰۱۷ موفق به کسب جایزه بهترین فناوری نوین در صنعت زیبایی شد. این دستگاه لیزر زیبایی با فناوری پیشگامانه خود

یعنی پالس ساخت یافته انطباقی[3] (ASP) جهش بزرگی را در جهت پیشرفت صنعت لیزرهای زیبایی به نمایش گذاشته است. با استفاده از قابلیت انقلابی ASP ساختار بهینه‌ای از پالس‌های کیو-سوئیچ برای بهبود برهم‌کنش لیزر با بافت ایجاد شده است. قابلیت بی‌رقیب دیگری که StarWalker فراهم می‌آورد، انرژی به ازای هر پالس برابر ۱۰ ژول است که اثر فوتوآکوستیکی پرانرژی‌تری را برای درمان سریع‌تر و موثرتر روی محل موردنظر فراهم می‌آورد. ASP در واقع نوعی فناوری پمپاژ است که اجازه می‌دهد بسته زمانی پالس‌های لیزر را به شکل دلخواه درآورد. با استفاده از فناوری نسل سوم ASP، امکان تطبیق ساختار زمانی پالس‌های لیزر با دینامیک بیوفوتونیکی برهم‌کنش لیزر بافت فراهم آمده است. همچنین شکل زمانی شدت پالس لیزر یکی از کلیدی‌ترین عوامل تاثیرگذار بر سیستم و بهره‌وری لیزر ER در کندگی لیزری بافت دندانی است. از این رو این فناوری در حوزه دندانپزشکی هم تحول ایجاد کرده است.

فناوری‌های قدیمی‌تر فرم‌دهی پالس که برای پمپاژ لیزر ER به کار می‌رفتند، شکل‌دهی زمانی پالس‌های لیزر ER را محدود می‌ساختند. این مسئله با معرفی فناوری پمپاژ ASP که اجازه شکل‌دهی دلخواه بسته زمانی پالس‌های لیزر را می‌دهد، برطرف شد. ترکیب مدولاسیون پالس مربعی کوانتومی با آخرین فناوری ASP، امکان بهینه‌سازی حیاتی‌ترین نیازمندی‌ها برای کم‌تهاجمی‌ترین لیزر دندانپزشکی یعنی برش سریع، کمترین گرمای ساطع شده و کمترین ارتعاش را فراهم آورده است. نتایج این تحقیقات در ژورنال آکادمی لیزر و سلامت[4] به چاپ رسیده است.

این فناوری در سی و هفتمین نمایشگاه بین‌المللی دندانپزشکی در مارس ۲۰۱۷ به صورت رسمی رونمایی شد و مورد استقبال قرار گرفت. Fotona به عنوان یکی از پیشگامان توسعه فناوری لیزرهای دندانپزشکی طراحی و ساخت این سامانه‌ها با آخرین دانش روز را در دستور کار خود دارد.

3 Adaptive Structured Pulse

4 Journal of the Laser and Health Academy

دستگاه لیزر زیبایی StarWalker MaQX ساخت شرکت fotona در سال ۲۰۱۷ موفق به کسب جایزه بهترین فناوری نوین در صنعت زیبایی شد. این دستگاه لیزر زیبایی با فناوری پیشگامانه ASP جهش بزرگی در جهت پیشرفت صنعت لیزرهای زیبایی به نمایش گذاشته است.

طراحی و ساخت دستگاه سنجش گر ابعاد ذرات
توسط متخصصان داخلی

نوآوری در شناسایی ذرات

مرضیه سادات حافظی
mhafezi.slpm@gmail.com

اکثر مواد مورد استفاده در حوزه‌های مختلف علم و فناوری همچون داروسازی، پزشکی و زیست فناوری، مواد و نانوفناوری به نوعی از ذرات تشکیل شده‌اند و اندازه و توزیع این ذرات تاثیر زیادی بر روی خواص شیمیایی و فیزیکی از جمله استحکام مکانیکی، چگالی و خواص نوری آن‌ها دارد. بنابراین اندازه گیری و تعیین توزیع ابعاد ذرات سال‌هاست که در حوزه‌های مختلف علوم، فناوری و صنعت تبدیل به یک امر ضروری شده است.

روش های متعددی بـــرای تحلیل ابعـــاد ذرات با اندازه‌گیری یک ویژگی معین ذره مانند بیشـــینه یا کمینه طول آن، مساحت ســـطح، حجم و غیره وجـــود دارد. برای مثال دســـتگاه میکروســـکوپ الکترونی ابزاری است که توانایی اندازه‌گیری قطر میانگین ذرات در یک نمونـــه را دارد، در حالی که دستگاه‌های تحلیل تصویر، مساحت میانگین ذرات را اندازه‌گیری می‌نماینـــد. از طرفی، روش منطقه حســـگری الکتریکی[1] حجم میانگین ذرات داخل نمونه را تعیین می‌کنـــد. در روش پراکندگی نور، ذرات موجود در یک نمونه در اثر میدان الکتریکی نور فرودی، قطبیده شده و در اثر تغییرات قطبش، نور را در جهات مختلف پراکنده می‌ســـازند. از این پدیده برای تعیین ویژگی‌هایی همچون اندازه، وزن مولکولی، شکل، ضریب نفوذ ذرات استفاده می‌شود. هر کدام از این روش‌های اندازه‌گیری، با مزایا و معایب خود، اطلاعات متفاوتی از ذره را برای تحلیل ابعاد فراهم می‌آورد. با توجه به افزایش حجم پژوهش‌ها در حوزه‌های مختلف به ویژه فناوری نانو در کشور نیاز به دستگاه‌های تحلیل ابعاد ذرات رو به فزونی است. خوشبختانه گروهی از متخصصین داخلی در قالب یک شرکت دانش بنیان اقدام به تولید دستگاه سنجش گر ابعاد ذرات نموده‌اند تا پاسخگوی بخشی از نیازهای پژوهشگران و صنعتگران داخلی باشند. در ادامه به معرفی این دستگاه می‌پردازیم.

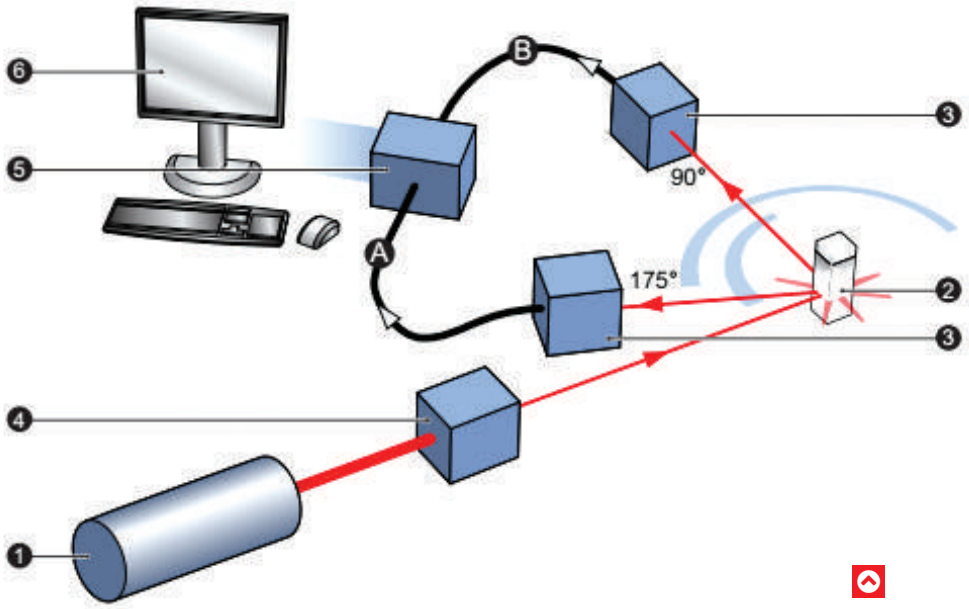
1 Electrical Sensing Zone

تعیین ابعـــاد ذرات با اســـتفاده از تکنیک پراکندگی دینامیکی نور

با استفاده از اندازه‌گیری تغییرات تصادفی شدت نور پراکنده شده از یک سوسپانسیون یا محلول با زمان می‌توان به طور تقریبی ابعاد ذرات و توزیع آن‌ها را برآورد نمود. این روش معمولا به عنوان پراکندگی دینامیک نور[2] (DLS) شناخته می‌شود ولی نام‌های دیگری چون طیف ســـنجی همبستگی فوتونی[3] (PCS) یا پراکندگی نور شبه کشسان[4] (QELS) نیز دارد. در یک محلول، برخورد ذرات و مولکول‌های کوچک بـــا مولکول‌های حلال، منجـــر به حرکت تصادفی مولکول‌ها می‌شود. حرکت ذرات کوچک در یک ســـیال، حرکت براونی نامیده می‌شود. هر ذره در سوسپانســـیون، دائما در حال حرکت است و حرکتش به ذرات دیگر مرتبط نیســـت. مشاهده

2 Dynamic Light Scattering
3 Photon Correlation Spectroscopy
4 Quasi-Elastic Light Scattering

دســـتگاه سنجشـــگر ابعـــاد ذرات ساخت متخصصین توانمند کشور، در پنجمین نمایشـــگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران ارائه شد.



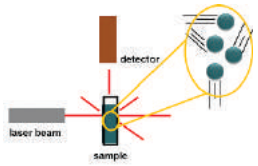
شماتیکی از یک چیدمان نوعی تحلیل ابعاد ذرات با استفاده از نور لیزر

ذرات بزرگ‌تر در مقایسه با ذرات کوچک‌تر نشان می‌دهد که در دمای ثابت، ذرات بزرگ‌تر بسیار آهسته‌تر حرکت می‌کنند. اگر به یک ذره‌ی کوچک، یعنی ذراتی که اندازه‌ی آن‌ها در مقایسه با طول موج نور کوچک باشد (کوچک‌تر از ۲۵۰ نانومتر) نور لیزر تابیده شود، ذره نور را در در تمام جهات پراکنده می‌سازد. هنگامی که پرتو لیزر با فرکانس معین به ذرات متحرک برخورد کند، نور با فرکانس متفاوت پخش شده و در فاز نور پخش شده نوسان ایجاد می‌شود. میزان تغییر در فرکانس نور پخش شده با اندازه ذرات ارتباط دارد و برای تعیین اندازه ذرات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سرعت متوسط بیشتر، ذرات کوچک‌تر تغییر بیشتری را در فرکانس نور ایجاد می‌کنند. شدت نوسان نور پخش شده با استفاده از یک آشکارساز مناسب قابل اندازه‌گیری است. شدت نوسان نور پخش شده مستقیما به سرعت نفوذ مولکول در حلال بستگی دارد و با دانستن گرانروی محیط، شدت این نوسانات برای تعیین قطر نمونه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در واقع این دستگاه با جمع‌آوری سیگنال‌های حاصل از برخورد فوتون‌های پراکنده شده از ذرات، توسط آشکارساز و تبدیل فوریه سریع و یا با بکارگیری تابع همبستگی آن و به کمک روابط حاکم قادر خواهد بود توزیع ابعاد نانوذرات معلق در محلول را محاسبه نماید. این یک روش غیرمخرب برای تعیین اندازه ذرات با ابعاد زیر میکرون و با پیشرفت‌های اخیر تا زیر یک نانومتر به شمار می‌رود. استفاده از این روش مزایای فراوانی به همراه دارد که از آن جمله می‌توان به تحلیل ابعاد ذرات با دقت بالا و قابلیت تکرارپذیری، انجام آزمایش در زمانی کوتاه در حد یک یا دو دقیقه، امکان اندازه‌گیری در محیط خود ماده، محاسبه میانگین اندازه ذرات تنها با دانستن سرعت مایع، امکان اندازه‌گیری برای طیف وسیعی از غلظت‌ها از غلظت‌های در حد ppm تا غلظت 40%، نیاز به حجم بسیار کم از ماده در حد میکرولیتر اشاره نمود.

مشخصات فنی دستگاه

دستگاه سنجش گر ابعاد ذرات ساخته شده در داخل کشور، توانایی اندازه‌گیری اندازه ذرات در محدوده ۲۰ تا ۷۰۰ نانومتر را با دقت ±5nm دارد. حساسیت آن 1/0mg/mL بوده و از لیزر هلیوم-نئون با توان ۲ میلی‌وات بهره می‌برد. این دستگاه دارای یک آشکارساز APD بوده و مجهز به سیستم تصویربرداری CCD و حسگر دما است. ابعاد این دستگاه 440mm×290mm×200mm بوده و قابلیت اتصال درگاه USB را دارد.



استفاده از آشکارساز APD به جای PMT در این دستگاه مزایایی را به همراه داشته است از جمله آنکه این آشکارساز نیاز به منبع تغذیه با ولتاژ بالا ندارد.
این دستگاه قابل استفاده در آزمایشگاه‌های دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و صنایع مرتبط می‌باشد.

بومی‌سازی دستگاه‌های لیزر فمتوثانیه

همگام با شرکت‌های بزرگ دنیا

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

«به پشتوانه ۲۰ سال تحقیق و مطالعه در آزمایشگاه، شرکت نور آبی لیزر، موفق به ساخت لیزرهای فمتوثانیه شد.» خبری که با وجود تحقق آن، در بسیاری از مجلات و سایت‌های خبری جای خالی آن احساس می‌شود. با وجود اینکه این فناوری همانند برخی رخدادهای علمی دیگر مهجور ماند، برای این دستگاه مشخصات و قابلیت‌هایی بهتر و پایدارتر نسبت به نمونه خارجی خود دارد که در قسمتی از متن به شرح آن می‌پردازیم.

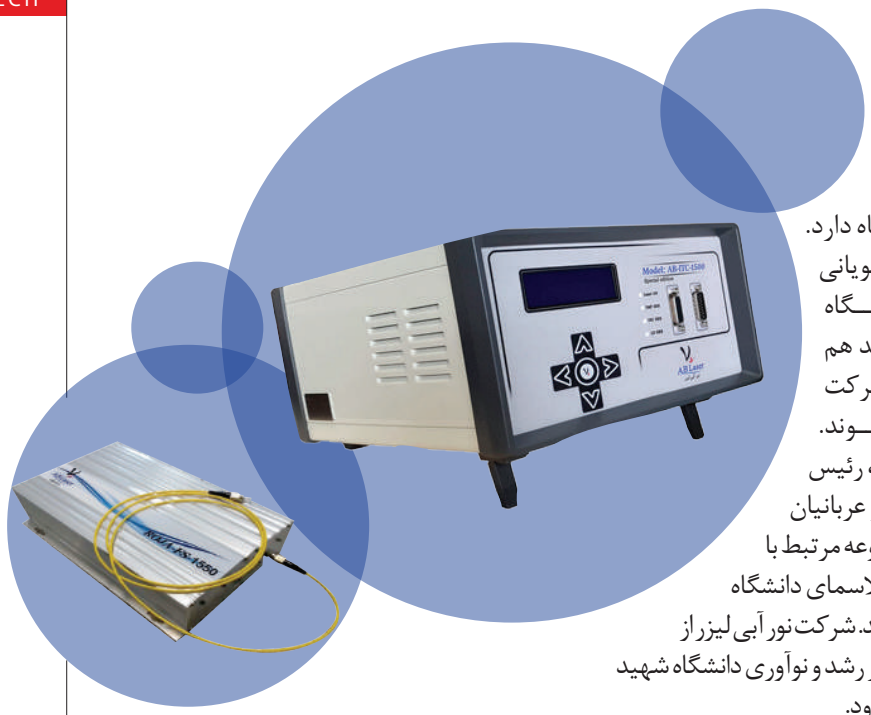
شروع فعالیت با انگیزه ساخت و بومی‌سازی محصولات

بعضی از اعضای هیئت علمی پژوهشکده لیزر و پلاسمای شهید بهشتی، تصمیم می‌گیرند نمونه‌های اولیه و آزمایشگاهی دستگاه‌هایی را که ساخته‌اند، به محصول تبدیل کنند. یکی از انگیزه‌های این کار، وجود تحریم‌ها علیه ایران بود که به علت وجود آن‌ها، نیازهای دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و صنایع تامین نمی‌شد. به همین خاطر فعالیت‌ها برای بومی‌سازی محصولات و ساخت آن‌ها شروع شد. این امر برای دانشگاه جز در قالب شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاهی میسر نبود. به همین منظور، آقای دکتر رضا مسعودی و خانم دکتر آتوسا سادات عربانیان در اسفندماه سال ۱۳۹۳ شرکت نور آبی لیزر را تاسیس کردند.

ساختار شرکت نور آبی لیزر

بدنه اصلی شرکت متشکل از ۵ نفراز اعضای هیئت‌علمی و دانشجویان و فارغ‌التحصیلان است. از طرفی این شرکت رابطه تنگاتنگی با آزمایشگاه

دکتر رضا مسعودی، استاد تمام و عضو هیئت علمی پژوهشکده لیزر و پلاسما، دکترای خود را در سال ۱۳۷۸ در کشور کانادا در رشته‌ی فیزیک گرایش لیزر اخذ نموده‌اند. دکتر آتوسا سادات عربانیان، سال ۹۲ از دانشگاه شهید بهشتی در مقطع دکترا فارغ‌التحصیل شدند و ۳ سال است که عضو هیئت علمی پژوهشکده هستند



لیزرهای فوق کوتاه دارد. به نوعی دانشجویانی که در این آزمایشگاه فعالیت می‌کنند هم از همکاران این شرکت محسوب می‌شوند. دکتر مسعودی، رئیس هیئت‌مدیره و دکتر عربانیان مدیرعامل این مجموعه مرتبط با پژوهشکده لیزر و پلاسمای دانشگاه شهیدبهشتی هستند. شرکت نور آبی لیزر از واحدهای فناور مرکز رشد و نوآوری دانشگاه شهید بهشتی به‌شمار می‌رود.

۱۳ محصول؛ دستاورد ۳ سال فعالیت شرکت

محصولاتی که در شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاهی ارائه می‌شوند، مورد وثوق اکثر مصرف‌کنندگان است. زیرا پشت این محصول دانش، فکر و حمایت شخصیت‌های علمی و دانشگاهی وجود دارد. این محصولات به دلیل خدمات پس از فروش و امکانات در دسترس‌تر نسبت به نمونه خارجی خود بسیار به‌صرفه‌تر و قابل‌اطمینان‌تر هستند. این شرکت هم ۵ نوع فوتودیود یعنی همان آشکارساز نوری، با پنج مشخصه متفاوت و منحصربه‌فرد تولید کرده است. یک دستگاه تقویت‌کننده نوری قفل شده (lock-In Amplifire) با مشخصاتی همتراز مشخصات دستگاهی که در شرکت استنفورد تولید می‌شود، در این شرکت ساخته شده است. همچنین یک لیزر فیبری پیوسته، از محصولات این شرکت و آزمایشگاه وابسته به آن است. از محصولات الکترونیکی این مجموعه می‌توان به ژنراتور تاخیری (Delay Generator) اشاره کرد. این دستگاه قابلیت به تاخیر انداختن فاصله بین دو پالس، در حد پیکوثانیه و نانوثانیه را داراست. منحصربه‌فردترین محصول این شرکت، لیزرهای فمتوثانیه‌ای است که تا کنون ۵ نوع آن توسط شرکت تولید شده‌است. دستگاه ساخته شده توسط شرکت نور آبی لیزر دارای ویژگی‌های پراهمیتی مانند قابلیت حمل و نقل، پایداری توانی و طیفی بالا است؛ به‌طوری که حتی حین جابجایی پایداری خود را حفظ می‌نماید. این در حالی است که نمونه‌های خارجی موجود، چنین قابلیت‌هایی را به‌طور هم‌زمان ندارند. از طرفی، دستگاه ساخت این شرکت دارای نمایه پرتو خروجی با کیفیت بالاتری نسبت به نمونه‌های خارجی است. کاربردهای اصلی این لیزر در صنعت سوراخ‌کاری و برشکاری با دقت و وضوح بالاست.

این دستگاه تولید امواج تراهرتز می‌کند. در آزمایشگاه‌ها از این دستگاه برای تصویربرداری غیرخطی استفاده می‌شود که برای مصارف پزشکی کاربرد دارد. به عنوان مثال، برای میکروسکوپی دقیق نمونه بیولوژیکی مانند سلول خونی، از روش‌های هارمونیک سوم استفاده می‌شود. ضمن اینکه این دستگاه تا امروز در ایران فقط توسط این شرکت ساخته شده است.

این محصولات تا امروز به برخی دانشگاه‌ها مانند دانشگاه شهرکرد فروخته شده است. همچنین در سال‌های ۹۵،۹۴ و ۹۶ در نمایشگاه تجهیزات

13
محصول

دستاورد ۳ سال فعالیت شرکت نورآبی لیزر

دستگاه تقویت کننده نوری قفل شده (lock-in Amplifier) تولید شده در شرکت نور آبی لیزر، مشخصاتی همتراز دستگاهی که در استنفورد ساخته شده است را داراست.

ساخت ایران در معرض دید و نظر مشتریان هم قرار گرفت.

چالش‌های پیش‌روی شرکت دانش‌بنیان نور آبی لیزر

این شرکت مانند شرکت‌های دانش‌بنیان دانشگاهی دیگر، با چالش‌ها و مشکلاتی دست‌وپنجه نرم می‌کند که اولین آنها مشکل عدم‌حمایت مالی مناسب است. از تبعات چنین مشکلی این است که امکان جذب نیروهای موردنیاز برای بهبود کسب‌وکار شرکت، همچون بازاریاب، مدیر فروش و کسانی که تبلیغات محصول را به عهده بگیرند، کاملا منتفی می‌شود. از دیگر مشکلات، مجاب نشدن طیف گسترده‌ای از مشتریان، یعنی صنایع و پزشکان برای تهیه محصولات ساخته شده در داخل است. صنایع به دلیل نبود رقیب، از عملکرد خود رضایت دارند و نیازی به ارتقای دستگاه‌ها و کیفیت کار نمی‌بینند. پزشکان هم ترجیح می‌دهند از محصولات خارجی استفاده کنند. به همین دلیل این شرکت و شرکت‌هایی از این دست مجبور به اثبات خود برای این دو گروه مشتری هستند که خود این کار نیز هزینه‌های بسیاری دارد. چالش دیگر، گرفتن مجوز برای کاربردهای پزشکی این محصولات است. گاهی دوندگی‌ها و ضمانت‌های خارج از توان این شرکت‌ها برای این قبیل کارها نیاز است. به همین خاطر بیشتر این دستگاه‌ها توسط دانشگاه‌های دیگر باید خریداری شوند که آنها نیز دچار بحران بودجه هستند. بیشتر این شرکت‌ها چرخه معیوبی را برای فروش محصولات خود طی می‌کنند. در نتیجه به مرور انگیزه‌ها برای ادامه کار از بین می‌رود و ایده‌ها در حد یک مقاله باقی می‌مانند.

برنامه‌های پیش‌رو

این شرکت اگر حمایت‌های لازم را دریافت کند، تصمیم دارد روی ایده‌هایی در زمینه لیزر که تاامروز در هیچ جای دنیا مطرح نشده، تمرکز کند. همچنین شرکت در نمایشگاه‌های خارج از ایران را هم در برنامه خود گنجانده است.

برای رسیدن به طلای سیاه ۴۲

چشم‌انداز
VISION

۳۴ زیرساخت نوری بی‌نهایت از پیله بیرون می‌آید!

۴۰ تمیزکاری با لیزر

۴۲ برای رسیدن به طلای سیاه

۴۶ لیزرهای تک سلولی بیولوژیکی

زیرساخت نوری بی‌نهایت از پیله بیرون می‌آید!

میترا رفاهی زاده
mrefahizadeh@yahoo.com

پروژه‌ی «زیرساخت نوری بی‌نهایت» (ELI) یک زیرساخت پژوهشی تازه است که مورد توجه کشورهای اروپایی قرار گرفته و بخشی از نقشه راه انجمن استراتژی اروپایی در زیرساخت‌های تحقیقاتی (ESFRI) است.
این تاسیسات لیزری با هدف دستیابی به پرشدت‌ترین خط پرتو در سراسر جهان تشکیل شده است ($10PW, 10^{-15}s$) تا فرصت‌های تحقیقی میان‌رشته‌ای تازه‌ای را با بهره‌گیری از پرتو مستقیم این لیزرها و نیز پرتو ثانوی به‌دست آمده از آن‌ها، ایجاد کرده و آن را در دسترس عموم جامعه علمی بین‌المللی قرار دهد. این نخستین و بزرگ‌ترین امکانات جهان با کاربری بین‌المللی در زمینه خطوط پرتو و تحقیقات لیزری خواهد بود.

جایگاه ELI-Beamline در کشور چک با هدف منبع پالس کوتاه ثانویه

شـــدت لیزرها در چنددهه گذشته چندین مرتبه بزرگی افزایش یافته‌اند، ولـــی در حال حاضر این افزایش شـــدت به مرزها رسیده‌است که در آن به دلیل غلبه‌ی اثرات نسبیتی در حرکت ذرات باردار، قوانیـــن برهم‌کنش نور-مـــاده تحت‌تاثیر میدان نور لیزر، تغییر جدی پیدا می‌کند. با ایجاد چنین میدان‌هایی، مکانیســـم‌های جدیدی برای تولید ذرات پرانرژی، اشعه‌ایکس و اشعه گاما و کاربردهای آنها در زمینه‌های مختلف از جمله فیزیک بنیادی و تحقیقات مواد و علوم‌زیستی به‌وجود می‌آید. اگرچه تاکنون بررسی‌های ارزشمندی با لیزرهای فعلی در روند نزدیک نسبیتی انجام شده است اما کاربردهای فراوان‌تری با به‌کارگیری لیزر در قدرت و شـــدت بالاتر، در مرحله مقدماتی ELI پیش‌بینی شده‌است. توان لیزرهای موجود در سه‌ستون اول ELI، حداقل یک مرتبه بزرگی و در ســـتون چهـــارم، دو مرتبه بزرگی از لیزرهای حاضر، بیشـــتر اســـت. یکی از جنبه‌های مهم ELI امکان تولید پالس‌های بسیار کوتـــاه از فوتون‌های بـــا انرژی بـــالا، الکترون‌ها، پروتون‌ها، نوترون‌هـــا، میون‌هـــا و نوترینوها در رژیم‌های آتوثانیه‌ای[1] و حتی کمتر از آن اســـت. با بهره‌گیری از این امکانات، تحلیل زمانی حرکت ذرات در بازه آتوثانیه‌ای در فیزیک اتمی، مولکولی و پلاسما امکان‌پذیر می‌شود.

جایگاه ELI-ALPS در مجارستان با هدف منبع پالسی نور آتوثانیه‌ای

کتاب سفید، مرجع طراحی فنی ELI

در مرحله آماده‌سازی، بیش از ۱۰۰ نویسنده علمی از ۱۳ کشور تحت رهبری جرارد مورو[2]، آغازگر ELI و تحت هدایت یک کمیته بین‌المللی بررسی‌های علمی مختلفی انجام دادند و در پایان این مرحله، از تلاش آن‌ها، کتاب ســـفید ELI[3] تهیه شـــده که شـــامل توضیح جامع از مفاهیم طراحی فنی ELI

1 1 auto-second=10^{-18}s
2 4Gérard Mourou
3 3ELIWhiteBook

و موارد علمی تا پایان سال ۲۰۱۰ می‌باشد. این کتاب، مرجعی برای گزارش‌های طراحی فنی است که توسط سه‌سایت ELI-Beamlines، ELI-ALPS و ELI-NP متناسب با برنامه‌های صندوق سرمایه‌گذاری‌های اتحادیه اروپا منتشر می‌شود.

ستون‌های پروژه ELI

پروژه ELI بر چهار ستون استوار است که سه‌تای آن‌ها در جمهوری چک، مجارستان و رومانی با حجم سرمایه‌گذاری‌ای بالغ بر ۸۵۰ میلیون یورو پیاده‌سازی شده که بیشتر آن از صندوق توسعه منطقه‌ای اروپا[4] تامین گشته است. تاسیسات خط پرتو (ELI-Beamline) در نزدیکی پراگ در جمهوری چک، بر بهبود منابع پالس کوتاه ثانویه متمرکز خواهد بود. لیزرهای با قدرت و آهنگ تکرار بالا در این مرکز برای آزمایش‌های فیزیک با شدت نزدیک 10^{23} W/cm^2 و بررسی فیزیک پلاسما و اثرات غیرخطی الکترودینامیک کوانتومی مناسب خواهند بود. در مجارستان، منبع پالسی نور آتوثانیه‌ای (ELI-ALPS) تاسیسات منحصربه‌فردی است که چشمه‌های نور پالسی ابرکوتاه با آهنگ تکرار بالا (10^{18}-10^{19} هرتز) در گستره پهنی از فرکانس‌ها و اشعه‌ایکس (10^{12} هرتز)، فراهم می‌کند و گرفتن عکس در مقیاس درجه‌یک (یک‌میلیاردم یک‌میلیاردم ثانیه) از حرکت الکترون‌ها در اتم‌ها، مولکول‌ها، پلاسما و مواد جامد را امکان‌پذیر می‌نماید.

در رومانی تاسیسات فیزیک هسته‌ای (ELI-NP) روی فیزیک هسته‌ای بر پایه لیزر تمرکز خواهد داشت. در این مرکز، پرتو دو لیزر 10 PW به هم می‌پیوندند و شدت 10^{23}-10^{24}W/cm^2 را می‌سازند و همچنین در این مرکز یک پرتو گاما پرشدت و شفاف از پس‌پراکندگی کامپتون ایجاد می‌شود که در آن یک لیزر همدوس از باریکه الکترونی یک شتاب‌دهنده معمولی پس‌پراکنده شده است.

درباره مکان ستون چهارم ELI، که مهمترین ستون هم هست، هنوز تصمیم‌گیری نهایی نشده است. انتظار می‌رود، توان لیزر به‌کار رونده در این محل، یک مرتبه‌بزرگی بزرگ‌تر از لیزر بخش‌های دیگر باشد.

جایگاه ELI-NP در رومانی (متمرکز بر فیزیک هسته‌ای)

ELI از کجا آغاز شد؟

پروژه زیرساخت نوری بی‌نهایت در ابتدا به وسیله جامعه علمی لیزر اروپایی و شبکه بزرگ تاسیسات ملی لیزر (آزمایشگاه لیزر اروپا) روی موضوع آماده‌سازی نخستین نقشه راه استراتژی اروپایی در زیرساخت‌های تحقیقاتی در سال ۲۰۰۵ آغاز شد. در فاصله سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ پروژه‌ی ELI در مرحله مقدماتی به بودجه کمیسیون اروپا شامل ۴۰ آزمایشگاه از ۱۳ کشور، پیوند خورد. جرارد مورو که آغازگر پروژه ELI بود، به‌عنوان هماهنگ کننده مرحله مقدماتی کار معرفی شد. در سال ۲۰۰۹، جمهوری چک، رومانی و مجارستان مجوز پیگیری ساخت‌وساز ELI را پیدا کردند و به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۱، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۴ زیرساخت‌های مالی لازم برای ادامه کار آن‌ها از سوی کمیسیون

بیشینه توان قابل دست‌یابی در پروژه ELI، ۱۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ وات (برابر ۱۰ پتاوات) و دیرش تپ‌های این لیزر از رده‌ی 10^{-14} ثانیه (۱۰ فمتوثانیه) خواهد بود. برای مقایسه توجه کنید که برای برش آهن و فولاد می‌توان از لیزرهای فیبری ۵۰۰ واتی بهره گرفت.

پرشدت‌ترین خط پرتو لیزری در سراسر جهان در پروژه‌ی ELI دست‌یافته خواهد شد.

4 5European Regional Development Fund (ERDF)

بیشترین قله‌ی توان قابل دستیابی در پروژه ELI ۱۰۰۰ برابر توان پروژه NIF است.

اطلاعات بیشتر:
https://eli-laser.eu/the-/eli-project

اروپا، تاسیسات فیزیک هسته‌ای و منبع پالسی نور آتوثانیه‌ای ELI تضمین شد. هر سه این تاسیسات در سال ۲۰۱۸ شروع به کار خواهند کرد.

پروژه ELI برای توان خروجی در رده نزدیک اگزاوات[5] طراحی شده است و بیشترین قله‌ی توان قابل دستیابی در آن ۱۰۰۰ برابر توان پروژه‌ی NIF[6] یا پروژه لیزر مگاژول[7] است. این توانایی شگفت‌انگیز از راه گردآوری انرژی لیزر در یک تپ کوتاه فمتوثانیه‌ای و یا در اندازه‌ی چند تناوب نوری، رخ می‌دهد. وقتی لیزر تا اندازه یک طول‌موج نور (در یک لکه چند میکرومتری) کانونی می‌شود، دستیابی به ابرشدت‌هایی از گستره‌ی $10^{25}W/cm^2$ ممکن می‌گردد. این درگاه تازه، برای نخستین بار نفوذ بیشتر در لایه‌های اتمی را میسر می‌سازد و امیدبخش یافته‌های تازه برای لایه‌های هسته‌ای است. ELI همچنین رویکرد نوینی برای فیزیک ذرات انرژی بالا، نجوم و زمینه‌هایی که پیش از این با شتاب‌دهنده‌ها بررسی می‌شدند، فراهم می‌آورد و ممکن است فیزیک ذرات بنیادی را کاملا دگرگون کند؛ به‌طوری که در آن ذرات باردار، الکترون‌ها و یون‌ها جایگزین فوتون‌های بدون جرم و بار شوند و الگوهای بر پایه تکانه با الگوهایی بر پایه انرژی جایگزین گردند.

برنامه ELI از لحاظ علمی بسیار بلندپروازانه است و نیازمند روبروشدن با سخت‌ترین چالش‌های فنی است. برای نمونه، به حداکثر قله توان در گستره ۲۰۰ پتاوات[8] نیاز دارد و لازم است که بزرگ‌ترین تک شات را تولید کند. همزمان باید برای بیشینه کردن نسبت سیگنال به نویز، به بالاترین توان میانگین و یا آهنگ تکرار دست یافته شود.

با یک تک پرتو نمی‌توان به توان نزدیک اگزاوات رسید؛ بنابراین، این طراحی نیازمند توسعه لیزر است.

با لیزر Ti:Sapphire یا تقویت‌کننده‌های نوری با تپ‌های چهچهه‌ای[9] (OPCPA)، می‌توان به تپ‌هایی با بیشینه توان ۱۰ پتاوات دست یافت. سپس باید این تپ‌ها با انرژی ۳۰۰ ژول با دیرش[10] زمان ۳۰ فمتوثانیه با شدت تضاد بسیار عالی (بیشتر از 10^{15} برای آزمایش‌های با هدف جامد) یکدست شود. برای بیشینه توان نیازمند به هم‌فازسازی حداقل ۱۰ پرتو با توان ۱۰ پتاوات و پایداری مکانیکی و پایداری پمپ نوری 1% است و ۱۰ بازوی نوری باید در دقت λ/20 نگه داشته شود.

هم‌اکنون ELI چه می‌کند؟

در حال حاضر، ساخت‌وساز در جمهوری چک، مجارستان و رومانی در حال تکمیل شدن است. چالش باقیمانده این است که شرایط لازم برای این مراکز پدید آید تا فراتر از کاربران اروپایی، به عنوان امکانات بین‌المللی منحصربه‌فرد لیزری میان همه کاربران (مدل ERIC) شناخته شود. پروژه دگردیسی ELI، در راستای همین هدف برنامه‌ریزی شده و هدف آن، تکمیل مرحله اجرای ELI با در نظر داشتن تبدیل از ۳ ساختار مستقل به

5 Sub-exawatt, 1 Exawatt = 10^{18}W

6 National Ignition Facility

7 Laser Megajoule

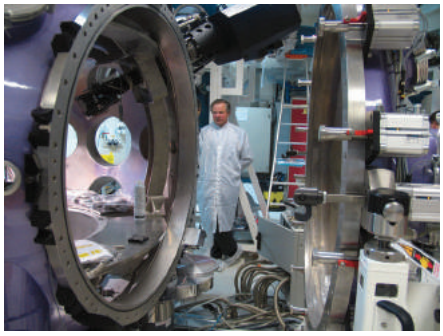
8 1 Petawatt (PW) = 10^{15}W

9 Optical Parametric Chirped Pulse Amplification

10 Duration

سمت یک نهاد قانونی بین‌المللی، با عنوان اتحادیه زیرساخت‌های تحقیقاتی اروپایی[11] (ELI-ERIC) است. این اهداف شامل:

- طراحی مفهومی آینده «مدل کسب‌وکار»؛
- آماده‌سازی «طرح کسب‌وکار»؛
- مدیریت انتقال حمایت مالی از صندوق‌های سرمایه به عملیات تأمین مالی ERIC می‌باشد و پیشنهادها برای دستیابی به این اهداف در ۱۱ بسته عملی ساماندهی شده است.



ادامه تجهیز تاسیسات در پروژه ELI

ELI کجای دنیا را بهبود می‌بخشد؟

بهترین دستاورد پروژه‌ی ELI، شدت لیزری ابرنسبیتی است که با آن می‌توان به زیرساخت‌هایی هم‌چون بالاترین میدان الکترومغناطیسی، امکان حرکت دادن الکترون‌ها و یون‌ها به کمک نور تا سرعت‌های نسبیتی، تولید پرتوهای همدوس و یا غیرهمدوس ایکس و یا گاما و امکان دستیابی به تپ‌های کوتاه‌تر تارده زپتوثانیه[12] و یا یاکتوثانیه‌ای[13] را فراهم می‌کند و این چهار زمینه به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر، ابزارهای ساختاری دینامیکی قدرتمندی را به وجود می‌آورند. چهار ستون ELI به دلیل همین چهار زمینه، طراحی شده‌اند.

11 European Research Infrastructure Consortium

12 1 zepto-second = 10^{-21} s

13 1 yocto-second = 10^{-24} s

تصویربرداری با اشعه ایکس و گاما، با ELI متحول خواهد شد.

این پروژه دروازه‌ای به رژیم‌های جدید در فیزیک بنیادی خواهد بود. با اختراع فناوری‌های تازه مانند شتاب‌دهنده‌های جدید لیزر پلاسمایی می‌توان به ذرات و منابع فوتون با انرژی بسیار بالاتر از حد فیزیکی فناوری‌های متعارف دست یافت. پروژه ELI با توجه به تحقیقات پایه‌ای در زمینه روش‌های جدید رادیوگرافی و فیزیک هاردون (ذرات درون‌هسته‌ای)، به خدمات اجتماعی در زمینه پزشکی کمک می‌کند. همچنین با بهره‌گیری از پرتوهای ایکس پالسی بسیار کوتاه لیزری جدید، به علم مواد کمک می‌کند و تجزیه و تحلیل اثرات دینامیک در میکروالکترونیک امکان‌پذیر می‌شود. بررسی و کنترل فرایندهای پیری در مواد تحت شرایط پرشدت، مانند راکتورهای هسته‌ای کمک می‌کند و با ارائه راه‌های جدید برای مواجهه با زباله‌های هسته‌ای، به حفاظت از محیط‌زیست می‌انجامد. این تاسیسات با توجه به ویژگی‌های منحصربه‌فردش به عنوان نخستین تسهیل‌کننده بین‌المللی لیزر، عصر جدیدی از تحقیقات مبتنی بر لیزر را باز می‌کند و بهترین پژوهشگران جهان را به فرصت‌های تحقیقاتی ارزشمند در سراسر جهان جذب می‌کند. ELI انتقال فناوری تهاجمی را بهبود خواهد بخشید و زمینه‌هایی مانند مهندسی شتاب‌دهنده‌های لیزری و ذرات، داروشناسی هسته‌ای، تومورشناسی،

گروهی از پژوهشگران ELI

همگام با صنعت، همراه با محیط زیست

تمیزکاری با لیزر

نجمه‌السادات حسینی‌مطلق
hosseinimotlagh@gmail.com

در شماره قبل به تمیزکاری لیزری و کاربرد آن در حفظ و مرمت آثار باستانی اشاره کردیم. در این شماره به کاربرد این روش در صنعت می‌پردازیم.

1980

در سال ۱۹۸۰ برای اولین‌بار سوزان آلن و همکارانش از دانشگاه فلوریدا، روشی را با استفاده از لیزر برای حذف ذرات باقیمانده سیلیکونی از سطح ابزارهای الکترونیکی ارائه دادند.

همواره تمیزکاری سطوح نیازمند روش‌هایی است که سطوح زیرین را دچار سایش نکند و خطرناک نباشد تا بتواند جایگزین روش‌های شیمیایی و مخرب قدیمی شود. روش‌های قدیمی به سطوح اصلی آسیب می‌زد و پسماند زیادی تولید می‌کرد. همچنین به‌علت استفاده از مواد شیمیایی، برای محیط‌زیست نامناسب و زیان‌بخش بود. در واقع استفاده از محلول‌های شیمیایی، پسماندهای مایع زیادی تولید می‌کرد که پتانسیل تولید بخارهای سمی را داشت. با معرفی دستورالعمل Montreal (این دستورالعمل در راستای بهبود سلامت عمومی، محیط زیست و کاهش استفاده از محلول‌های شیمیایی مثل CFCs[1] که اغلب در صنعت برای تمیزکاری مورد استفاده قرار می‌گیرد) انتظار می‌رفت شکل صنعتی قابل دسترس از تمیزکاری و سازگار با محیط‌زیست در چند سال آینده به عرصه ظهور برسد. تمام این موارد صنایع را به سمت استفاده از لیزر برای تمیزکاری پیش برد.

در سال ۱۹۸۰ برای اولین‌بار سوزان آلن و همکارانش از دانشگاه فلوریدا، روشی را با استفاده از لیزر برای حذف ذرات باقیمانده سیلیکونی از سطح ابزارهای الکترونیکی ارائه دادند. در این روش از مخلوط آب و الکل برای افزایش اثر لیزر با توجه به اثر تبخیر سریع از مایع استفاده شد. بعدها با توجه به گسترش لیزرهای متفاوت و ویژگی‌های مطلوب این روش، تمیزکاری لیزری به صورت گسترده در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفت. از مزایای تمیزکاری لیزری می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. از هیچ حلال یا ماده شیمیایی استفاده نمی‌شود. از این‌رو پسماند خطرناک ندارد و بسیار با محیط‌زیست سازگار است.

۲. تنها همان مقدار ماده را که مایل به حذف آن هستیم، حذف می‌کند.

۳. دقت و سرعت کار را زیاد می‌کند.

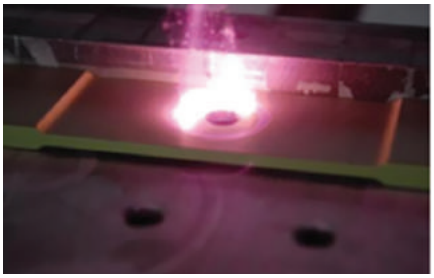
۴. بدون تماس و تخریب نمونه، به‌صورت اتوماتیک و امن عمل می‌کند.

۵. علاوه بر حالت اتوماتیک، به‌صورت دستی هم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶. کیفیت بالایی دارد.

1 Chlorofluorocarbons

۷. به سطوح اصلی آسیب نمی‌زند.
۸. ایده‌آل برای بسیاری از پوشش‌ها و سطوح فلزی است.

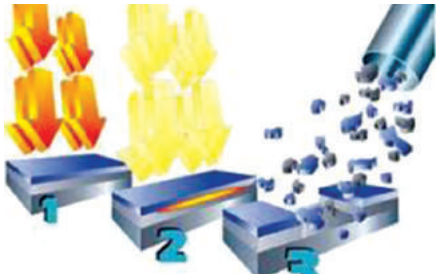


تمیزکاری در صنایع مختلف کابردهای متفاوتی دارد و البته در بسیاری از صنایع موردتوجه است اما به‌صورت خاص در فرایندهای ساخت و تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ یعنی جایی که سطوح را برای پروسه‌های بعدی مثل رنگ کردن یا جوشکاری آماده می‌کنند، نیاز به تمیزکاری اولیه دارند. این روش برای حذف رنگ، بهبود سطح، حذف روغن و زنگ‌زدگی، تمیزکردن قاب، تمیزکردن ابزارهایی برای برچسب‌گذاری و علامت‌گذاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین حذف پوشش‌های رنگی از سطوح ظریف، ایجاد نوارهای عایق در نیمه‌هادی‌ها، حکاکی کردن روی سطوح و حذف باقیمانده اثرات جوش از روی سطوح همه از کاربردهای تمیزکاری با لیزر هستند. از این روش در ابعاد بزرگ‌تر مثل حذف زنگ‌زدگی از پل‌ها و حذف آلاینده‌ها از قطار و هواپیما مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تقریبا همه لیزرهای صنعتی که کاربرد تمیزکاری دارند، از نوع لیزرهای پالسی هستند؛ هرچند دارای توان، طول موج و پارامترهای پالس متفاوت هستند اما ساز و کار عملکرد مشابهی دارند. در واقع نکته قابل‌تأمل بهینه کردن نتیجه کار با توجه به شرایط محیطی و ویژگی‌های لیزر است.

عمق کندگی لیزر، در زمانی حدود ۵ تا ۱۰ میکروثانیه قابل کنترل است و این مسئله تمیزکاری لیزری را قابل کنترل می‌کند. این مورد زمانی اهمیت پیدا می‌کند که تنها لازم باشد بخشی از یک پوشش حذف شود. یک پالس لیزری در حدود میکرو تا میلی‌ثانیه، سطح مورد نظر را هدف می‌گیرد. انرژی رسیده به لایه بالایی نمی‌تواند باعث تخریب سطح شود؛ در حالی که حاصلش تبخیر آلودگی‌ها خواهد بود و باقی‌مانده آنها به‌صورت ذرات گردوغبار دور می‌شوند. این ذرات می‌توانند با یک سیستم تصفیه جمع‌آوری شوند. این فرایند تا جایی تکرار می‌شود که حذف آلودگی‌ها به میزان مطلوب برسد. نور لیزر تنها توسط مواد ارگانیک مثل رنگ‌ها یا مواد لاستیکی جذب می‌شود. بنابراین زیرلایه‌های غیرارگانیک مثل سطوح فلزی نمی‌توانند تحت‌تأثیر لیزر قرار بگیرند و آن را بازتاب می‌کنند. در واقع هیچ فرایند مکانیکی، حرارتی یا شیمیایی روی سطوح زیرین رخ نمی‌دهد.

محدوده وسیعی از لیزرهای پالسی وجود دارد که



شامل لیزرهای Nd:YAG، CO_2 و لیزرهای دیودی می‌شوند، اما بسته به عمقی که نیاز به حذف دارد، لیزر خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از میان لیزرهای پالسی که برای تمیزکاری کاربرد دارند، CO_2-TEA جزو لیزرهای پرکاربرد به‌شمار می‌رود.

با توجه به آنچه بیان شد، می‌توان نتیجه گرفت که لیزر در تمیزکردن سطوح، با صرف کمترین زمان و رسیدن به بالاترین بازده و کمترین اتلاف، نقش بسزایی را بازی می‌کند. بنابراین، روش تمیزکاری در سال‌های آینده جایگاه خود را بیش از پیش در صنایع به دست خواهد آورد.

دستگاه‌های لیزر تمیزکننده متحرک که برای کاربردهای صنعتی بزرگ استفاده می‌شوند، این قابلیت را دارند که در زمانی حدود ۴۵ تا ۶۰ دقیقه سطوحی در حد ۹ فوت مربع را به طور کامل پاکسازی کنند که موجب صرفه جویی زیادی در زمان می‌شود

از حفاری دورانی تا برش سنگ با لیزر

برای رسیدن به طلای سیاه

مرضیه‌سادات حافظی
mhafezi.slpm@gmail.com

صنعت نفت و گاز، یکی از قدیمی‌ترین صنایع در کشور ما محسوب می‌شود. چالش اصلی در صنعت نفت شناسایی استراتژی‌هایی جهت بیشینه کردن پتانسیل تولید ذخایر کشف شده و بهینه کردن سرمایه‌گذاری‌های آینده به منظور کاهش ریسک و هزینه در فعالیت‌های اکتشاف و بهره‌برداری و همچنین کمینه کردن اثرات زیست‌محیطی است. بنابراین همیشه انتظار صنایع بالادستی نفت از شرکت‌های حفاری، ابداع روش‌های سریع‌تر و ارزان‌تر حفاری و احداث چاه بوده است. در این مقاله به بررسی کاربرد لیزر در حفاری چاه‌های نفت و گاز، فعالیت‌های صورت گرفته در این زمینه در ایران و پیش‌بینی نقش این فناوری در آینده صنعت نفت و گاز می‌پردازیم.

پیش از شروع

قرن‌هاست که نفت و گاز در زندگی بشر نقش بسیار مهمی را بازی کرده است. تاریخچه استفاده از نفت به ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد بازمی‌گردد. صنعت نوین نفت و گاز در اواخر قرن ۱۹ میلادی متولد شد و روش‌های حفاری متفاوتی جهت رسیدن به این ماده ارزشمند طی سال‌های متمادی ارائه شده است. اولین فعالیت‌های اکتشافی در ایران هم توسط شرکت Hotz در دالکی در سال ۱۸۸۴ میلادی انجام گرفت که منجر به کشف نفت نشد. آغاز فعالیت صنعت نفت در ایران به کشف چاه شماره یک در پنجم خرداد ۱۲۸۷ بازمی‌گردد.

نیاز صنعت

شیوه‌های مرسوم حفاری دورانی که برای اکتشاف و استخراج نفت خام و گاز طبیعی به کار می‌رود، فرآیندهایی بسیار پیچیده و پرهزینه هستند. در مواجهه با چالش‌های مربوط به افزایش تقاضای نفت، شرکت‌های فعال در این حوزه به جست‌وجوی روش‌های اقتصادی برای کاهش هزینه‌های حفاری پرداختند. در این راستا، چندین تکنیک حفاری جدید بر مبنای تخریب

سنگ با استفاده از روش‌های مکانیکی، حرارتی، هیدرولیکی، گداخت، تبخیر و شیمیایی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. از روش‌های جدیدتر می‌توان قوس‌الکتریکی، پلاسما، دریل‌های مافوق صوت و لیزر را نام برد. با ظهور لیزرهای توان بالا، پژوهشگران حوزه صنایع نفت و گاز متوجه پتانسیل بالای این ابزار در حفاری چاه‌های نفت و گاز شدند.

از ایده تا عمل

امکان استفاده از لیزر برای سوراخ‌کاری و خرد کردن سنگ از زمان ساخت لیزرهای پرتوان در صنعت نفت و گاز مورد بحث قرار گرفته است. در دهه ۱۹۶۰ میلادی تلاش‌هایی جهت توسعه دریل بر مبنای لیزر CO_2 صورت گرفت ولی در آن زمان مهندسان به این نتیجه رسیدند که این فناوری از لحاظ اندازه و پیچیدگی برای این منظور هنوز به بلوغ کافی نرسیده است. در سال ۲۰۰۲ رامونا گریوز[1]، پژوهشگر دانشکده معدن کلرادو[2] (CSM) پتانسیل حفاری لیزری را با تخریب سنگ توسط یک لیزر شیمیایی پیشرفته با طول موج در ناحیه مادون‌قرمز میانی نشان داد و توانایی یک لیزر دیودی توان بالا در سوراخ‌کاری سنگ و صخره را مشخصه‌یابی کرد. در این زمان هنوز فاصله زیادی بین فناوری و صنعت وجود داشت که مانع از تجاری شدن این فناوری می‌شد.

ورود به بازار صنعت

معرفی لیزر فیبر ۱۰ کیلو واتی شرکت IPG Photonics در سال ۲۰۰۸ چشم‌انداز جدیدی از تجاری‌سازی حفاری لیزری را پیش‌روی صنعت نفت و گاز قرار داد. یک سال بعد این شرکت با همکاری CSM شروع به توسعه فرآیندی کرد که در آن لیزر قادر بود فرآیند سوراخ‌کاری را مشابه محصولات تجاری موجود انجام دهد و در کنار آن امکان استفاده به عنوان یک سیستم لیزری حفاری را داشته باشد. چندی بعد، رقیب تجاری IPG Photonics یعنی شرکت Foro Energy در سال ۲۰۱۴ دستگاهی متشکل از لیزر فیبر و مته الماسه پلی کریستالی فشرده ارائه داد که توانایی سوراخ‌کاری سنگ‌هایی با مقاومت فشاری بالای ksi30 را بهتر از روش‌های مرسوم داشت. این دستگاه توانست تمامی انواع سنگ‌های موجود در کاربردهای صنعت نفت، گاز و زمین گرمایی را با مته‌های با قطر ۴، ۶ و ۸/۵ اینچ سوراخ‌کاری کند. متخصصان شرکت در آزمایشی موفق شدند با ترکیب پرتو لیزر و دستگاه دریل، سوراخی به عمق ۱۲ فوت در دولومیت با مقاومت فشاری ksi30 ایجاد نمایند. هدف از انجام این آزمایش که با همکاری آژانس پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته[3] (ARPA-E) و CSM انجام گرفت، نمایش سرعت بالاتر دستگاه لیزری در سوراخ‌کاری سنگ‌های کریستالی فوق‌سخت در مقایسه با سامانه‌های مرسوم سوراخ‌کاری بود. با این آزمایش نشان داده شد که استفاده از دستگاه لیزری علاوه بر افزایش سرعت و کاهش هزینه، نیاز به اعمال فشار روی مته توسط وزن زیاد را تا حد زیادی تقلیل می‌دهد و از این طریق عمر مفید مته افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که شرکت Foro Energy بیش از ۲۰۰ سال تجربه فنی در زمینه مهندسی نفت دارد، و از مهم‌ترین تجربیات این شرکت به کارگیری لیزرهای توان بالا، برای نخستین بار در این زمینه است.

حفاری با لیزر نسبت به روش‌های مرسوم مزایای متعددی دارد؛ از جمله سرعت نفوذ بالا، کاهش روزهای کاری دکل حفاری و مدت زمان توقف حفاری، کاهش هزینه‌ها، افزایش کنترل بر فرایند حفاری، ایجاد قطر یکسان از سطح تا ته چاه،

1 Ramona Graves
2 Colorado School of Mines

3 Department of Energy's Advanced Research Projects Agency-Energy

چینی‌ها اولین کسانی بودند که حدود ۳۰۰ سال پس از میلاد مسیح دست به حفاری و استخراج نفت زدند. آن‌ها با استفاده از مته‌هایی که به تیرک‌های بامبو متصل کرده بودند، توانستند چاه‌هایی به عمق ۲۴۰ متر حفر کنند.

کاهش احتمال گیر لوله‌های حفاری و کاهش آلودگی محیط‌زیست.

حفاری لیزری در صنعت نفت ایران

در سال ۸۹ آزمایش‌هایی به منظور بررسی کارایی فناوری لیزر در صنعت نفت و گاز ایران صورت گرفت. نتایج این پژوهش‌ها روی برخی از نمونه‌های سازندهای جنوب‌غربی ایران نشان دادند که در نمونه‌های غیراشباع، ماسه سنگ دارای بیشترین سرعت حفاری بوده و در نمونه‌های اشباع، شیل بیشترین سرعت حفاری را داراست. با توجه به این‌که بیشتر سازندهای حفاری شده در ایران از نوع شیل یا ماسه سنگ است، می‌توان نتیجه گرفت که ورود این سیستم به صنعت حفاری ایران، می‌تواند انقلاب بزرگی در این صنعت ایجاد کند. برای ارزیابی دقیق‌تر این موضوع، نیاز به آزمایش‌ها و مطالعات متعدد میدانی می‌باشد.

در سال ۹۴ هم برای مقایسه عوامل زمان و هزینه در حفاری دورانی با حفاری لیزری یک مطالعه میدانی روی یکی از چاه‌های جنوب‌غربی کشور صورت پذیرفت. نتایج این بررسی‌ها نشان دادند که استفاده از لیزر پالسی Nd:YAG می‌تواند سبب کاهش ۱۰ و ۱۸ درصدی زمان و هزینه‌های حفاری شود.

در مجموع، ورود فناوری لیزر به صنعت نفت و گاز ایران نیازمند مطالعات و بررسی‌های دقیق است.

نگاه به آینده

در این بخش مروری داریم بر خلاصه گزارش‌های ارائه شده توسط موسسات تحقیقات بازار در رابطه با تحلیل صنعت سوراخ‌کاری لیزری و به ویژه حفاری لیزری در صنعت نفت و گاز.

سوراخ‌کاری لیزری را از دیدگاه کاربرد، می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: سوراخ‌کاری لیزری ضربه‌ای و دورانی. لیزرهای قابل‌استفاده در سوراخ‌کاری و حفاری علاوه بر صنعت نفت و گاز در صنایع متنوعی چون خودروسازی، هوافضا، سرامیک و الکترونیک کاربرد فراوانی دارد که جزو محرک‌های اصلی برای این بازار به حساب می‌آید.

فراوانی ذخایر نفت و گاز در سراسر دنیا و افزایش فعالیت‌های حفاری برای استخراج ذخایر هیدروکربنی می‌تواند تاثیر مستقیمی بر بازار حفاری لیزری داشته و نیاز به آن را افزایش دهد. نتایج بررسی‌های چندین آزمایشگاه تحقیقاتی در سراسر دنیا نشان می‌دهد که به دلیل دقت و سرعت بالاتر لیزر در حفاری، می‌توان آن را گزینه‌ای مطلوب در مواردی که نیاز به دقت بالا در صنعت نفت و گاز و زمین گرمایی باشد، به‌شمار آورد. همچنین استفاده از لیزر، آسیب‌های زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد و در صورتی که دستگاه‌های لیزری مناسب و کارا برای حفاری در صنعت نفت و گاز ارائه شوند، می‌توانند کاربرد وسیعی در این صنعت پیدا کنند.

طبق پیش‌بینی‌های صورت گرفته، شرکت‌های کلیدی و تاثیرگذار در بازار سوراخ‌کاری لیزری در سراسر دنیا شامل JK lasers، RESONETICS، Laserage Technology Corporation، EDAC Technologies Corporation، SCANTECH LASER PVT. LTD.،Lenox Laser، IPG Photonics، Rofin-SinarTechnologies,Inc.، Newport Corporation و Coherent, Inc. خواهند بود.

به طور خلاصه می‌توان گفت امکان استفاده از لیزر در صنعت حفاری به عنوان یک سامانه کارآمد، هنوز توسط پژوهشگران و مهندسان در دست مطالعه و بررسی است و برای رقابت با فناوری‌های موجود نیازمند زمان خواهد بود؛ هرچند برخی از مطالعات جایگزین شدن فناوری لیزر با روش‌های مرسوم را طی سال‌های آتی پیش‌بینی می‌کند. بنابراین، فعالیت در بازار صنعت حفاری نفت و گاز فرصتی برای شرکت‌های تولیدکننده لیزرهای سوراخ‌کاری در آینده به حساب می‌آید.

پرتو لیزر مانند یک رادار به طور دورانی به سطح سنگ برخورد کرده، روی آن ترک‌ها و شکستگی‌هایی ایجاد می‌کند که باعث سست شدن آن خواهد شد. با کمک لیزر، با صرف انرژی مکانیکی کمتری می‌توان سنگ‌ها و صخره‌ها را خرد نمود. (Foro Energy)

ایجاد سوراخی به عمق ۱۲ فوت در دولومیت توسط دستگاه لیزری ساخت شرکت Foro Energy

منابع:

وحید دخانی، تاریخچه فعالیت‌های بالادستی صنعت نفت ایران در سده گذشته (۱۳۸۷-۱۲۸۷)، اکتشاف و تولید، شماره ۵۰، مهرماه ۸۷

مهدی بخت‌بیدار، محسن قربانخانی، بهبود سرعت حفاری با استفاده از تکنولوژی لیزر، اکتشاف و تولید، شماره ۷۱، شهریور ۸۹

داریوش شیرمردی، برزو عسگری، امیرافضل کیانی شاهوند، بررسی عوامل زمان و هزینه در حفاری دورانی و لیزری، ماهنامه علمی-ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز، شماره ۱۲۴، تیرماه ۹۴

VikasMahto, M Hamid Siddque, Application of High Power Laser in Oil and Gas Well Drilling: An Overview, Proceedings of the National conference on Advances in Lasers and Spectroscopy (ALS-2012) 01-03 November, 2012,ISM Dhanbad, India

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_petroleum_industry

http://www.historylines.net/history/chinese/oil_well.html

http://www.jonesoil.ie/blog/how-oil-has-propelled-society/

http://www.industrial-lasers.com/articles/2014/04/oil-and-gas-industries-turn-to-laser-drilling-to-cut-through-rock.html

http://spie.org/newsroom/5288-high-power-fiber-lasers-for-geothermal-oil-and-gas-industries

http://www.foroenergy.com/

http://www.transparencymarketresearch.com/laser-drilling-market.html

https://www.researchandmarkets.com/research/cm566l/laser_drilling

http://www.abnewswire.com/pressreleases/global-laser-processing-market-size-share-trends-and-forecast-by-2025-market-research-report-2017_111792.html

تک سلولی های زنده لیزر می دهند

لیزرهای تک سلولی بیولوژیکی

میترا رفاهی زاده
mrefahizadeh@yahoo.com

بیش‌تر از ۵۰ سال است که لیزرها تاثیر بسزایی در صنعت و دانش روز دنیا داشته‌اند اما ساخت لیزر تاکنون تنها از مواد مصنوعی بـا بهره‌ی اپتیکی مثل بلورهـای دارای ناخالصـی، نیمه‌هادی‌ها، رزین‌های[1] شـیمیایی و گازهـای خالص انجام گرفته اسـت. در این پژوهـش از پروتئین‌های فلوئورسـان[2] در سـلول‌ها، به عنـوان محیط بهره پایدار برای تقویت اپتیکی اسـتفاده شـده و نخسـتین عملکرد موفقیت‌آمیز لیزر سـلول بیولوژیکی بر پایه پروتئین فلوئورسـان سـبز[3] GFP گزارش می‌شـود. در این گزارش لیزرهای پروتئینی درون آزمایشـگاهی بـا بهره‌گیری از محلول‌هـای GFP نوترکیب و یک لیـزر بر پایه تک‌سـلولی‌های زنده، بـه دنیای علـم معرفی می‌شود.

به گفته دیگر، هنگامی که سـلول‌های مستقل، درون میکروکاواک‌های با ضریـب کیفیت (Q) بزرگ و با تپ‌هـای[4] نانوژول/نانوثانیه‌ای دمش اپتیکی می‌شـوند، گسـیل لیزری درخشان[5]، جهت‌مند و با گسـتره طیفی باریک در مدهای طولی و عرضی پدید می‌آورند. شگفت آن که این سلول‌های لیزرگسیل[6] حتی پس از کارکرد لیزری طولانی، زنده می‌مانند! دست‌یابی به این تقویت نور و لیزر درون دسـتگاه‌های بیولوژیکی امکان شـکل تازه‌ای از آشکارسـازی[7]، یاخته‌سنجی[8] و تصویربرداری درون سـلولی را برای آینده‌ای نزدیک فراهم می‌آورد.

یکی از اجزای بسـیار ارزشـمند این پژوهش، پروتئین‌های فلوئورسـان سبز یا GFP ها هستند که پیـش از ایـن از چتردریایـی (A.Victoria)

1 .Dye
2 .Fluorescent Proteins
3 Green Fluorescent Protein
4 .Pulse
5 .Bright
6 .Lasing cells
7 .Sensing
8 .Cytometry

شکل ۱
چتر دریایی گونه‌ای عروس دریایی است که از خود نور می‌دهد. زیستگاه این جانور کرانه‌ی باختری آمریکای شمالی است.

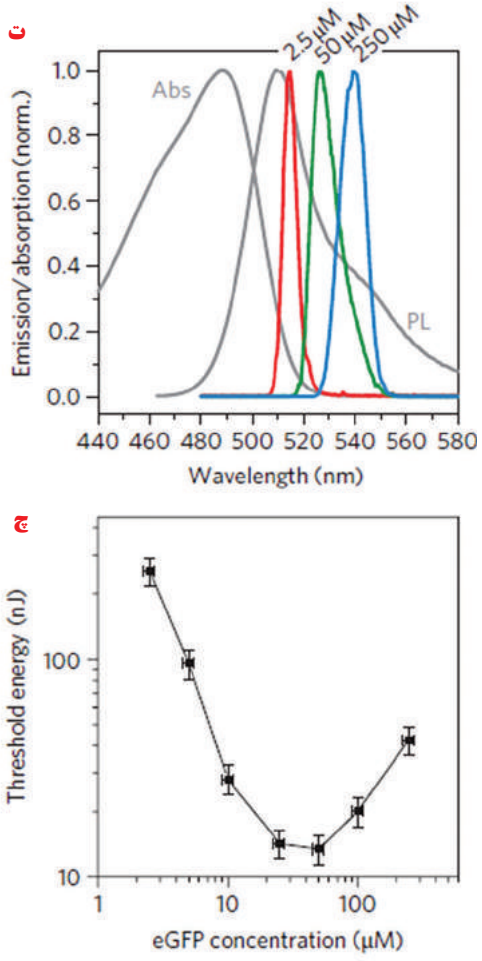
ضریـب کیفیت Q با نسـبت انرژی ذخیره شده به انرژی هدر رفته در هر چرخه نوسان در درون کاواک لیزر، متناسب است.
از ایـن روی Q بزرگ‌تـر برای یک کاواک لیزر، نشانگر اتلاف کمتر است.

بنا بـه تعریـف، درخشـایی یک چشمه‌الکترومغناطیسی عبارتست از توان گسیل شده از واحد سطح چشمه در واحـد زاویه فضایی. درخشـایی باریکه لیزر حتی با توان کم (مثلاً چند میلی وات) چندیـن مرتبه بزرگی از درخشایی درخشان‌ترین چشمه‌های معمولی بزرگ‌تر است.

پالایش شـــده بودند. ایـــن پروتئین‌هـــا، اکنون یک ابزار ضـــروری به عنوان پروتئین نشـــانگر و ردیاب تصویربـــرداری در علم زیست‌پزشـــکی به‌شـــمار می‌آیند. پروتئین فلوئورســـان سبز در ارگانیســـم‌های فراوانی به عنوان یک ژن انتقالی تابع ظاهر می‌شود و از همین روی می‌توان حضور ژن حیوانی را به کمک آن‌ها و با ردیابی شکافت[۹]-GFPها در سلول‌های آزمایشگاهی و تصویرسازی از ســـلول‌های بـــا نشـــانگر GFP در نمونه‌های درون‌جانداری تاییـــد کرد. در ارگانیســـم‌های گوناگـــون، تغییـــر GFP و دیگـــر پروتئین‌های فلوئورســـان می‌تواند به ایجاد پرتوهای گسیلی مختلـــف در کل باند مرئـــی منجر شـــود. این پروتئین‌هـــا، ویژگی‌های اپتیکـــی فوق‌العاده‌ای دارنـــد ماننـــد ســـطح مقطع گـــذار بالاتـــر از 2×10^{-16} cm^2 و بهـــره کوآنتومی فلوئورســـانس نزدیک بـــه 80%، که آن‌هـــا را به گزینه بســـیار امیدبخشـــی برای محیط بهره گســـیل القایی و لیزرهای زیستی تبدیل کرده است. هم‌چنان‌که پیش از این نیز، شـــواهدی از توانایی GFP برای ایجاد لیزر با برانگیختگی دو فوتونی گزارش شده است.

سیستم لیزری پروتئین‌های فلوئورسان

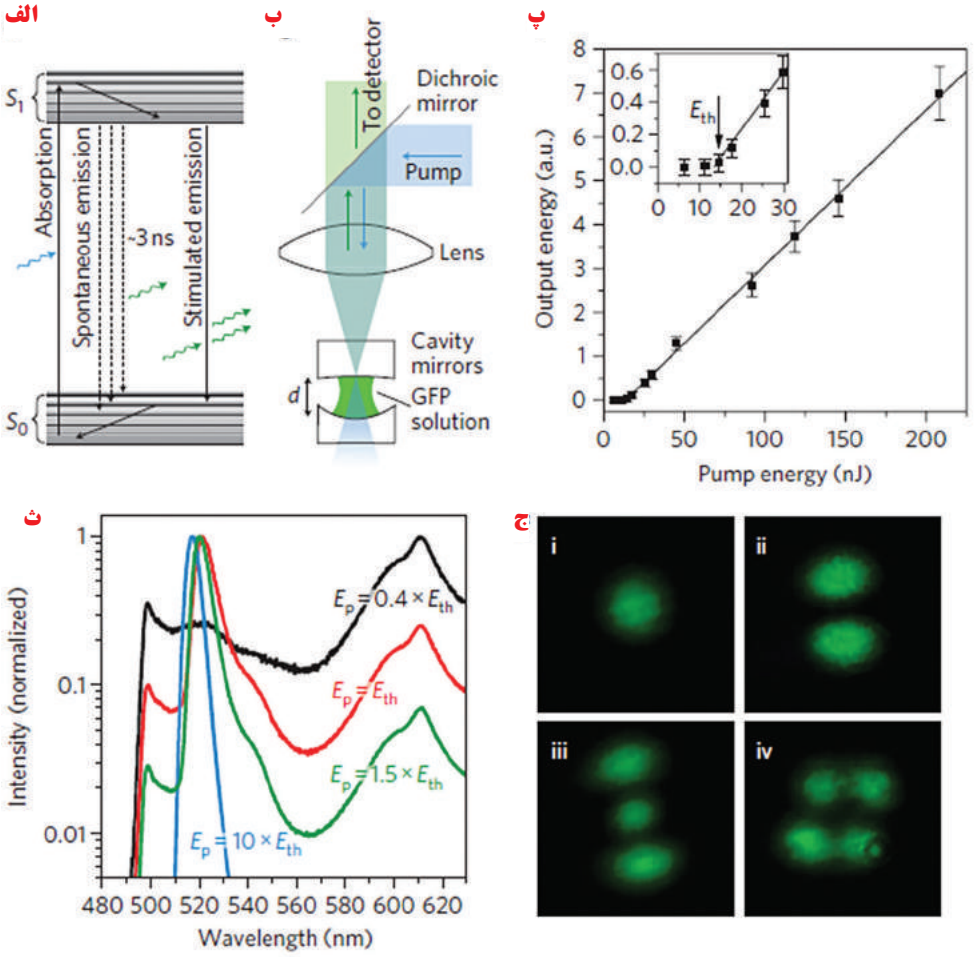
هنگامی‌که پروتئین‌های فلوئورسان با طول‌موج مناسب دمش می‌شـــوند، به صورت یک دستگاه لیزر شبه چهار ترازی درمی‌آیند. این پروتئین در پی جذب فوتون‌های دمش، گذاری از تراز پایه‌ی S_0 به تراز بالاتر S_1 انجام می‌دهد (شکل ۲- الف). هر دو تراز، زیرترازهای ارتعاشی شبه-پیوسته‌ای دارند که گذار می‌تواند میان هر جفت از آن ترازها صورت گیرد برای همین اســـت که طیف جذب و گســـیل اپتیکی این پروتئین‌ها پهن است. به دنبال این جذب، واهلش[۱۰] ســـریع بدون-تابش به پایین‌ترین تراز ارتعاشـــی نیمه‌پایدار S_1 انجام می‌شود و گسیل القایی از این تراز برانگیخته به ترازهای ارتعاشـــی مختلف S_0 رخ می‌دهد. چون نیمه‌عمر تـــراز S_1 از رده‌ی چند نانوثانیه اســـت، وارونی انبوهی میان پایین‌ترین تراز ارتعاشـــی S_1 و زیرترازهای ارتعاشی S_0-که شرایط ضروری برای محیط بهره است- به خوبی با دمش اپتیکی با تپ‌هـــای نانوثانیه‌ای و کوتاه‌تر، دســـت‌یافته می‌شود.



شـــکافت-GFP: پروتئین‌هـــای فلوئورسان ســـبز یا GFPها جایی در ســـلول که ژن‌ها ســـاخته می‌شوند و همزمـــان بـــا دیگـــر پروتئین‌های برچســـب‌دار دیگر تولید می‌گردند. بنابرایـــن، تنها ســـلول‌هایی که ژن برچســـب‌دار و یا پروتئین‌های هدف تولیـــد می‌کنند، در میکروســـکوپ فلورسانسی، فلورسان دیده می‌شوند و از این روش می‌تـــوان برای ردیابی پروتئین‌ها بهره گرفت.

لایه‌نشـــانی دورنگی یا Dichoric به حالتی گفته می‌شود که در آن بازتاب/عبور نور از ابـــزار اپتیکی بـــرای دو طول‌موج مختلف تابیده شـــده به آن، کاملاً متفاوت است.

۹. GFP-fusion
۱۰. Relaxation



شکل ۲

یک لیزر با محلول پروتئین eGFP. الف) نمودار انرژی شبه چهار ترازی eGFP با گذارهای جذبی، واهلش ارتعاشی و گسیل القایی وابسته به آن. ب) طرحواره لیزر محلول پروتئین که در آن نور دمش از یک آینه‌ی دورنگی بازتابیده شده و با یک عدسی که گسیل کواک را نیز گردآوری می‌کند، به درون کواک پر از GFP کانونی می‌شود (فاصله میان آینه‌ها d= 7 mm است). پ) خروجی لیزر به عنوان تابعی از انرژی دمش E_p. داده‌های بالای 14nJ با یک خط برازش شده‌اند. خطوط خطا نشانگر نوفه‌های آشکارساز و تغییر تپ به تپ هستند. شکل درونی بخش پ بزرگ‌نمایی داده‌های نزدیک آستانه عملکرد لیزر (E_{th}) را نشان می‌دهد. ت) طیف فوتولومینسانس خودبه‌خودی (PL) و طیف جذبی بهنجار شده (Abs) یک محلول eGFP با چگالی 10μM و طیف خروجی بهنجار شده میدان لیزری با محلول eGFP با غلظت‌های ۲/۵، ۵۰، ۲۵۰ میکرومولار. ث) طیف بهنجار شده میدان لیزری در انرژی‌های دمش گوناگون (غلظت eGFP 5 میکرومولار است). از آنجا که تراگسیل آینه کواک به‌شدت وابسته به طول‌موج است، طیف زیر آستانه (نمودار سیاه) نیز اساساً با طیف فوتولومیسانس PL در بخش ت متفاوت است. ج) نمایه باریکه تابش لیزری در حالت بهینه (i) و شرایط دیگر (ii-iv)، هم‌ارز با مدهای عرضی TEM_{02}، TEM_{01}، TEM_{00} و TEM_{11}. چ) آستانه نوسان لیزری اندازه‌گیری شده برای غلظت‌های گوناگون eGFP (مربع‌ها). نوارهای خطا نماینده عدم قطعیت در برازش خطی مشخصه‌های ورودی-خروجی (γ) و نیز خطای غلظت محلول‌های مربوطه هستند.

لیزر سبز با محلول پروتئین

در ابتدا برای مشخصه‌یابی پروتئین فلوئورسان سبز GFP به‌عنوان یک ماده دارای بهره، بررسی‌هایی روی حلال‌های مایع به‌دست آمده از کشت باکتریایی انجام شد و یک بازآواگر[11] اپتیکی کم‌اتلاف با دو آینه هم‌کانون (با جدایی d=7 mm و انحناهای ۱۰ و ۵۰ میلی‌متر) ساخته شد. روی هر دو آینه لایه‌نشانی دو رنگی[12] با بازتابندگی بزرگ (R>99.5%) برای بازه طول‌موجی میان 500-560 nm (جهت تقویت طول موج لیزر درون کواک) و عبور زیاد برای طول‌موج λ<480 nm (جهت ورود موج دمش به کواک لیزری از راه آینه‌ها) انجام شد. برای پرهیز از اتلاف بازتاب ناخواسته، فضای میان آینه‌ها از محلولی با غلظت ۵۰ میکرومولار از eGFP پر شد. eGFP یک نمونه جهش‌یافته‌ی طبیعی بسیار پرکاربرد از پروتئین فلوئورسان سبز (GFP) است. تپ‌های

11 .Resonator

12 .Dichroic

سیتوزول Cytosol یا مایع درون سلولی (Intracellular Fluid یا ICF) که گاه ماتریکس سیتوپلاسمی نیز خوانده می‌شود همان مایعی است که درون سلول‌ها یافت می‌شود. سیتوزول مخلوطی پیچیده از مواد محلول در آب است. آب بخش بزرگی از سیتوزول را تشکیل می‌دهد. غلظت یون‌هایی مانند سدیم و پتاسیم در سیتوزول با غلظت این یون‌ها در مایع خارج سلولی تفاوت دارد. این تفاوت‌ها در فرایندهایی مانند تنظیم اسموتیک (Osmoregulation) و پیام رسانی سلولی (Cell signaling) مهم هستند.

بازتابنده با توزیع براگ یا DBR
Distributed Bragg Reflector
، این ابزار طول‌موج خاصی از نور را بازتاب می‌کند و بقیه طول موج‌ها را عبور می‌دهد. ساختار آن‌ها از لایه‌های پی‌درپی با ضریب شکست متناوب و متفاوت و یا از یک موجبر دی‌الکتریک با تغییر متناوب یکی از ویژگی‌ها مانند ضخامت و در نتیجه تغییر متناوب ضریب شکست موجبر، ایجاد شده است. هر لایه از این بازتابنده، شرایط مرزی خاصی برای بازتاب جزئی یک موج در پی دارد. برای امواجی که طول‌موج خلاء آن‌ها چهار برابر طول مسیر اپتیکی لایه‌ها باشد، تداخل سازنده از همه‌ی بازتاب‌های جزئی رخ می‌دهد و به عنوان یک بازتابگر با کیفیت بسیار عالی عمل می‌کند اما طول‌موج‌های دیگر می‌توانند درون این بازتابنده‌ها منتشر شوند. به پهنای طول‌موجی که از این بازتابنده‌ها بازتابیده می‌شود، باند توقف گفته می‌گویند.

خروجی یک نوسانگر پارامتری اپتیکی[13] OPO (با آهنگ تکرار 10 هرتز، دیرش[14] 5 نانوثانیه، λ=465 nm) در درون کاواک حاوی این محلول، کانونی شده و دمش طولی دستگاه لیزری را فراهم می‌کرد (شکل ۲-ب).

شکل ۲-پ بزرگی نور گسیل‌شده از آینه‌های کاواک (انرژی خروجی) را به عنوان تابعی از انرژی دمش EP (برای هر تپ) نشان می‌دهد. بالاتر از آستانه‌ی 14 نانوژول برای انرژی دمش Ep، انرژی خروجی افزایش زیادی نسبت به بالا رفتن انرژی دمش، از خود نشان می‌دهد و نور سبز درخشانی گسیل می‌شود که به‌راحتی با چشم دیده می‌شود. مقایسه طیف فلوئورسانی خودبه‌خودی فضای-آزاد محلول eGFP (با پهنای طیفی FWHM:37 nm در نمودار PL در شکل ۲-ت) و طیف گسیلی زیر آستانه در بازآواگر (شکل ۲-ث نمودار مشکی) با پهنای طیف گسیلی بالای آستانه (FWHM:12 nm در نمودارهای رنگی شکل ۲-ت) نشان می‌دهد که پهنای گسیلی بالای آستانه بسیار باریک‌تر از دو مورد دیگر است.

حضور یک آستانه تیز در جایی که خروجی کاواک به‌شدت افزایش می‌یابد و نیز باریک‌شدگی طیفی نشانه‌های آشکاری از عملکرد لیزری است و نشان می‌دهد که eGFP می‌تواند بهره اپتیکی چشمگیری فراهم کنند. طول‌موج لیزر مستقل از طول‌موج برانگیختگی و کاملاً سازگار با قانون فرآیند پراکندگی القایی است. از سوی دیگر، پهنای باند 12nm نشانه نوسان همزمان مدهای طولی فراوان در کاواک نسبتاً دراز است.

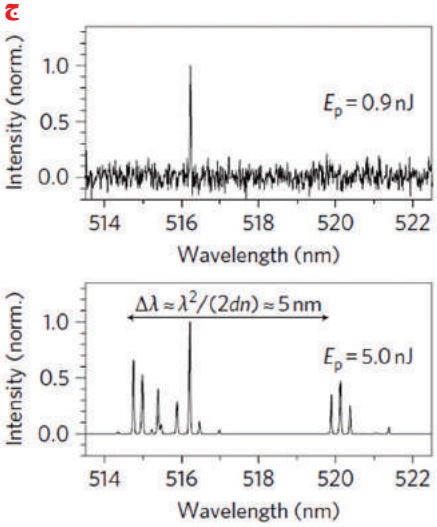
نمایه‌ی[15] فضایی خروجی این لیزر مطابق با مد الکترومغناطیسی عرضی پایه TEM_{00} است (شکل ۲-ج-i). هنگامی که با کمی شیب دادن به یکی

13 Optical Parametric Oscillator (OPO)

14 .Duration

15 .Pattern

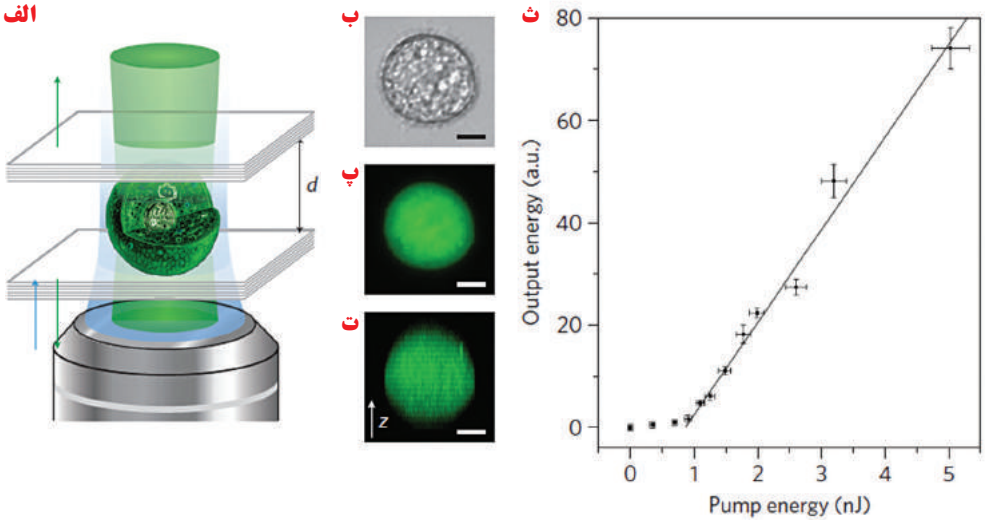
ج



از آینه‌ها، کاواک لیزر به ناهمراستایی[16] کنترل شده دچار شد، مطابق انتظار نمایه فضایی به مدهای مرتبه‌های بالاتر TEM تغییر یافت (شکل ۲.ج- ii تا iv).

لازم به یادآوری است که حتی با انرژی دمش (که ۲۰۰ برابر اندازه‌ی آستانه است) و با EP=2.5 μJ دمش ۵۰۰۰ تپی (در ۵۰۰ ثانیه!!)، هیچ نشانه از کاهش در انرژی خروجی و عملکرد لیزر دیده نمی‌شود. از سوی دیگر، عملکرد لیزر با غلظت بسیار کم ۲/۵ میکرومولاری از محلول eGFP نیز قابل مشاهده است و هنگام کار در غلظت پایین، به خاطر کاهش پدیده خود-جذبی از دنباله طیف جذبی eGFP، طول‌موج لیزر به سمت آبی جابه‌جا می‌شود (شکل ۲.ت). در غلظت‌های بیشتر از ۱۰۰ میکرومولار، انرژی دمش آستانه با افزایش غلظت افزایش می‌یابد، زیرا اتلاف انرژی از طریق جذب در eGFPهای برانگیخته نشده، افزایش

16 .Misalignment



شکل ۳

لیزر ایجاد شـده با یک تک سلول یوکاریوتی (eukaryotic) (حاشیه۸). الف) تصویر یک لیزر تک-سـلولی. یک سـلول ETN 293 تولید کننده eGFP در درون یـک باز آواگـر با ضریب کیفیت بزرگ و با دو باز تابنده با توزیـع براگ و فاصلـه‌ی جدایی ۲۰ میکرومتر قرار داده شده است. ب-ت) تصویر میکروسـکوپی یک تک سـلول در بیرون باز آواگر (نوار مقیاس، ۵ میکرومتـر)؛ ب) تصویر تضاد تداخلی دیفرانسیلی (DIC)؛ پ) تصویر میکروسـکوپ فلوئورسانس هم کانونی که نمایانگر توزیع eGFP در سلول است؛ ت) تصویر پردازش شـده از نمای کناری از تصویرهای میکروسـکوپی فلوئورسـانس هم کانونـی. ث) انرژی خروجی یک لیزر سلولی به‌صورت تابعی از انرژی دمـش. داده‌های بـالای 1 نانوژول رازش خطی شـده‌اند. نوارهای خطا به‌ترتیب نماینده نوفه آشکارسـاز و تغییرات تپ به تـپ خروجی (y) و تغییرات تپ به تپ دمش (x) هستند. ج) طیف خروجی بهنجار شده همان لیزر برای انرژی‌های دمش به‌ترتیب ۵ و ۰,۹ نانوژول. پیکان نشان دهنده فاصله طول‌موجی مـورد انتظار برای مدهای طولی پی‌درپی است.

می‌یابد (شکل ۲-چ).

از آنجا که غلظت معمول GFPها در سـیتوزول[17] سـلول‌های بیولوژیکـی از رده‌ی میکرومولار تا میلی‌مولار اسـت، پس اگر یک باز آواگر با اتلاف بسیار کم به کار رود، ممکن است بتوان از یک تک سلول با نشانگر-GFP لیزر ساخت. این ایده، تحول شگرفی در شناخت دنیای شگفت‌انگیز سلول‌ها به دنبال خواهد داشت.

جزئیات ساخت لیزر تک سلولی

نخست سلول‌های مامالین[18] که از سلول جنینی HEK293 کلیـه انسـان گرفته شـده بودند، با رمزگـذاری پروتئین‌های eGFP برای بررسـی لیزر تک‌سلولی، به‌کار رفتند. با بهره‌گیری از دو بازتاب‌گر عالی از بازتابنده‌های با توزیع براگ[19] (DBR) میکروکاواکـی به طـول ۲۰ میکرومتر، با ضریـب کیفیـت (Q) بـزرگ سـاخته و با سوسپانسیونی از سلول‌های با نشانگر GFP پر شد و باز آواگر لیزر به این ترتیب آماده گشت (شکل ۳.الف). شـکل ۳.ب-ت تصویر یک سلول تست شده را نشان می‌دهند که از طریق تضاد تداخلی دیفرانسـیلی[20] (DIC) و تصویر میکروسـکوپ فلوئورسان هم کانون گرفته شده است. هم‌چنان که دیده می‌شود، تا زمانی که این سلول به سطح نرسـیده باشـد، گرد و کاملاً کروی بـا قطر ۱۵ میکرومتر است پس تقارن کروی دارد.

غلظت eGFP در سیتوپلاسـم از روی این شدت فلوئورسانی سـبز که تقریباً از همه حجم سلول به‌طور یکنواخت گسیل می‌شود، برآورد می گردد و در این مورد نزدیک به ۳۰۰ میکرومولار است. به‌نظر می‌رسد ضریب شکست میانگین درون این سلول کمی بیشتر از محیط پیرامون باشد و باید

17 Cytosol

18 Mammalian

19 Distributed Bragg Reflector (DBR)

20 Differential Interference Contrast (DIC)

برای افزایش پایداری، ابزار مناسب به بازآواگر اضافه شود.

پس از پایدار کردن بازآواگر، سلول‌های تکی با تپ‌های با طول‌موج ۴۶۵ نانومتر از یک نوسانگر اپتیکی و به‌کارگیری یک میکروسکوپ شیئی دمش می‌شوند. از درون همان میکروسکوپ می‌توان گسیل از سلول‌های دمش شده را نیز دید. هنگامی که انرژی دمش از یک مقدار مشخص بیشتر می‌شود، خروجی یک تک سلول با دمش اپتیکی هم (مانند لیزر با پایه‌ی-محلول) به طور ناگهانی تغییر می‌کند (شکل ۳-ث).

اگرچه به‌خاطر ناهمگونی ضریب شکست، اتلاف پراکندگی در مورد لیزر تک‌سلول بیشتر است اما انرژی دمش آستانه برای این لیزر (200±850 بیکوزول) در برابر آستانه دمش لیزر محلول پروتئین بسیار کمتر است و به سادگی با بهره‌گیری از یک منبع دمش موج-پیوسته یا تپی مینیاتوری قابل دستیابی می‌باشد.

هنگامی که دمش به انرژی‌های بالاتر از آستانه عملکرد لیزر می‌رسد، طیف خروجی این لیزر سلولی یک تک قله گسیلی با پهنای باند باریک کمتر از قدرت تفکیک طیف‌سنج به‌کار رفته (FWHM<0.04 nm) دارد که نمایانگر تک مد بودن نوسان آن است (شکل ۳.ج بالا). هنگامی که انرژی دمش افزایش می‌یابد، خطوط گسیلی بیشتری با فاصله نامنظم پدیدار می‌شوند (شکل ۳.ج پایین). عملکرد این لیزرها در مدهای مختلف بررسی شده و الگوی آن کاملاً با دستگاه‌های لیزری مشابه، همخوان است.

در این پژوهش هم سلول‌های 293ETN و هم نشانگرهای GFP در فیبروبلاست‌های 3T3 موش، عملکرد لیزری نشان دادند.

لیزرهای زنده به چه کار خواهند آمد؟

پروتئین‌های فلوئورسان برخلاف همه‌ی مواد لیزری پیشین، از دید زیست‌شناختی قابلیت بازتولید شدن دارند، زیست‌سازگارند و قابلیت جذب زیستی دارند. آن‌ها به‌صورت منحصربه‌فردی گسیل القایی و نور لیزر را از درون دستگاه‌های زنده به وجود می‌آورند.

انتظار می‌رود ساختار مدهای عرضی به شدت به توزیع ضریب شکست درون سلول حساسیت داشته باشد و از همین روی می‌توان از شکل مدهای عرضی برای کاوش‌های سه‌بعدی درون سلولی بهره گرفت.

هنگامی که عملکرد لیزرهای تک-سلولی برای یاخته‌شناسی شارشی[21] و یا میکرو شاره‌ها به کار رود، گسیل تپ‌های نانوثانیه‌ای درخشان و جهت‌مند، بازدهی و سرعت تحلیل را افزایش می‌دهد و گسیل لیزری با باند طیفی ذاتاً باریک می‌تواند آمیختگی طول‌موجی ظریف‌تری را امکان‌پذیر سازد و قدرت تفکیک و حساسیت تصویر برداری میکروسکوپی در علوم زیست پزشکی را بهبود بخشد. همچنین با به‌کارگیری بازآواگرهای با اندازه‌ی میکرو و نانو، دستیابی به عملکرد لیزری درون سلولی بدون بازآواگرهای خارجی امکان‌پذیر می‌شود که طرح تازه‌ای از تصویربرداری غیر خطی و کنترل فعالیت عامل‌های درمانی نورشیمیایی را ممکن می‌سازد.

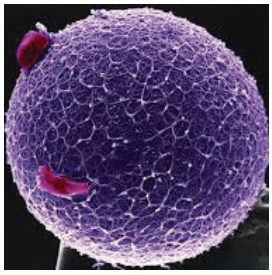
از سوی دیگر، مشاهده عملکرد لیزری از تک سلول‌ها نشان می‌دهد که می‌توان پراکندگی ذاتی و اتلاف جذب نمونه‌های بیولوژیکی را به طور کامل با گسیل القایی جبران کرد. انتظار می‌رود که تقویت‌کننده‌های نوری درون جانداری هم‌چون این طرح اصلی آماده شوند و بر نفوذ محدود نور در بافت بیولوژیکی غلبه کنند؛ عاملی که پیش از این اصلی‌ترین محدودیت برای مدولاسیون میکروسکوپ‌های اپتیکی بوده است.

اطلاعات بیشتر

slpm_isti@

21 .Flow Cytometry

میکروسکوپ‌های تضاد تداخل دیفرانسیلی DIC یا Differential Interference Contrast Microscope، روشی در میکروسکوپ‌های نوری است که برای نمونه‌های شفاف و بی‌رنگ به کار گرفته می‌شود. این میکروسکوپ بر پایه اصول تداخل و اطلاعاتی که درباره طول مسیر اپتیکی درون نمونه به‌دست می‌آید، کار می‌کند تا قسمت‌های شفاف نمونه هم دیده شود. یک سیستم نوری نسبتاً پیچیده، تصویری سیاه و سفید در پس زمینه‌ی خاکستری ایجاد می‌کند.



یوکاریوت

ارگانیسم‌های زنده را می‌توان بر حسب ویژگی سلول‌های آن به دو دسته تقسیم کرد: (Eukaryotic) یوکاریوتی و پروکاریوتی (Prokaryotic). سلول‌های یوکاریوت در درون خودشان هسته‌ی شامل مواد ژنتیکی دارند که با یک پوسته از سایر قسمت‌های سلول جدا شده است اما در درون سلول‌های پروکاریوت این هسته‌ی مجزا وجود ندارد و مواد ژنتیکی در سلول پخش است.

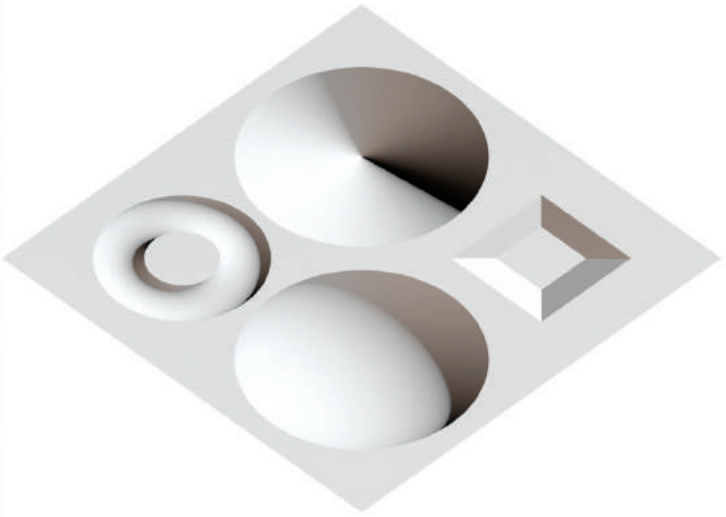
لیزر در اعماق دریا ۵۶

لیزرنیوز
LASERNEWS

۵۴ لنز دوبعدی در گوشی‌های همراه آینده

۵۶ لیزر در اعماق دریا

۵۸ رصد پیشرفت لیزرهای جامد



به کمک فرامواد، سطوح تخت
به صورت اجسام سه‌بعدی به نظر می‌رسند

لنز دوبعدی در گوشی‌های همراه آینده

مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com

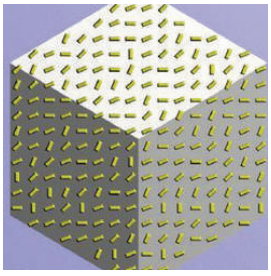
دانشمندان با روش‌های مهندسی نانو، نانو ساختارهایی ساخته‌اند که با ایجاد سایه و عمق در اشکال مختلف باعث می‌شود، طرح‌ها سه‌بعدی به نظر برسند. هنگامی که نور به یک جسم برخورد می‌کند، رنگ، بافت و شکل آن تحت تأثیر نور جذب و نور منعکس شده قرار دارد. حالا اگر تغییراتی در سطح ایجاد شود که بازتاب نور را تحت تأثیر قرار دهند، می‌توان به طور دستی تصویری متفاوت از جسم در چشم ایجاد کرد.

پژوهشگران برای این هدف، فرامـوادی به نام فراسطوح ساخته‌اند. این مواد به صورت لایه‌هایی هستند که دارای طراحی بسیار دقیق نانو ساختار در ابعادی کوچک‌تر از طول موج نور هستند. این کار به آنها اجازه می‌دهد چگونگی بازتاب نور را به روشی دقیق کنترل کنند؛ به طوری که بازتاب‌های سطوح دوبعدی همانند سـطوح سه‌بعدی باشد. محققان با استفاده از یک روش گرافیکی رایانه‌ای سه‌بعدی با عنوان نقشه‌کشی نرمال، اثرات سایه را به صورت تصویر درآورده‌اند.

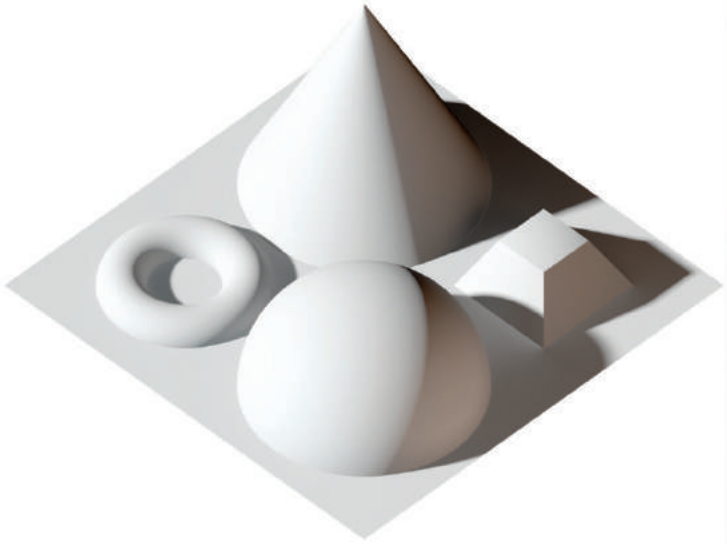
با این کار آن‌ها تصاویر سه‌بعدی ایجاد کردند که نسبت به تصاویر سینمای سه‌بعدی و هولوگرام واقعی‌تـر به نظـر می‌رسـند. به عنـوان مثال دانشمندان فراسطحی تخت ساخته‌اند که مشابه نورپردازی و اثرات سایه‌های یک مکعب سه‌بعدی را تولید می‌کند.

این روش می‌تواند پیامدهـای مهمی در تولید صفحه‌های نمایش تلویزیون، عکاسی و همچنین سـاخت برچسـب‌های امنیتی برای حافظت از کالاها و اسکناس‌ها در برابر تقلب داشته باشد.

پروفسور آناتولی زایاتس از کالج کینگ می‌گوید: فراسطوح بسیار شـگفت‌انگیز هستند. این مواد



گرافیک سه‌بعدی رایانه‌ای، normal mapping که از آن گاهی با عنوان "Dot3 bump mapping" نیـز یاد می‌شود، روشی اسـت که برای شبیه‌سازی روشـنایی برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌ها استفاده می‌شود. برای محاسبه روشـنایی Lambertian یا diffuse مربوط به یک سطح، بردار واحد از نقطه shading به طرف منبع نور بـا بردار واحد نرمال آن سـطح تقاطـع داده شـده و حاصل‌ضرب نقطه‌ای به‌دسـت آورده می‌شـود؛ نتیجه، مقدار شدت روشنایی در آن سطح است.



امکان بی‌نظیری در هدایت و دستکاری آزادانه نور ایجاد می‌کنند.

مثلا می‌توانید صفحه نمایش تلویزیونی را تصور کنید که دقیقا برای شما طوری به نظر می‌رسد که در محیط آن حرکت می‌کنید. این حرکتی به سوی هنر سه‌بعدی است.

از طرفی توانایی کنترل نور می‌تواند یک قابلیت جدید برای عدسی‌های کوچک به ارمغان آورد. با طراحی مناسب، یک سطح تخت را می‌توان طوری ساخت که از نظر اپتیکی کوژ به نظر آید. نسل‌های آینده دوربین‌های تلفن‌های هوشمند هم می‌توانند از فراسطوح تخت کوچک استفاده کنند که ویژگی‌های پیشرفته لنزهای دوربین منحنی را عینا ایجاد می‌کنند و به این ترتیب امکان کنترل زاویه و عمق بیشتری را حین عکس‌برداری فراهم می‌نمایند.

کاربرد دیگر فراسطوح جایگزین شدن آنها با عدسی‌های نوری سنگین ماهواره‌هاست. در برنامه‌های کاربردی این‌چنینی، اندازه و وزن در کارایی سامانه تأثیر بسیار زیادی دارد. برخلاف هولوگرام که برای دیده شدن به منبع نور همدوس مانند لیزر نیاز دارد، فراسطوح بازتاب نور معمولی را به صورت سه‌بعدی نمایش می‌دهند. رویکردهای هولوگرافی موجود بر «بازتاب چشم‌اندازی» specular reflection استوار است. در این پدیده نوری که از یک جهت خاص می‌آید، در یک مسیر منحصربه‌فرد خروجی منعکس می‌شود (مانند بازتاب از یک آینه). اما به کمک فراسطوح می‌توان به سایه‌های نور پویا دست یافت. طراحی این مواد شامل ایجاد بازتاب پخش‌شده diffused reflection می‌شود که امکان کنترل خواص و پراکندگی آن را فراهم می‌کند. در این حالت می‌توان تصویر را به طور مستقیم روی سطح آن دید.

برای اثبات این موضوع، محققان از نرم‌افزار کمک گرفتند، آنها یک مکعب را با استفاده از روش نقشه‌برداری نرمال طراحی کردند که به‌صورت فراسطح کد شده بود. هنگام نوردهی به فراسطح، بلافاصله «محاسبه» اینکه نمایش سه‌بعدی تصویر چگونه باید به نظر برسد، توسط نرم‌افزار انجام و خصوصیات اپتیکی آن مشخص می‌شود.

این روش می‌تواند پیامدهای مهمی در تولید صفحه‌های نمایش تلویزیون، عکاسی و همچنین ساخت برچسب‌های امنیتی برای حافظت از کالاها و اسکناس‌ها در برابر تقلب داشته باشد.

لیزرها موجودات دریایی در حال حرکت را به دام می‌اندازند

لیزر در اعماق دریا

فاطمه کبیری
ftm_kabir@yahoo.com

پژوهشگران موسسه تحقیقاتی آکواریوم خلیج مونتری (Monterey) واقع در ایالات‌متحده آمریکا، به روشی جدید به نام «Deep PIV» برای سرعت‌سنجی تصویر ذرات معلق در آب دریا و اقیانوس دست یافته‌اند. این روش برای اندازه‌گیری تصفیه آب ناشی از وجود لارواسین‌های[1] غول‌پیکر در آب دریا ایجاد شده است. لارواسین‌ها داخل دریا زندگی می‌کنند و موجودات وزغ‌مانندی در ابعاد کوچک سانتیمتری هستند. آنها در خانه‌ای که با مخاط دهان خودشان در ابعاد متری ساخته‌اند، زندگی می‌کنند. این خانه‌ها مانند فیلتر موادغذایی عمل می‌کنند. از آنجایی که لارواسین‌های غول‌پیکر به‌صورت فراوان در همه‌جا یافت می‌شوند، میزان مصرف ذرات ارگانیک توسط آنها، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی از چرخه کربن اقیانوسی فراهم کند. محققان می‌گویند این موضوع می‌تواند مدل‌های کامپیوتری تغییرات آب‌وهوایی را هم بهبود بخشد.

برخلاف نسخه‌های قدیمی‌تر PIV که میزان مایعات را در آزمایشگاه اندازه‌گیری می‌کردند، Deep PIV روی یک وسیله نقلیه کنترل از راه دور[2] گذاشته می‌شود تا قالبیت هدایت پیدا کند. این دستگاه، قابلیت غواصی را در اعماق اقیانوس دارد؛ جایی که لارواسین‌های غول‌پیکر زندگی می‌کنند.

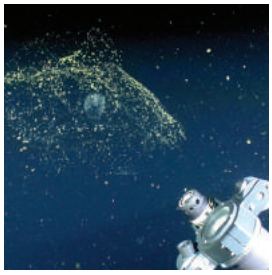
1 larvacean
2 remotely operated vehicle (ROV)

چیدمان لیزر و دوربین، سرعت فیلتر ذرات غذایی توسط خانه‌های مخاطی و دهان لارواسین‌ها را ثبت می‌کند. تیم MBARI براساس داده‌های جمع‌آوری شده از ۱۳ تفحص توسط Deep PIV، گزارش می‌دهد که میانگین میزان فیلتر توسط لارواسین‌های غول‌پیکر خلیج مونتری، ۴ برابر بیشتر از پیش‌بینی‌های قبلی است.

اندازه‌گیری میزان نفوذ در عمق

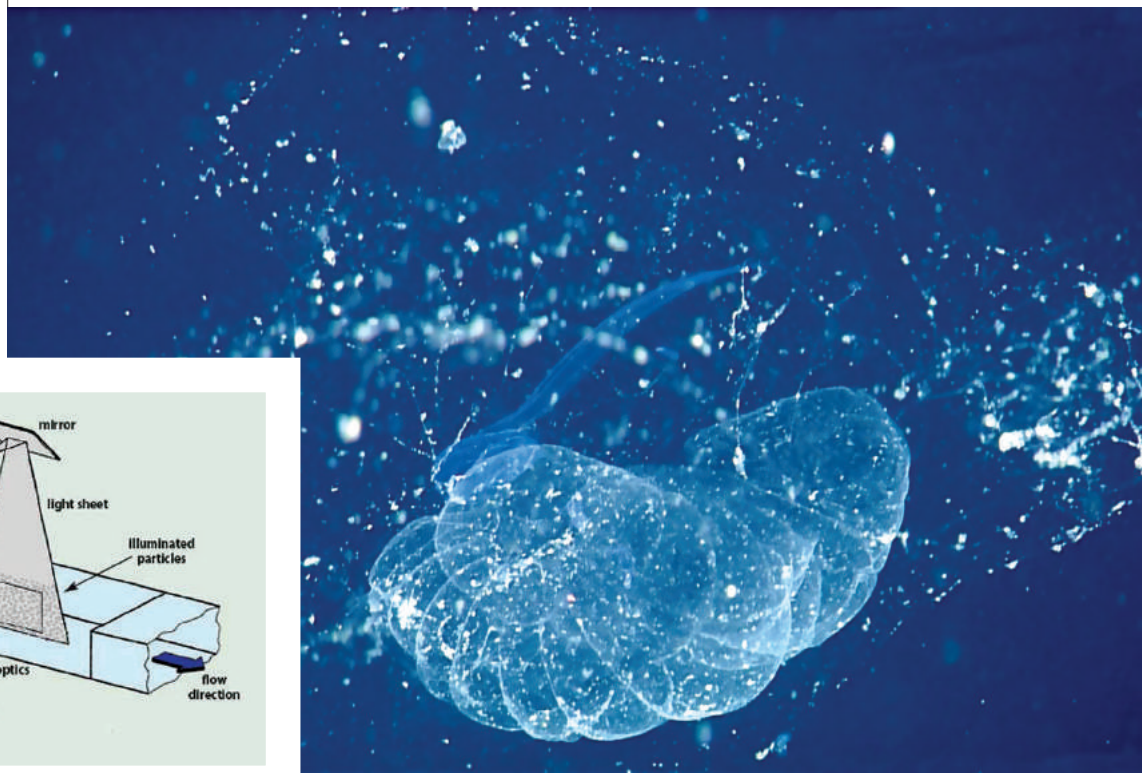
مهندس ارشد این پروژه، کاکانی کتیا[3] و همکارانش، Deep PIV را به عنوان راهی برای ثبت میزان فیلتر توسط لارواسین‌های غول‌پیکر در محل زندگی‌شان معرفی کرده‌اند. خانه‌های مخاطی این حیوانات بسیار حساس هستند و نمی‌توان آنها را برای مطالعه در آزمایشگاه محدود کرد. محفظه Deep PIV به بازوی ROV اقیانوس‌پیما متصل شده که به یک دوربین مجهز است. درون محفظه Deep PIV، لیزر پیوسته با طول موج ۶۷۱ نانومتر و توان یک‌وات و قطعات اپتیکی خطی‌سازی نور وجود دارد که می‌تواند نور لیزر را به شکل صفحه‌ای با ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متر و با ضخامت یک‌میلی‌متر، در ۵۰ سانتی‌متری مقابل دوربین ROV ایجاد کند. دوربین فیلمبرداری ROV دارای کیفیت بسیار بالایی است. این دوربین تصاویر را با کیفیت ۱۹۲۰×۱۰۸۰ پیکسل و با سرعت ۶۰ فریم در ثانیه با گستره دید ۱۳×۷

3 Kakani Katija

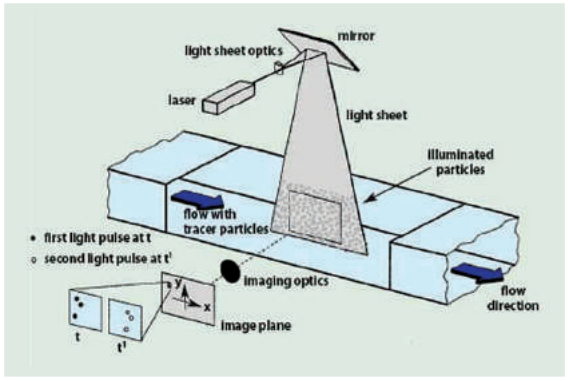


سرعت‌سنجی تصویری ذرات (PIV)

یک ابزار آزمایشگاهی در مکانیک سیالات و آیرودینامیک است. کار اصلی این دستگاه، عکاسی از حرکت ذرات میکروسکوپی موجود در جریان مایع یا گاز می‌باشد، که در آن روش‌های پردازش تصویر برای تعیین حرکت ذرات و اندازه‌گیری سرعت جریان به‌وسیله فیلم‌های عکاسی ضبط شده، مورداستفاده قرار می‌گیرد. شرط لازم این است که در منطقه جریان به اندازه کافی ذرات برای بررسی وجود داشته باشد و به این ترتیب، سرعت کل جریان می‌تواند تعیین شود.



شماتیک دستگاه PIV



سانتی‌متر تا ۱۶۵×۹۰سانتی‌متر ثبت می‌کند.
هنگامی که دوربین ROV یک لاروا‌سین غول‌پیکر را کشف می‌کند، Deep PIV ورقه‌ای از نور لیزر روی این موجودات می‌اندازد. هنگام عبور نور لیزر از میان لاروا‌سین، دوربین نه‌تنها شکل خانه‌های مخاطی دیافراگمی را ثبت می‌کند، بلکه حرکت ذرات به‌سمت دهان این حیوان را هم نشان می‌دهد. محققان از طول رشته ذرات برای اندازه‌گیری میزان جریان استفاده می‌کنند. لیزرها یا وسایل اندازه‌گیری، سایز لاروا‌سین‌ها را مشخص می‌کنند. از ژوئن تا دسامبر ۲۰۱۵، محققان میزان جریان و داده‌های اندازه‌گیری ۲۴ لاروا‌سین را به‌دست آوردند. این داده‌ها برای محاسبه میزان فیلتراسیون جمع‌آوری شده بودند. کتیا و همکارانش گزارش دادند که لاروا‌سین‌های غول‌پیکر به طور متوسط ۴۲/۹ لیتر در ساعت و حداکثر ۷۶/۲لیتر را فیلتر می‌کنند. (براساس این یافته‌ها، لاروا‌سین غول‌پیکر به عنوان سریع‌ترین فیلتر زوپلانکتون در جهان شناخته می‌شود.)

برآورد آثار بزرگ مقیاس
محققان اثر فرآیند فیلتر لاروا‌سین‌ها در مقیاس بزرگ در خلیج مونتری را با استفاده از میزان فیلتراسیون دریافت‌شده از Deep PIV محاسبه کردند. این داده‌ها به‌وسیله تخمین جمعیت و مصرف روزانه این موجودات از آب تصفیه‌شده به‌دست آمده‌است. نتایج نشان داد که تصفیه کردن آب تمام اقیانوس برای لاروا‌سین‌های غول‌پیکر به اندازه ۱۳روز طول خواهد کشید.
براساس برآوردهای به‌دست آمده در تأثیر فرایند فیلتر در مقیاس بزرگ، تیم MBARI می‌گوید: «لاروا‌سین‌ها سهم بیشتری در چرخه کربنی اقیانوسی نسبت به پیش‌بینی‌های اولیه توسط داده‌های غیرمستقیم دارند. آنها نتیجه گرفتند که روی دیگر فیلترهای تغذیه کننده اقیانوس‌ها هم به کمک تکنولوژی Deep PIV، به‌صورت «در محل» مطالعات بیشتری انجام دهند. ارزیابی دقیق‌تر نقش زیستگاهی آب‌های عمیق و حذف بلندمدت کربن از جو را به ارمغان خواهد آورد.

علاوه بر استفاده از روش‌های ثبت دیجیتال و ارزیابی تصاویر در این روش، استفاده از منابع قدرتمند لیزر به بهبود PIV و کاربرد آن منجر شده است. پالس نور پر انرژی مورد نیاز برای جریانات سیال با سرعت بالا، خصوصا در تحقیقات هوایی اولین بار با استفاده از لیزر نیمه هادی ساخته شده است. از طرفی برخی لیزرهای Nd:YAG قابل عرضه در بازار، انرژی‌های پالس کافی را از حدود ۱۰۰ تا ۷۵۰ مگاهرتز تامین می‌کنند. یکی دیگر از مزایای استفاده از منابع لیزر، نور تک رنگ آن‌هاست که می‌تواند به ایجاد یک صفحه نازک از نور برای روشن کردن و ضبط ذرات ردیابی بدون انحرافات رنگی منجر شود. برای PIV، طول موج ۵۶۴ نانومتر (نور مرئی) کاربرد می‌یابد.

در کنگره OSA و در بخش نمایشگاهی آن حمایت‌های ویژه‌ای از اغضای انجمن توسعه صنعت OSA صورت می‌گیرد که ارزش آن بیش از ۱۷ هزار دلار است، اختصاص فضای نمایشگاهی و فضای تبلیغی از دیگر امکانات در نظر گرفته شده برای این افراد است.

برگزاری کنگره لیزر OSA در ناگویای ژاپن

رصد پیشرفت لیزرهای جامد

مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com

مجمع اپتیک آمریکا، OSA، به‌طور سالانه کنگره جهانی لیزر را در مناطق مختلف جهان برگزار می‌کند، این رویداد جهانی مهم حوزه لیزر و فوتونیک، در سال ۲۰۱۷، از اول تا پنجم ماه اکتبر، در کشور ژاپن و در شهر ناگویا برگزار می‌شود. کنگره لیزر ۲۰۱۷ دیدگاه جامع و کاملی، پیرامون پیشرفت‌های فناورانه و نوآورانه حوزه لیزرهای پیشرفته حالت جامد و کاربرد فناوری لیزر در گسترش صنایع و بازار ارایه می‌نماید.

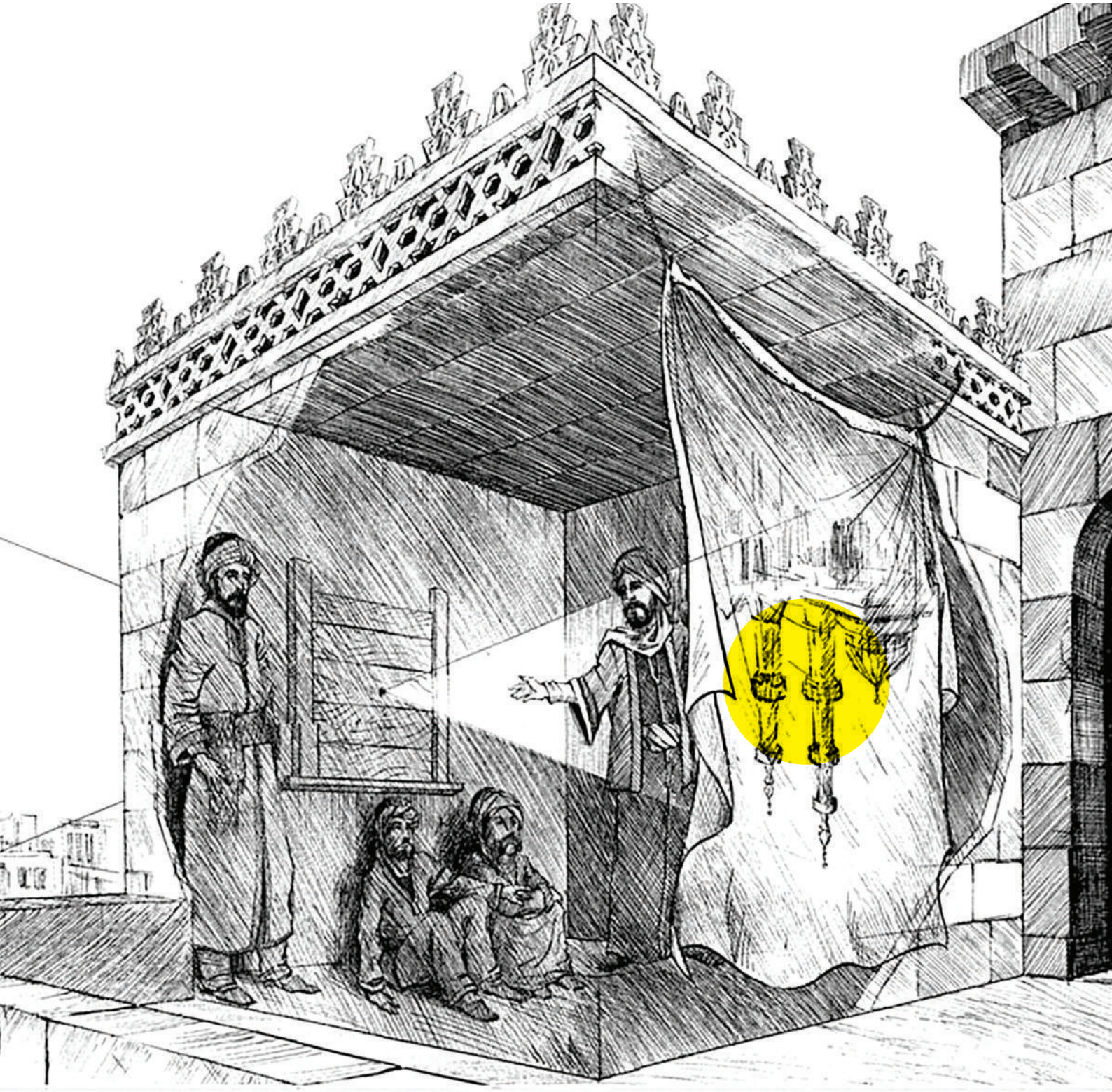
بخش دیگر این کنفرانس برگزاری نمایشگاهی بزرگ و گسترده با حضور سردمداران جهانی لیزر و براساس یک برنامه جامع و مدون حرفه‌ای در حوزه لیزر است.

قسمتی از کنفرانس که بر بحث‌ها و نشست‌های مربوط به بازار فناوری لیزر متمرکز شده‌است، به بررسی نیازهای پیش‌رو برای دستیابی به پیشرفت‌های فناورانه و مهندسی این حوزه به‌منظور انتقال فناوری لیزر به سوی محصولات تجاری می‌پردازد. از نظر علمی نیز کنگره لیزر OSA، از دو بخش نشست‌های علمی «کنفرانس لیزرهای حالت جامد پیشرفته» و «کنفرانس کاربردهای لیزر» تشکیل شده است. در قسمت اول یا ASSL، منابع جدید لیزری، فناوری‌های پیشرفته، قطعات و اجزای سازنده و طراحی های سامانه‌های لیزری، برای بهبود و ارتقای کارکرد و کاربردهای لیزرهای حالت جامد پیشرفته، به طور برجسته بررسی می‌شود و این نشست بر بررسی مواد و منابع تمرکز دارد.

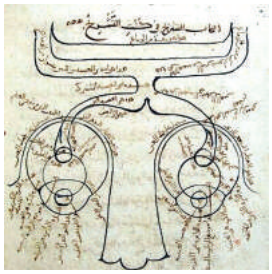
محور نشست‌های علمی قسمت دوم، یعنی کنفرانس کاربردهای لیزر، LAC، کاربردهای لیزرهای پرتوان و پردازش مواد می‌باشد.

این کنگره با حمایت شرکت بزرگی چون شرکت IPG photonics، برگزار می‌شود، دیگر حامی این رویداد American Elements و حامی رسانه ای این آن نیز Laser Focus Word است.

۶۰
ابن هیثم
پیشگامان
PIONEERS



شـــرح اصول اتاقک تاریک و اختـــراع ذره‌بین از کارهای برجسته این دانشـــمند ایرانی و مسلمان است که منجر به ساخت دوربین عکاسی شد. برخی معتقدند که او نخستین دانشـــمند جهان بود که سرعت صوت را محاسبه کرد. همچنین با معیارهای متعارف اندازه‌گیری در زمان خود (که واحد ذرع بود)، ســـرعت نور و دور کره‌زمین را اندازه‌گیری کرد. محققان از وی به خاطر آزمایش‌های دقیقی که درباره نور انجام داده است، به عنوان مرد روش علمی یاد می‌کنند. او حدود ۱۰۰ کتاب و رســـاله در زمینه ریاضیات و فیزیـــک و نجوم تألیف کرده است که متأسفانه قسمت عمده آنها از میان رفته اســـت. یکی از کارهای جالب ابن‌هیثم این بود که می‌اندیشید اگر در مســـیر رود نیل در مصر سدی بسته شود، آب نیل تنظیم می‌شود و تغییراتی در مسیر حرکت شـــاخه‌های رود نیل می‌توان ایجاد کرد که این رود، هم در حالت کم‌آبی و هم در زمان طغیان برای مردم مفید و قابل‌استفاده باشد. وقتی «الحاکم بالله» خلیفه مصر، از این مساله باخبر شد، از او دعوت کرد که به مصر بیاید. ابن‌هیثم به مصر رفت و با خلیفه ملاقات کرد. مدتی بعد تحقیقات خود را درباره آنچه که اندیشیده بود، آغاز کرد و در امتداد نیل حرکت کرد تا به سرچشمه برسد. ولی وقتی به آثار باســـتانی مصر، با آن همه عظمت و صنعت رسید، با خود اندیشید که اگر این کار شدنی بود، معماران و مهندسان آن زمان از انجام آن غفلت نمی‌کردند. بنابراین، در تصمیمش دچار تردید شد و آن کار را رها کرد و به قاهره بازگشـــت. از ترس خلیفه خود را به دیوانگی زد، تا زمانی که الحاکم وفات یافت و او نیز بار دیگر خرد خویش را آشکار کرد. ابن‌هیثم در ســـال ۴۳۰ هجری قمری، برابر ۱۰۳۹ میلادی، در قاهره دیده از جهان فرو بست.



تشـــریح ساختمان چشـــم در دست نوشته‌های ابن هیثم

فعالیت‌ها

از ابن‌هیثم بـــه عنوان پـــدر علم فیزیـــک نور و آغازکننده تحولاتی که بعدها منجر به ســـاخت

یافت. اتاقک تاریک، جعبه‌ای بود که فقط روی یکی از سطوح آن روزنه‌ای ریز وجود داشت. عبور نور از این روزنه باعث می‌شد که تصویری نسبتا واضح اما به صورت وارونه در سطح مقابل آن تشکیل شود.
در واقع ابن‌هیثم دستگاهی ساخته بود که تصویر را بازمی‌تاباند؛ بدین گونه نخستین سنگ بنای سینما گذاشته شد. او ذره‌بین را ساخت. به نسبت زاویه تابش و زاویه شکست پی برد و در مورد قسمت‌های مختلف چشم بحث کرد. رساله نور ابن‌هیثم نفوذ زیادی در اروپا داشت.
حدود ۲۰ اثـر از آثار به‌جـا مانـده از ابن‌هیثم درباره نجوم اسـت. شـهرت او در نجوم بیشـتر به خاطر تألیف مقاله «فی هیئته العالم» اسـت. این رساله تنها نوشـته نجومی ابن‌هیثم است که در سـده‌های میانه به غرب راه یافته اسـت و در نهایت تحت‌عنوان کتاب جهان و آسمان به لاتین ترجمه شده است. در این رسـاله ابن‌هیثم ثابت می‌کند که اگر ماه مانند آینه رفتار کند، سطحی از ماه که نور خورشید را به زمین باز می‌تاباند، باید کوچک‌تر از سطحی باشـد که ما می‌بینیم. پس نتیجه می‌گیرد که ماه نور خود را مانند اجسـام منیر، یعنی از همه سـطح خود و در همه جهات گسـیل می‌کند و این نظریه را اثبـات می‌نماید.

آثار مهم ابن‌هیثم

کتاب المناظر
مقاله فی صوره‌الکسوف
رساله فی مساحه المسجم المکافی
مقاله فی تربیع الدائره
مقاله مستقصاه فی الاشکال الهلالیه
خواص المثلث من جهه العمود
القول المعروف بالغریب فی حساب المعاملات
قول فی مساحه الکره.

دوربین عکاسـی و ساخت پروژکتور پخش فیلم شد، یاد می‌کنند. ابن‌هیثم در سده پنجم هجری قمـری/ یازدهم میلادی ابزاری به نام اتاقک تاریک را برای بررسی خورشیدگرفتگی به‌کار بـرد. این ابـزار در زمان جنگ‌های صلیبی به اروپا راه

کتاب المناظر ابن‌هیثم

این کتـــاب معروف‌ترین اثر ابن‌هیثم اســـت که علاوه بر مباحث نورشناختی، شامل هواشناسی، فیزیولوژی و پرســـپکتیو هم هســـت. ابن‌هیثم با این اثر خود، بنیان نورشناســـی قدیم را که متکی بر نظریه‌های اقلیدس و آثار ارســـطو، ارشمیدس و بطلمیوس بود، دگرگون کـــرد و آن را به صورت یک علم مشخص در آورد. از کتاب مناظر ابن‌هیثم نسخه‌های خطی متعددی در کتابخانه‌های جهان، از جمله کتابخانه استانبول ترکیه موجود است.

پس از ابن‌هیثم، این کتاب به فراموشی سپرده شد، تا اینکه کمال‌الدین فارسی، ریاضیدان و فیزیکدان ایرانی، در قرن هفتم هجری، کتاب تنقیح المناظر لذوی الابصار و البصائر را در شرح آن نوشت. کتاب المناظر ابن‌هیثم در مغـــرب زمین به نام گنجینه نورشناسی به لاتین ترجمه شده است.

اکتشافات علمی ابن‌هیثم

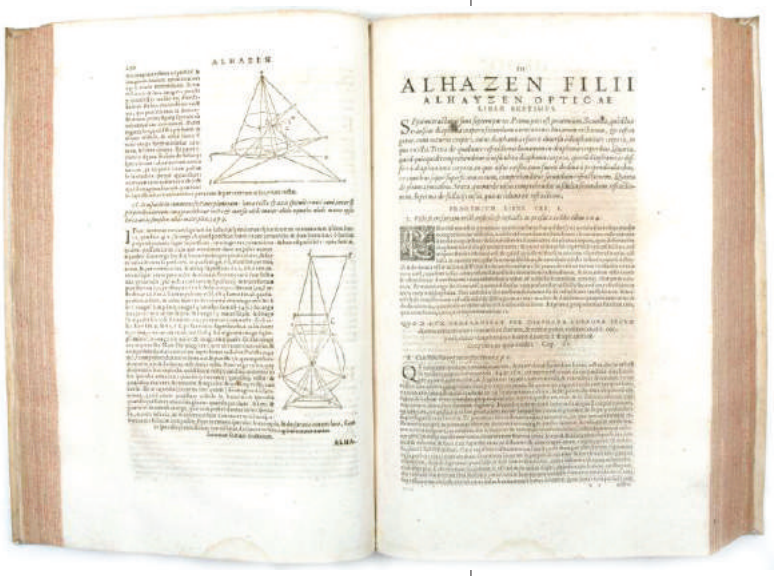
نخستین اصل دینامیک
نظریه موجی نور
انتشار نور به خط مستقیم
تقسیم‌بندی اشیا براساس توانایی انتقال نور
تعبیر مکانیکی انعکاس نور
شکست نور
سرعت نور
اتاقک تاریک
فیزیولوژی چشم و عمل دیدن
رنگ اجسام
توجیه رنگین‌کمان از نظـــر ابن‌هیثم و تأثیر آن در علمای دیگر
نمودهای جوی

کشف اولین اصل دینامیک:

ابن‌هیثم، اصلی در دینامیک کشف کرد که امروزه از آن به نام اصل جبر یا اصل لختی یاد می‌شود. این اصل بیان می‌دارد که اگر ذره‌ای مادی لخت باشد، یعنی تحت‌تأثیر هیچ نیرویی نباشـــد، اگر ساکن است، همواره ســـاکن می‌ماند و اگر در حال حرکت است، به حرکت مستقیم‌الخط و یکنواخت خود ادامه می‌دهد. ابن‌ســـینا نیز (معاصـــر ابن‌هیثم) با دلایل فلسفی صحت این اصل را تأیید کرده است.

در گذشـــته حرکت را به دو نوع تقسیم می‌کردند: بالطبع و قسری. حرکت قسری ناشی از اعمال نیرویی خارجی بر جســـم اســـت که موجب می‌شود جسم حرکتی جز آنچه به اقتضای طبع خود دارد، پیدا کند. حرکت بالطبع حرکتی اســـت که مقتضای طبیعت جسم است. به عنوان مثال حرکت سنگی را در نظر می‌گیریم کـــه اگر رهایش کنیم بـــه حکم طبیعت ذاتی بـــه پایین حرکت می‌کند، ولـــی اگر بخواهیم ســـنگ به ســـوی بالا حرکت کند، بایـــد ضربه‌ای بر آن وارد کنیم. به تناســـب نیرویی کـــه بر اثر آن ضربه به ســـنگ وارد می شـــود و به تناسب موانعی که در کار اســـت، آن سنگ مســـافتی به سوی بالا می‌پیماید، ولی درنهایت برمی‌گردد. با این مثال دو مسئله اساسی مطرح می‌شود؛ نخست اینکه عامل بالابرنده چیســـت؟ هر حرکتی نیاز به یک محرک دارد. میل طبیعی سنگ ســـبب حرکت روبه‌پایین سنگ اســـت. پس یک نیروی درونی ســـنگ را به حرکت می‌آورد. ولی آن‌گاه که به سوی بالا می‌رود، عامل محرک چیســـت؟ ابن‌هیثم و ابن‌سینا بر این عقیده بودند که ضربـــه وارده موجب پیدایش میلی برخلاف میـــل طبیعی و در جهـــت موافق ضربه در جسم می‌شـــود و آنچه ســـنگ را بالا می‌برد، همان میل و کشش و فشار است که محصول ضربه است. مسئله دوم این بود؛ چرا سنگ پس از مدتی که بالا می‌رود، تدریجا حرکتش کندتر می‌شود؛ تا جایی که در یک نقطه لحظه‌ای درنگ می‌کند و سپس به سوی زمین بازمی‌گردد؟ آیا عایق و مانعی در کار اســـت؟ یعنی مقاومت هوا مانع حرکت است یا علل دیگری در کار است. ابن‌هیثم و ابن‌سینا این علت را ناشی از مقاومت هوا می‌دانستند؛ یعنی اگر مقاومتی در کار نباشد، ســـنگ حرکت خود را همواره حفظ خواهد کرد. اگر چه این حرکت قسری یعنی در خلاف جهت

ترجمه کتاب المناظر ابن هیثم در قرن ۱۶ام میلادی در اسپانیا



نفوذ آثار ابن هیثم در علوم اروپاییان در قرنهای بعد، ارایه شده در نمایشگاه کالیفرنیا، ۲۰۱۷

حرکت طبیعی آن جسم باشد.
تعبیری که ابن‌هیثم و ابن‌سینا در مورد حرکت قسری داشتند، به اصل لَختی انجامید که هفت قرن بعد توسط گالیله و نیوتن تأیید شد.

بررسی برخی نظریه‌های نوری ابن‌هیثم

انتشار نور به خط راست

یکی از اصول مهم مبحث نور، انتشار مستقیم‌الخط نور است. این اصل یعنی نور به خط مستقیم سیر می‌کند، مشروط بر اینکه محیط انتشار آن همگن باشد. ابن‌هیثم این اصل مهم را کشف می‌کند و می‌گوید: «نور به خط مستقیم سیر می‌کند، به شرط اینکه محیط انتشار همه‌جا از حیث شفافیت متشابه باشد.»
او انتشار مستقیم‌الخط نور را چنین تشریح می‌کند: «در خانه تاریکی که فضای آن را غبار و دود احاطه کرده است، هرگاه از روزنه یا حفره‌ای نور به آنجا بتابد، ملاحظه می‌شود که نور از آن حفره تا محلی که به آن تابیده، به شکل خط مستقیم امتداد پیدا کرده است.»

نظریه موجی نور: نور موج است یا ذره؟

این سؤال سال‌ها به شکل معضلی در قرون هفدهم و هجدهم مورد بحث دانشمندان بود.
برخی دانشمندان مانند نیوتن از نظریه ذره‌ای نور دفاع می‌کردند و برخی دیگر مانند هویگنس طرفدار نظریه موجی نور بودند. حدود ۱۰۰ سال این بحث بین طرفداران دو نظریه وجود داشت. سرانجام در اوایل قرن نوزدهم نظریه موجی نور توسط یانگ و فرنل با نظریه ماکسول اثبات و تأیید شد. ولی پس از ۵۰ سال نظریه ذره‌ای بودن نور بار دیگر مطرح شد؛ زیرا پدیده فوتوالکتریک که نظریه موجی از تفسیر آن عاجز بود، به کمک نظریه ذره‌ای اثبات شد. به تدریج فیزیکدان‌ها به این نتیجه رسیدند که نور دارای خاصیت دوگانه موجی و ذره‌ای است. اما دانشمندان اسلامی نسبت به این دو نظریه درباره نور بیگانه نبوده‌اند. در تجریدالکلام خواجه نصیرالدین طوسی از نظریه ذره‌ای نور صحبت به میان آمده است. در مقابل، ابن‌هیثم در مخالفت با آن، از نظریه موجی نور سخن گفته است. هویگنس، برای اثبات موجی بودن نور و در واقع رد ذره بودن آن، به تشبیه نور به آتش پرداخته و می‌گوید: «نور از جنس آتش است، به طوری که در زندگی روزانه می‌بینیم که نور از آتش به وجود آمده و به آتش هم می‌تواند تبدیل شود، زیرا اگر نور را به آینه مقعری بتابانیم در یک نقطه جمع شده، اجسام را می‌سوزاند.»
ابن‌هیثم همین مطلب را چند قرن قبل از هویگنس عنوان کرده و می‌نویسد:
«نوری که از جسم نورانی خارج می‌شود، ذاتا از جنس آتش است، زیرا اگر نور خورشید را به آینه مقعری بتابانیم حرارت آن در یک نقطه جمع می‌شود و اگر در این نقطه جسم قابل‌احتراقی موجود باشد، آن را می‌سوزاند و اگر نور آفتاب مدتی در هوا به جسمی بتابد، آن را گرم می‌کند.»
هویگنس می‌گوید: «آتش و شعله که عامل تولید

نور هستند، دارای حرکات سریعی هستند و این حرکات در محیط مادی مجاور جسم نورانی تأثیر کرده و آن را به حرکت درمی‌آورند. این حرکت از جزئی به جزء دیگر ماده موجود در فضا انتقال یافته و به این ترتیب نور انتشار پیدا می‌کند. بنابراین انتشار نور شبیه انتشار صوت است، زیرا انتشار صوت هم به واسطه انتقال حرکت از جزئی به جزء دیگر هوا صورت می‌گیرد.» ابن‌هیثم در نظریه‌ای مشابه بیان می‌کند که: «طرز انتشار نور در محیط شفافی که مجاور منبع نور باشد، این‌طور است که نور از هر یک از نقاط جسم نورانی به‌شکل خطوط مستقیم ولی در امتداد کروی منتشر می‌گردد؛ تا جایی که دیگر قادر به انتشار نباشد. مقصود از امتداد این است که جزء مجاور منبع نور شبیه به خود جسم نورانی می‌شود و حکم منبع نور را پیدا می‌کند و جزئی که بلافاصله پس از آن قرار گرفته، شبیه به جزء اول می‌شود. به همین ترتیب این عمل ادامه دارد تا کم‌کم نور محو یا توسط جسم کدری جذب شود.»

اصل نظریه موجی نور بر مبنای همین گفته‌ی ابن‌هیثم قرار گرفته است. بدین معنی که هر جا منبع نوری قرار گرفته باشد، اجزای مجاور آن شبیه خود منبع نور می‌شوند و آنها را می‌توان به منزله یک منبع نور مستقل فرض کرد. همچنین اجزایی که بلافاصله پس از آنها قرار گرفته‌اند، باز شبیه به اجزای قبلی می‌شوند و به همین ترتیب هر نقطه از فضا را می‌توان مرکز کراتی تصور کرد که اشعه نورانی این کرات را تشکیل می‌دهند و همین طور هر جزئی جزء بعدی را در امتداد اشعه کره تحت‌تاثیر قرار می‌دهد تا وقتی که نور محو یا توسط جسم کدری جذب شود.

اصل هویگنس متکی بر این فرض است که هر نقطه از سطح موج را می‌توان در حکم یک چشمه کوچک ثانوی دانست که اشعه را به همه طرف با همان سرعتی که سطح موج اولیه حرکت می‌کرد می‌فرستد و در واقع هویگنس این فکر را از ابن‌هیثم گرفته است.

تقسیم‌بندی اجسام از نظر قابلیت انتقال نور

ابن‌هیثم اجسام را از نظر قابلیت انتقال نور به دو دسته شفاف و کدر تقسیم کرده است. اجسام کدر، اجسامی هستند که نور نمی‌تواند از آنها عبور کند؛ مانند چوب و سنگ و ... . اجسام شفاف، به اجسامی گفته می‌شود که نور از آنها به خوبی عبور

می‌کند؛ مانند شیشه و هوا. درباره این موضوع، وی چنین می‌نویسد: «اگر شخصی در محل تاریکی قرار گرفته و در مقابل او جسم نورانی موجود باشد، چشم در صورتی می‌تواند این جسم را مشاهده کند که شیء کدری بین جسم مزبور و چشم قرار نگرفته باشد، والا اگر شیء کدری در این فاصله باشد، چشم جسم نورانی را نخواهد دید.»

در جای دیگر می‌نویسد: «هوا جسمی است شفاف، اگر نور خورشید بر آن بتابد به واسطه شفافیتی که دارد، نور از آن عبور می‌کند.»

قوانین انعکاس نور

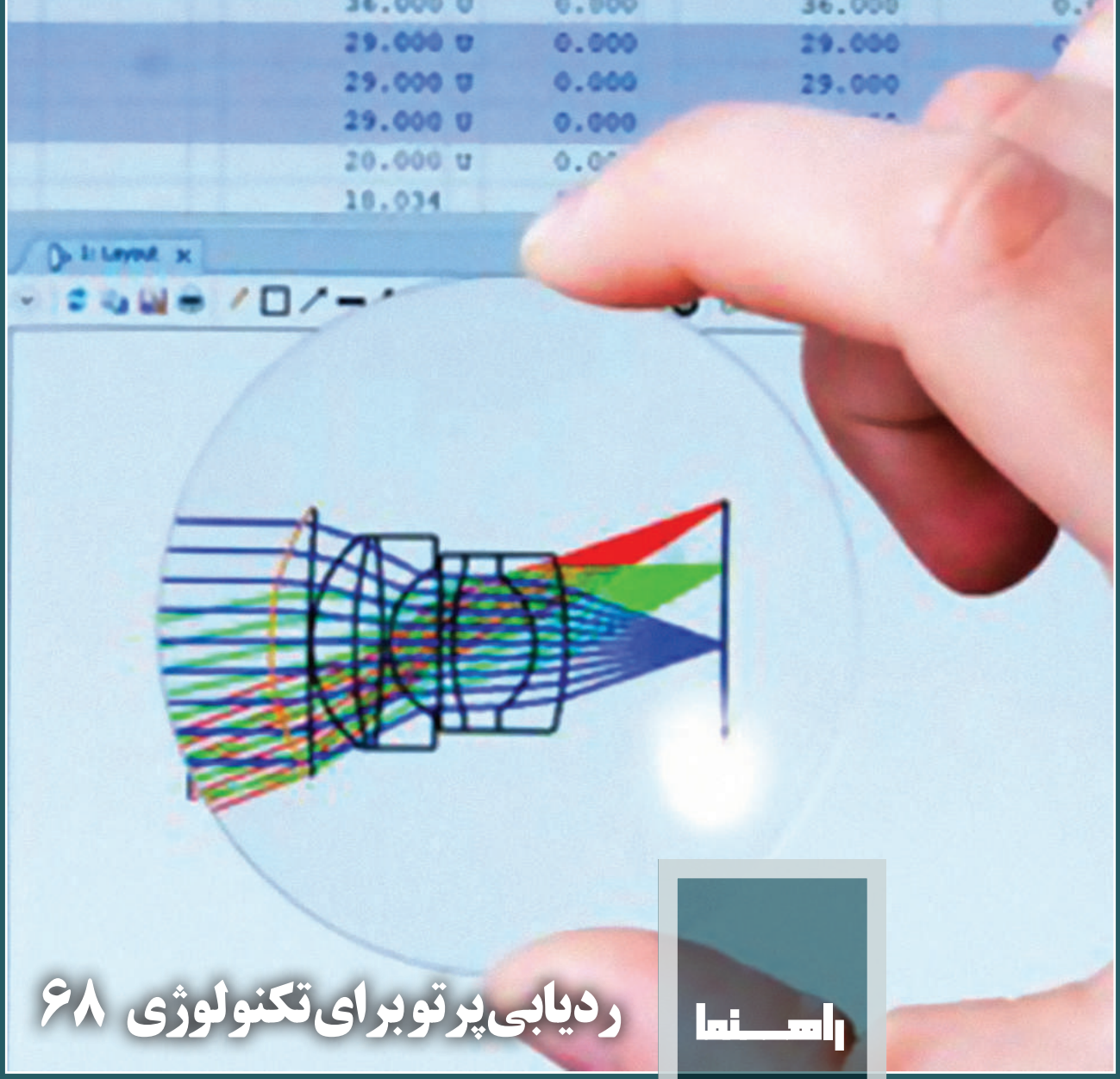
فیزیکدانان برای اینکه بتوانند قوانین انعکاس نور را با نظریه ذره‌ای بودن نور تفسیر کنند، به تعبیر مکانیکی آن پرداخته‌اند. مثلا می‌گویند نور به دلیل ذره بودن درست مانند توپی که به دیوار برخورد می‌کند و برمی‌گردد، منعکس می‌شود. یعنی اگر نور هم به جسم صیقلی مثلا آینه تابیده شود، منعکس می‌شود. قرن‌ها پیش از اینکه دانشمندان اروپایی از این تعبیر و تشبیه نور به جسم مادی استفاده کنند، ابن‌هیثم آن را به تفصیل شرح داده بود. او چنین نوشته است: «همان‌طور که اجسام طبیعی، اگر از محل مرتفعی سقوط کنند و به زمین سختی برخورد کنند، فورا برمی‌گردند، یا اگر جسمی را پرتاب کنیم و این جسم به دیوار تصادم کند، بی‌درنگ برمی‌گردد، به همین ترتیب نور، وقتی به اجسام صیقلی بتابد، منعکس می‌شود.»

وی همچنین شرایط مختلف را توضیح می‌دهد و می‌نویسد: «همان‌طور که اگر برخی اجسام را از محل بلندی ساقط کنیم، هنگام برخورد با زمین دیگر برنمی‌گردند و روی خاک باقی می‌مانند، به همین ترتیب نور هم وقتی که به جسم غیرصیقلی رسید، منعکس نمی‌شود و همچنین هر گاه جسم ساقط به اجسامی از قبیل گچ و چوب که تا اندازه‌ای صلابت دارند برخورد کند، مقداری منعکس می‌شود، اما نه به آن اندازه‌ای که به جسم خیلی سختی مثل آهن تصادم کند. برای نور هم همین وضعیت صادق است و اجسامی که نیمه‌صیقلی هستند، تا اندازه‌ای نور را منعکس می‌کنند.»

ابن‌هیثم، بعد از ذکر مشابهت بین نور و اجسام مادی اختلاف آنها را توضیح می‌دهد؛ مثلا اظهار می‌کند: «گلوله کروی آهنی را اگر در امتداد مایل به دیواری بزنیم، در امتداد مایل هم برمی‌گردد. پس برای نور هم عینا همان‌طور است و زاویه تابش، مساوی زاویه بازتاب است. اما گلوله کروی، پس از اینکه برگشت، خط ممیز منحنی پیدا می‌کند و به زمین ساقط می‌شود، در حالی که نور، پس از انعکاس در آینه، امتداد خود را دنبال می‌کند.»

او همچنین انعکاس نور را روی آینه‌های تخت، محدب، مقعر، کروی، مخروطی و استوانه‌ای آزمایش می‌کند و قوانین انعکاسی را به شرح زیر بیان می‌کند: «انعکاس نور در کلیه سطوح، اعم از مسطح و مستدیر، به طرز خاص انجام می‌گیرد و آن این است که هر نقطه سطح صیقلی، نور را در امتداد خط مستقیم منعکس می‌کند.»

ابن‌هیثم علاوه بر ریاضیات و نورشناسی، در کلام، مابعدالطبیعه، منطق، اخلاق، ادب و موسیقی تبحر و در پزشکی هم مهارت داشت، ولی هرگز به طبابت نپرداخت. وی توانست مسائل دشوار مثلثات را تنها از راه‌های هندسی حل کند. معروف‌ترین شاگرد ابن‌هیثم «ابوالوفاء مبشربن فاتک» است که نزد وی به تحصیل ریاضی پرداخت و بعدها به یکی از دانشمندان بزرگ مصر تبدیل شد. از بین کتاب‌های تأثیرگذار ابن‌هیثم می‌توان به «علم البصار» با موضوع پرتوشناسی اشاره کرد که سال‌ها پس از وفات او در قرون وسطی به زبان لاتین ترجمه و مدت‌ها به عنوان یک منبع با ارزش در زمینه فیزیک نور استفاده شد.



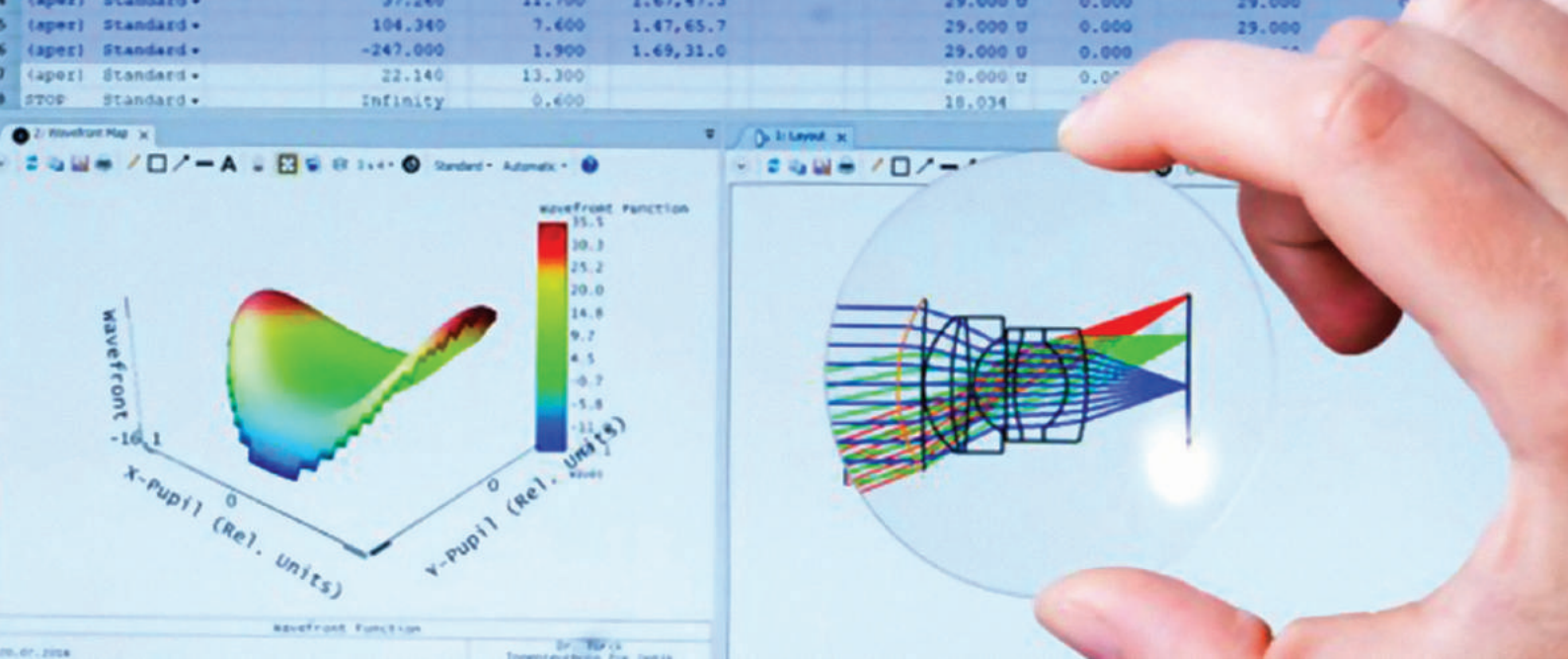
ردیابی پرتو برای تکنولوژی ۶۸

راهنما
GUIDE

۶۸ ردیابی پرتو برای تکنولوژی

۷۱ رویکردهای جاری در اپتیک و فوتونیک

۷۲ معافیت‌های مالیاتی دانش



ردیابی پرتو برای فناوری

نگاهی دقیق‌تر به نرم‌افزار زیمکس (قسمت دوم)

محمدرضا شریفی‌مهر
m_sharifimehr@sbu.ac.ir

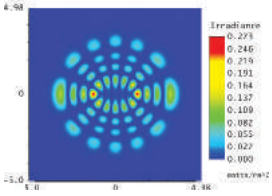
در شماره قبل به معرفی نرم‌افزار شبیه‌سازی زیمکس و بیان قابلیت‌های آن در زمینه طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌های اپتیکی پرداخته شد. در این شماره هم پس از بیان برخی نکات کلی در خصوص شبیه‌سازی سیستم‌های اپتیکی، تعدادی از قابلیت‌های تخصصی و محدودیت‌های نرم‌افزار زیمکس مورد بررسی قرار گرفته است.

همان‌طور که اشاره شد، زیمکس به عنوان یک نرم‌افزار ردیابی پرتو[1] شناخته می‌شود و تقریبا شبیه‌سازی هر نوع سیستم مبتنی بر اپتیک هندسی و اغلب پدیده‌های مربوط به اپتیک فیزیکی با استفاده از این نرم‌افزار امکان‌پذیر است. این نرم‌افزار در حال حاضر با دارا بودن امکانات گسترده، تنوع المان‌های اپتیکی، تعریف پارامترهای متغیر و انواع خروجی‌های موردنظر در کاربردهای تخصصی به همراه قابلیت بهینه‌سازی سیستم‌های اپتیکی مختلف، به عنوان یکی از قدرتمندترین نرم‌افزارهای شبیه‌سازی اپتیکی در بسیاری از شرکت‌های معتبر سازنده دستگاه‌ها و المان‌های اپتیکی، مورداستفاده قرار می‌گیرد.

اولین قدم در شبیه‌سازی سیستم‌های اپتیکی با استفاده از زیمکس، انتخاب یکی از حالت‌های «متوالی»[2] یا «غیرمتوالی»[3] در این نرم‌افزار است که معمولا به ترتیب در شبیه‌سازی سیستم‌های «تصویرگیر»[4] و سیستم‌های «غیرتصویرگیر»[5] مورداستفاده قرار می‌گیرند. بنابراین هنگام استفاده از پرتوهای لیزر در سیستم‌های غیرتصویرگیر، توصیه می‌شود که حالت «غیرمتوالی» یا در موارد پیشرفته‌تر، حالت ترکیبی «غیرمتوالی- متوالی» مورداستفاده قرار گیرد. البته به دلیل ساده‌تر بودن حالت «متوالی»، اغلب کاربران هنگام شروع یادگیری زیمکس از این حالت استفاده می‌کنند و متأسفانه در ادامه، از ورود به حالت «غیرمتوالی» و استفاده از امکانات گسترده و پرکاربرد آن غفلت می‌ورزند؛ درحالی که امروزه متخصصان حوزه لیزر و

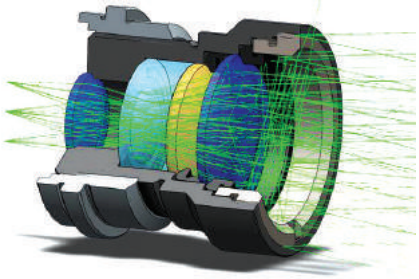
1 Ray tracing

2 Sequential Mode
3 Non-Sequential Mode
4 Imaging
5 Non-imaging

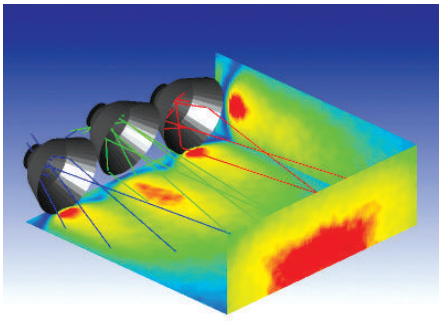


تحلیل نتایج حاصل از شبیه‌سازی، بسیار مهمتر از اجرای شبیه‌سازی سیستم اپتیکی در نرم افزار مورد نظر است. در حقیقت هدف اصلی شبیه‌سازی، تحلیل صحیح نتایج به دست آمده و تطبیق آن با شرایط واقعی است.

فوتونیک برای بهره‌گیری کامل از تمام قابلیت‌های نرم‌افزار زیمکس، اغلب از حالت «غیرمتوالی» بهره می‌برند.



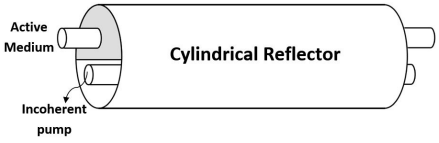
قدم بعـــدی در انتخـــاب المان‌ها و شبیه‌ســـازی سیستم‌های اپتیکی، انتخاب منبع نور با مشخصات مناسب و مخصوصا تعیین همدوس یا غیرهمدوس بودن آن است. یکی از رایج‌ترین اشتباهاتی که هنگام استفاده از نرم‌افزارهای ردیابی پرتو مانند زیمکس صورت می‌گیرد، بررسی رفتار سیستم فقط از نظر اپتیک هندسی و مســـیر عبور پرتوها و عدم‌توجه به برخی پارامترهای تجربی تأثیرگذار در عملکرد سیستم اپتیکی واقعی می‌باشد؛ به صورتی که حتی در برخی موارد، نتایج حاصل از تحلیل شبیه‌سازی های کاملا ایده‌آل، عملا در چیدمان آزمایشگاهی سیستم مورد نظر غیرقابل استفاده هستند.



به عنوان مثال، برخی از مهم‌ترین پارامترهای مربوط به شبیه‌سازی سیستم‌های اپتیکی واقعی که هنگام کار با پرتوهای لیزر پیوسته و پالسی باید مورد توجه ویژه قرار گیرنـــد، عبارتند از: قطـــر پرتو، محدوده طول موج موردنظر، اتلاف کل سیستم، واگرایی پرتو، توزیع شدت عرضی، پهنای زمانی پالس (به منظور محاسبه توان قله پالس‌های لیزری)، قطبش پرتو، لایه‌نشانی مربوط به المان‌های اپتیکی، بررسی مکان نقاط تمرکز پرتو (به منظور اطمینان از عدم‌آسیب دیدگی المان‌ها) و ...

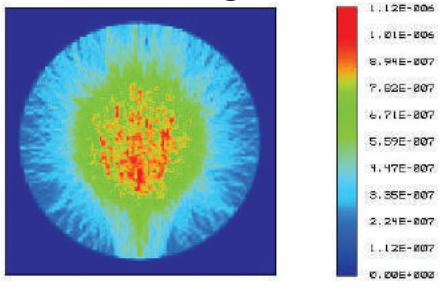
در ادامه به بیان یک نمونه از قابلیت‌های تخصصی پرکاربرد در زمینه شبیه‌سازی سیستم‌های لیزری می پردازیم.

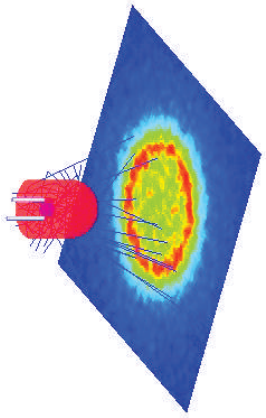
یکی از مهم‌ترین قســـمت‌های یک سیستم لیزر، بخش پمپاژ اپتیکی است که پروفایل توزیع شکل پرتوهـــا درون محیط فعال، تأثیـــر قابل‌توجهی بر عملکرد نهایی لیزر خواهد داشت. با استفاده از حالت «غیرمتوالی» نرم‌افزار زیمکس می‌توان پروفایل پمپ را در تمام حجم کاواک و درون محیط فعال به طور کامل شبیه‌سازی و بررسی کرد.



شکل فوق، نمونه‌ای از یک سیستم پمپاژ لیزر شامل بازتابنده استوانه‌ای، منبع نور غیر همدوس و محیط فعال لیزر را نشـــان می‌دهد که خروجی حاصل از شبیه‌ســـازی به صورت مقطع عرضی توزیع شدت پرتوهای پمپ در محل محیط فعال این سیستم در شکل زیر آورده شده است.

با استفاده از تحلیل نتایج حاصل از این شبیه‌سازی





یکی از مهمترین نکات تعیین کننده در انتخاب نوع المان‌ها و روش شبیه سازی سامانه‌های اپتیکی، انتخاب منبع نور با مشخصات مناسب و مخصوصاً تعیین همدوس یا غیر همدوس بودن آن اســـت. به عنوان مثـــال در هنگام استفاده از منابع همدوس، پارامترهایی مانند پلاریزاسیون، شدّت پرتو در نقاط تمرکز سیستم و همچنین وجود تداخل، باید مورد توجه ویژه قرار گیرند.

می‌توان بهترین حالت مربوط به پمپ شدن یکنواخت محیط فعال و ابعاد و محل قرارگیری المان‌های مختلف را به دست آورد.

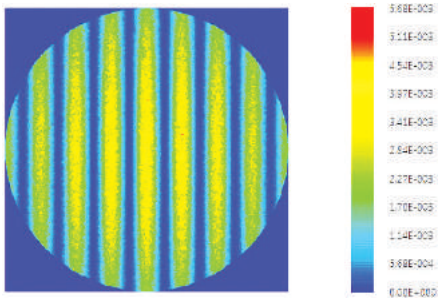
جزئیات کامل نحوه شبیه‌سازی و تحلیل نتایج سیستم فوق باعنوان "How to Model and Optimize Reflectors for Laser Pumping" در کتابخانه مثال‌های زیمکس[6] در دسترس است.

هرچند که یادگیری تمام قسمت‌های یک نرم‌افزار شبیه‌سازی نه لازم و نه امکان‌پذیر است. با وجود این، اطلاع از قابلیت‌ها و محدودیت‌های نرم‌افزار مورداستفاده، امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در مطالبی که تاکنون عنوان شد، توانایی‌های نرم‌افزار زیمکس موردبررسی قرار گرفت. در شناخت دقیق‌تر زیمکس، با برخی از محدودیت‌های این نرم‌افزار هم آشنا خواهیم شد.

یکی از مهم‌ترین نکات قابل توجه هنگام استفاده از زیمکس این است که نتایج حاصل از این نرم‌افزار برای میدان دور[7] معتبر خواهد بود و بنابراین شبیه‌سازی پدیده‌های میدان نزدیک[8] در این نرم‌افزار قابل اعتماد نیست. همچنین کمترین ابعاد المان‌های قابل شبیه‌سازی در زیمکس حدود چندین میکرون است.

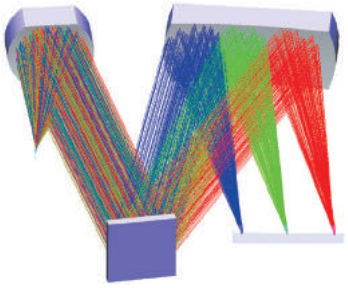
با وجود آنکه پدیده‌هایی مانند فوتولومینسانس در زیمکس قابل‌بررسی هستند، ولی المان‌های فعال اپتیکی مانند محیط بهره لیزر یا المان‌های آکوستو- اپتیک و همچنین پدیده‌های وابسته به زمان، مانند نحوه انتشار پالس‌های لیزری در سیستم‌های اپتیکی در این نرم‌افزار قابل شبیه‌سازی نخواهند بود. در سیستم‌های اپتیکی که بررسی تغییرات قطبش پرتوها در آنها اهمیت دارد، توجه به این نکته ضروری است که زیمکس تنها توانایی شبیه‌سازی قطبش پرتوها در آن دسته از سیستم‌های اپتیکی را داراست که قانون اسنل در آن‌ها برقرار باشد.

6 ZEMAX Knowledge Base
7 Far-field
8 Near-field



فریزهای تداخلی آزمایش یانگ شبیه‌سازی شده در زیمکس

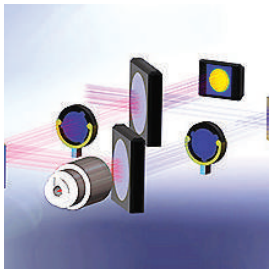
به عنوان مثال، بررسی قطبش پرتوها برای توری‌های پراش مورداستفاده در طیف‌سنج‌ها (که قانون اسنل برای آنها برقرار نمی‌باشد) در نرم‌افزار



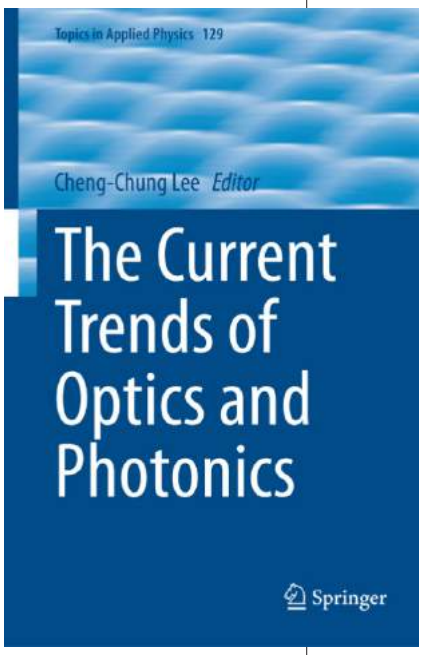
چیدمان طیف سنج شبیه سازی شده در زیمکس

زیمکس امکان‌پذیر نیست.

با توجه به مطالب اخیر و روند روبه‌گسترش نرم‌افزارهای تخصصی شبیه‌سازی اپتیکی، امروزه اغلب متخصصان به منظور تحلیل کامل تمام پارامترها و پاسخ اپتیکی سیستم‌های موردنظر، از چندین نرم‌افزار مختلف بهره می‌گیرند. در این حالت پس از بررسی خروجی‌های مختلف و تحلیل ترکیبی تمام نتایج، رفتار سیستم نهایی ارائه می‌شود. در این راستا و به منظور آشنایی بیشتر با قابلیت‌های منحصربه‌فرد نرم‌افزارهای دیگر، در شماره‌های آینده به معرفی و بررسی چند نرم‌افزار دیگر پرداخته خواهد شد.



هرچند که یادگیری تمام قسمتهای یک نرم افزار شبیه سازی نه لازم است و نه امکانپذیر ولی با وجود این اطلاع از تمام امکانات، قابلیتها و محدودیت های نرم افزار مورد استفاده، به منظور تحلیل صحیح نتایج حاصل، امری اجتناب ناپذیر می باشد.



رویکردهای جاری در اپتیک و فوتونیک

The Current Trends of Optics and Photonics

مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com

این کتاب از تازه‌های اپتیک و فوتونیک است که گروه اسپرینگر آن را به چاپ رسانده‌است.

پیشرفت‌های اخیر در حوزه اپتیک و فوتونیک رویکردهای جدیدی را پیش‌روی چالش‌های قرن بیست‌ویکم قرار داده که از آن جمله می‌توان به کاربرد این علوم در زمینه‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی، مخابرات نوری، کشاورزی مدرن، پایش سلامت افراد و کنترل شرایط محیط‌زیست و ... اشاره کرد.

در تمامی این زمینه‌ها، فناوری‌های پیشرفته و سیستم‌های به‌روزرسانی شده‌ی مبتنی بر نور، نقش کلیدی دارند که در این رابطه می‌توان به استفاده از لایه‌های نازک و فرامواد اپتیکی، انواع لیزرها، حسگرهای نوری، دیودهای نور گسیل معدنی و آلی، سلول‌های خورشیدی و نمایشگرهای بلور مایع که در زندگی روزمره ما نقش اساسی دارند، اشاره نمود. کتاب «رویکردهای جاری در اپتیک و فوتونیک» به روزترین و آخرین دستاوردهای تخصصی و چالش برانگیز در زمینهٔ اپتیک و فوتونیک را در ۸ بخش و ۲۹ فصل مورد بحث قرار داده است؛ فصل‌های مختلف کتاب شامل مباحث مربوط به لایه‌های نازک اپتیکی، فراماد، لیزرهای فیبری، مخابرات نوری، لیزرهای دیودی، اپتوالکترونیک، نمایش گرهای بلور مایع، نانو فوتونیک و بایو فوتونیک می‌شود. یکی از نکات جالب توجه در نحوه ارائه مطالب این کتاب، استفاده از مثال‌های کاربردی و بیان نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌ها و آزمایش‌های تجربی انجام شده در هر موضوع تخصصی می‌باشد که هر یک از آنها می‌تواند نقطه شروع مناسبی برای انجام یا توسعه یک پروژه تحقیقاتی باشد.

پروفسور چنگ چانگ لی، ویراستار اصلی این کتاب حدود ۳۰ سال سابقه کار دانشگاهی، اجرایی و آزمایشگاهی در زمینه اپتیک و فوتونیک با محوریت لایه‌های نازک اپتیکی و تداخل سنجی دارد؛ این سابقه طولانی در زمینه کار تخصصی، ارزش سرمایه‌گذاری علمی و پژوهشی و توجه به عناوین مطرح شده در این کتاب را دوچندان می‌کند. همچنین نویسندگان کتاب کوشیده‌اند تا نظر خوانندگان را به این نکته جلب کنند که امروزه فناوری‌های مبتنی بر اپتیک و فوتونیک، راه‌حل‌های نوین و قابل‌اعتمادی را برای نیازهای اساسی انسان قرن بیست و یکم فراهم کرده است.

درباره کتاب

ویراستار: پروفسور چنگ‌چانگ‌لی (Cheng-Chung Lee)
ناشر: Springer
سال انتشار: ۲۰۱۵
تعداد صفحه: ۵۴۲

حمایت‌های قانون از شرکت‌های دانش‌بنیان

معافیت‌های مالیاتی دانش

معافیت‌های مالیاتی

۱.۰ معافیت‌های مالیاتی ماده (۳) قانون حمایت از شرکت‌ها و موسسات دانش‌بنیان

شرکت‌های دانش‌بنیان در خصوص درآمد ناشی از فروش کالاها و خدمات دانش‌بنیان خود، مشمول معافیت مالیاتی هستند.

روش استفاده از حمایت: شرکت پیش از پایان هر سال مالی (در تاریخ اعلام‌شده از طرف دبیرخانه کارگروه)، به کارتابل خود در سامانه reg.daneshbonyan.ir مراجعه و اطلاعات خود را به‌روزرسانی و به همراه تعهدنامه مربوطه ارسال می‌نماید. پرونده شرکت بعد از ارزیابی به سازمان امور مالیاتی ارسال می‌شود.

۲.۰ معافیت مالیاتی ماده (۹) قانون حمایت از شرکت‌ها و موسسات دانش‌بنیان در خصوص واحدهای پژوهشی، فناوری و مهندسی مستقر در پارک‌های علم و فناوری

واحدهای پژوهشی، فناوری و مهندسی مستقر در پارک‌های علم و فناوری (بدون نیاز به تایید دبیرخانه کارگروه) مطابق مجوز مدیریت پارک علم و فناوری از معافیت مالیات بر درآمد برخوردار می‌شوند.

روش استفاده از حمایت: صدور مجوز توسط مدیریت پارک علم و فناوری

جعبه‌ای جادویی به نام اتاق تاریک

۸۵

مدرسه هنرهای
ACADEMY

۷۴ انتشار مستقیم الخط نور

۸۰ از روزنه تا پیکسل

۸۵ جعبه‌ای جادویی به نام اتاق تاریک

راز تشکیل سایه ها

انتشار مستقیم‌الخط نور

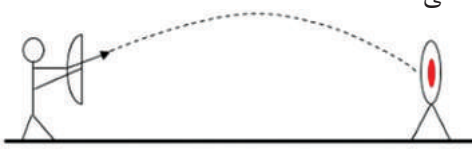
مهنوش غلامزاده
mahnoosh.gholamzade@gmail.com

یک منبع نور در همه جهات اشعه‌های نور را می‌پراکند. در این مطلب بررسی خواهیم کرد نور چگونه منتشر می‌شود و آن را با دیگر حرکت‌ها مقایسه می‌کنیم.
از آنجا که نور از ماده ساخته نشده است، برای توصیف حرکت نور باید از واژه «انتشار نور» استفاده کنیم و اصطلاح «حرکت نور» مناسب نیست. حال به بررسی این انتشار می‌پردازیم.

انتشار نور در خط مستقیم

بارها شنیده‌ایم که نور دارای ماهیت دوگانه است. یعنی هم خواص یک ذره را داراست و هم مانند یک موج رفتار می‌کند؛ اما نه کاملا مانند ذرات است و نه دقیقا مانند یک موج. البته خصوصیات موج نور با موج صوت و یا امواج آب متفاوت است. نور برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارد؛ ولی امواج آب و صوت نیاز به محیط مادی دارند. از طرفی، تفاوت امواج صوت با امواج نور در این است که امواج صوت می‌توانند با وجود موانعی مانند دیوار، باز هم انتشار یابند. به همین دلیل است که می‌توانید صدای افرادی را که از یک اتاق دیگر با شما صحبت می‌کنند، بشنوید. ولی اگر کسی از شما بخواهد که یک چراغ قوه را در یک اتاق روشن نگه دارید، در اتاق کناری چیزی دیده نمی‌شود؛ چراکه نور در خط مستقیم منتشر می‌شود.

بعضی از آزمایش‌های فیزیکی مانند پدیده فوتوالکتریک نشان می‌دهد که نور می‌تواند ماهیت ذره‌ای هم داشته باشد. اما آیا ذرات نور مانند یک توپ گرد کوچک هستند؟ یک توپ فوتبال پرتاب شده در هوا و یا یک تیر را که در فاصله ۵۰ متری به سمت یک هدف پرتاب شده، در نظر بگیرید. توپ فوتبال و تیر در خطوط مستقیم حرکت نمی‌کنند. اگر کماندار تیر را به طور مستقیم نشانه بگیرد، تیر به زیر هدف برخورد خواهد کرد؛ زیرا گرانش آن را در تمام طول مسیر به سمت پایین می‌کشد؛ به چنین حرکت‌هایی، حرکت پرتابه‌ای می‌گویند. ولی انتشار نور پرتابه‌ای نیست و ماهیتی کاملا متفاوت دارد. اگر یک لیزر مستقیما به یک هدف تابیده شود، در همان مسیر انتشار یافته و به آن برخورد می‌کند.



دو قانون انتشار نور

قانون اول: پرتوها مسیر خود را تغییر نمی‌دهند. این پدیده انتشار مستقیم‌الخط نامیده می‌شود. نور می‌تواند فقط در محیط‌های شفاف مثل هوا، شیشه و آب منتشر شود. در این نوع محیط‌ها، نور در یک خط مستقیم منتشر می‌شود. البته باید به یاد داشته باشیم که انتشار مستقیم‌الخط، نیازمند یک محیط همگن است.

و قانون دوم: پرتوها هنگامی که وارد یک محیط جدید می‌شوند، تغییر مسیر می‌دهند.

یکی از مهم‌ترین نتایج انتشار مستقیم‌الخط نور، ایجاد سایه است. سوالی که پیش می‌آید، این است که سایه چیست و چطور تشکیل می‌شود؟ آیا تا به‌حال به سایه‌ها دقت کرده‌اید؟ آن‌ها همه‌جا هستند. البته زمان‌هایی هستند که به شدت به سایه نیاز پیدا می‌کنید؛ مثل سایه یک درخت سرسبز برای فرار از گرمای آفتاب. گاهی اوقات سایه‌ها مزاحم شما هستند؛ مثل زمانی که می‌خواهید مطالعه کنید و سایه دست‌تان روی کتاب می‌افتد. نظرتان در مورد بازی با سایه چیست؟ حتما تاکنون با نمایش سایه‌ای خود یا اطرافیانتان را سرگرم کرده‌اید! این نشان‌دهنده آن است که نور در خطوط مستقیم منتشر می‌شود و در واقع یک پدیده منحصربه‌فرد است.

بیایید بررسی کنیم که چرا این اتفاق رخ می‌دهد؟

هنگامی که یک شیء کدر جلوی یک منبع نور قرار بگیرد، نواحی‌ای که در پشت جسم قرار دارند، نور را دریافت نمی‌کنند و سایه شیء تشکیل می‌شود. همچنین اگر یک شیء نیمه‌شفاف جلوی منبع نور قرار بگیرد، یک سایه کمرنگ تشکیل می‌شود. سایه بخشی است که نور را دریافت نمی‌کند و حاصل برخورد پرتوهای نور با لبه‌های شیء است.

سه شرط برای تشکیل سایه لازم است:

- وجود منبع نور

وقتی به یک فرودگاه وارد می‌شوید می‌دانید که قرار است لوازم شما یک سفری دیگر را در اسکنر اشعه X پشت سر بگذارند. در این اسکنر سایه لوازم داخل کیف شما به کمک اشعه X با سطوح انرژی مختلف به تشخیص مواد ارگانیک، غیر ارگانیک و فلزی، شکل و محل آنها منجر می‌شود.

- وجود یک شیء کدر
- وجود یک صفحه پشت شیء

سایه‌ها فقط با وجود این سه شرط تشکیل می‌شوند و به همین دلیل است که ما هیچ سایه‌ای را در تاریکی نمی‌بینیم.

برای بررسی خصوصیات سایه یک آزمایش انجام دهید.

وسایل موردنیاز آزمایش:

- چراغ‌قوه
- چند شیء کدر با اشکال و اندازه‌های مختلف
- صفحه نمایش

مراحل آزمایش:

چراغ‌قوه را روشن کنید و شیء کدر را مقابل آن قرار دهید. صفحه نمایش را مقابل چراغ‌قوه قرار دهید. از یکی از دوستان خود بخواهید که شکل دور سایه را با یک ماژیک بکشد.

محل صفحه و چراغ‌قوه را ثابت نگه دارید و شیء را حرکت دهید و مشاهدات خود را یادداشت کنید.

رنگ و اندازه شیء را هم یادداشت کنید و مراحل آزمایش را برای سایر اشیا تکرار کنید.

(سایه‌ها هنگامی که شیء نزدیک منبع نور باشد، بزرگ‌تر و هنگامی که از منبع دور گردد (به صفحه نزدیک‌تر شود) کوچک‌تر خواهند شد. رنگ سایه همیشه سیاه است.)

خصوصیات سایه‌ها:

سایه بدون توجه به رنگ شیئی که سایه را تشکیل می‌دهد، همیشه سیاه است. (البته شاید بتوان راهی برای داشتن سایه‌های رنگی پیدا کرد، فکر کنید!)

سایه تنها شکل کلی شیء را نشان می‌دهد، نه جزئیات آن را.

اندازه سایه متغیر است و بستگی به فاصله بین‌شیء و صفحه دارد.

چرا سایه‌ها را مطالعه می‌کنیم؟

در این متن بارها خوانده‌ایم که نور در یک خط مستقیم منتشر می‌شود. اگرچه این موضوع یک مفهوم ساده به نظر می‌رسد، اما پیامدهای آن عمیق است و عملا بر همه چیزهایی که می‌بینیم تاثیر می‌گذارد. همچنین به درک مفاهیم مهم دیگری مانند انعکاس، جذب و انتشار کمک می‌کند.

کاربردهای سایه

تصاویر پزشکی استخوان‌ها و یا عکس‌های امنیتی محتویات چمدان‌ها در یک فرودگاه، سایه‌هایی هستند که توسط نوعی از امواج الکترومغناطیسی به نام اشعه ایکس (X Ray) ساخته شده‌اند.

ساعت آفتابی یک راه حل بسیار کهن برای اندازه‌گیری موقعیت خورشید در آسمان و تعیین زمان است.
ساعت‌های آفتابی به کمک نور خورشید و سایه یک نشانگر، زمان دقیق را به انسان نشان می‌دهند. خورشیدگرفتگی و ماه‌گرفتگی هم به دلیل وجود سایه اتفاق می‌افتد. در زمان خورشیدگرفتگی، زمین در سایه ماه قرار می‌گیرد و طی ماه‌گرفتگی، ماه از سایه زمین عبور می‌کند. این پدیده‌ها یکی از اولین مسائلی بودند که توجه ستاره‌شناسان را به خود جلب کردند.

ماه‌گرفتگی چیست؟

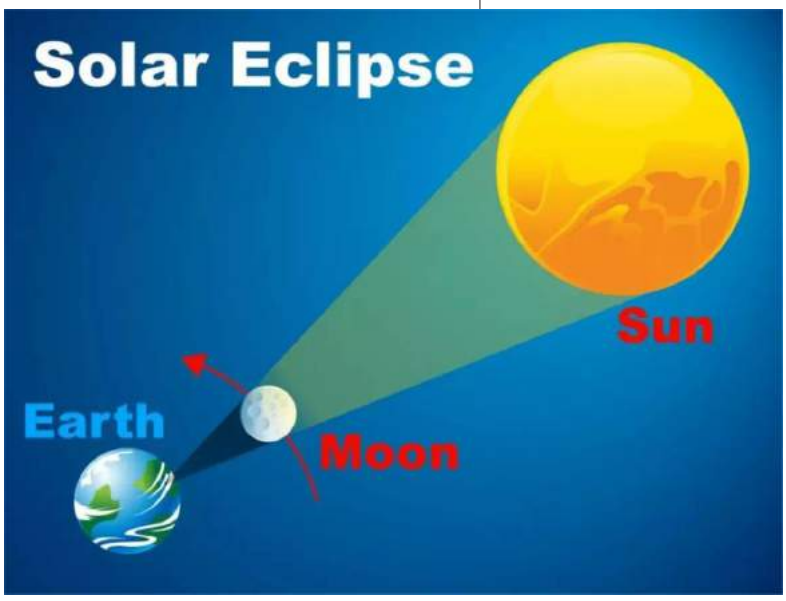
ماه در یک مدار، دور زمین حرکت می‌کند و در عین حال زمین هم به دور خورشید می‌چرخد. گاهی اوقات زمین بین خورشید و ماه قرار می‌گیرد. وقتی این اتفاق می‌افتد، زمین نور خورشید را که توسط ماه منعکس می‌شود، مسدود می‌کند. (این همان نوری است که باعث درخشش ماه می‌شود) و سایه زمین روی ماه می‌افتد. به این پدیده ماه‌گرفتگی گفته می‌شود. ماه‌گرفتگی تنها زمانی رخ می‌دهد که ماه کامل است.

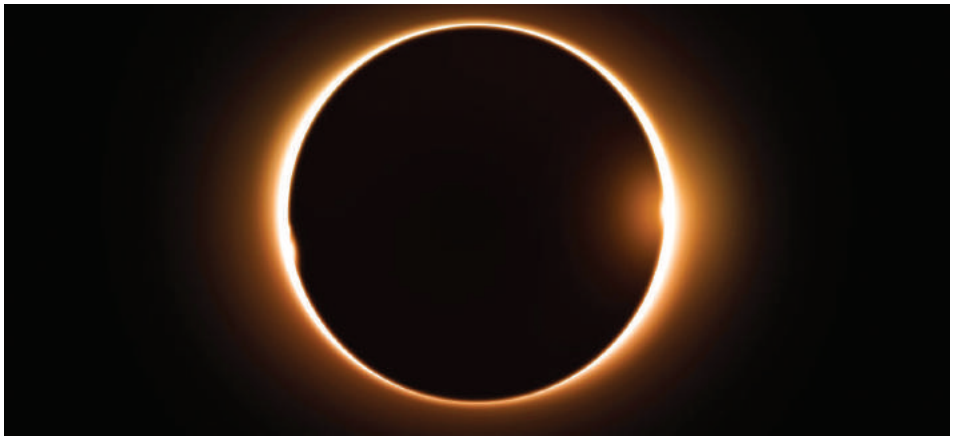
ماه‌گرفتگی معمولا چند ساعت طول می‌کشد و حداقل دو ماه‌گرفتگی جزئی در هر سال رخ می‌دهد، اما ماه‌گرفتگی‌های کامل نادر هستند. نگاه کردن به ماه‌گرفتگی بی‌خطر است.

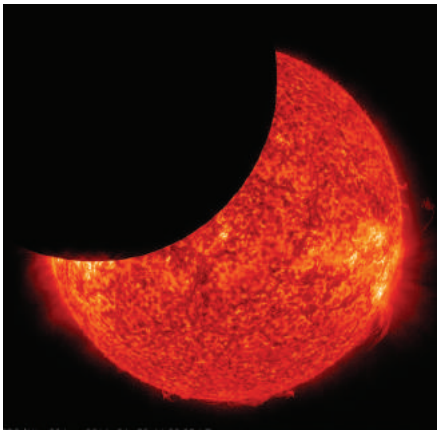
ماه‌گرفتگی را می‌توان از زمین مشاهده کرد. دو نوع ماه‌گرفتگی وجود دارد: ماه‌گرفتگی کامل و ماه‌گرفتگی جزئی. گرفتگی کامل ماه زمانی رخ می‌دهد که ماه و خورشید دقیقا دوطرف زمین و در یک‌راستا باشند. گرچه ماه در سایه زمین قرار دارد، ولی قسمتی از نور خورشید به ماه می‌رسد. نور خورشید از جو زمین عبور می‌کند و باعث می‌شود جو زمین، بیشتر نور آبی را جذب کند. در این حالت ماه از روی زمین به رنگ قرمز دیده شود.
یک ماه‌گرفتگی جزئی زمانی اتفاق می‌افتد که تنها قسمتی از ماه وارد سایه زمین می‌شود. در یک ماه گرفتگی جزئی، سایه زمین به شکل یک لکه تاریک در کنار ماه به نظر می‌رسد.
آنچه که مردم در طول یک ماه‌گرفتگی جزئی از زمین مشاهده می‌کنند بستگی به این دارد که وضعیت خورشید، زمین و ماه نسبت به هم چگونه باشد.

خورشیدگرفتگی چیست؟

گاهی اوقات ماه که در مدار زمین قرار دارد، بین خورشید و زمین قرار می‌گیرد. وقتی این اتفاق می‌افتد، ماه مانع رسیدن نور خورشید به زمین می‌شود. این رویداد خورشیدگرفتگی نام دارد. در طول خورشیدگرفتگی، سایه ماه روی زمین می‌افتد.
سه نوع خورشیدگرفتگی وجود دارد:
خورشیدگرفتگی کامل یا کلی یک خورشیدگرفتگی کامل، تنها از منطقه کوچکی روی زمین قابل مشاهده است. افرادی می‌توانند خورشیدگرفتگی کلی را مشاهده کنند که در مرکز سایه ماه روی زمین قرار دارند. برای ایجاد یک خورشیدگرفتگی کامل، خورشید، ماه و زمین

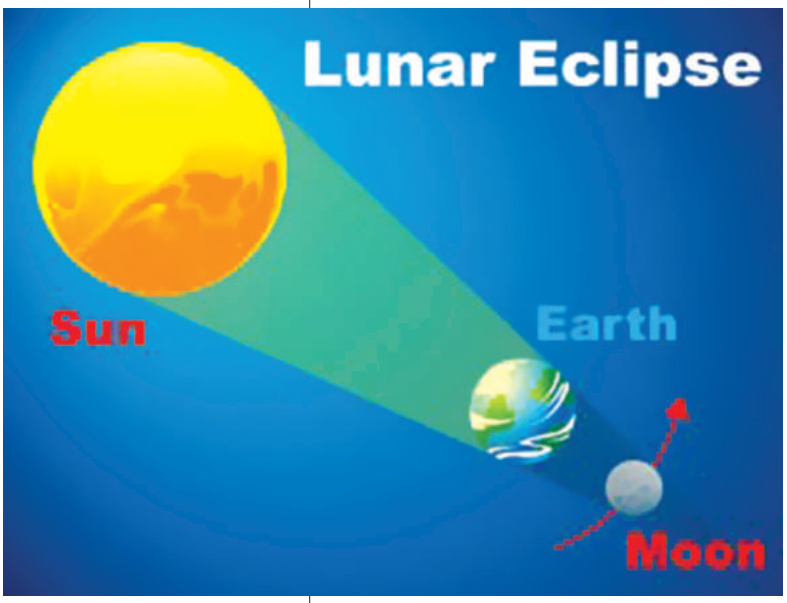






باید در امتداد یک خط مستقیم باشند.
نوع دوم خورشیدگرفتگی، جزئی است. این اتفاق زمانی می‌افتد که خورشید، ماه و زمین به درستی در یک‌راستا نباشند.
در این حالت به نظر می‌رسد که یک سایه تاریک در قسمت کوچکی از سطح خورشید قرار گرفته است.

نوع سوم، خورشیدگرفتگی حلقوی است. خورشیدگرفتگی حلقوی زمانی اتفاق می‌افتد که ماه در دورترین مکان از زمین باشد.
در این حالت ماه نمی‌تواند مانع عبور تمام نور



خورشید شود. ماه در مقابل خورشید مانند یک دیسک تیره دیده می‌شود.
نور نمایان خورشید به شکل یک حلقه در اطراف ماه دیده می‌شود.
برخلاف ماه‌گرفتگی، خورشیدگرفتگی فقط چنددقیقه طول می‌کشد. نگاه کردن مستقیم به خورشیدگرفتگی خطرناک است و باعث آسیب به چشم می‌شود.

کاربردهای مطالعه خورشیدگرفتگی:
-رصد لایه‌های خارجی جو خورشید
- اندازه‌گیری انحنای فضا-زمان
- بررسی ستارگانی که در حضیض هستند
-تایید تجربی نسبیت عام انیشتین

سرگذشت دوربین و عکاسی از پنج قرن پیش از میلاد

از روزنه تا پیکسل

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

5
قرن قبل از میلاد

اولین تصویرها به کمک دوربین روزنه ای شکل گرفتند.

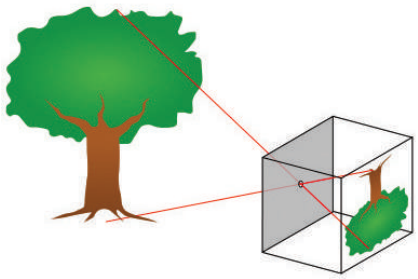
دوربین روزنـــه‌ای در چین و یونان، قرن پنجم پیش از میلاد

در قرن پنجم از میلاد مسیح، یک فیلسوف چینی به اثر شکل گیری تصویر معکوس از طریق جعبه‌ای که دارای روزنه است، اشاره کرد.

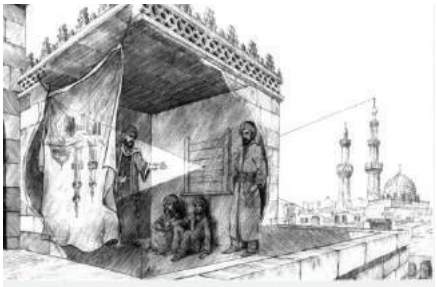
ارسطو، فیلسوف یونانی، این پدیده را در همان قرن مشاهده کرد.

جعبه روزنه‌دار، که به دوربین روزنه‌ای معروف شد، دوربین ساده‌ای است که لنز ندارد و از یک دیافراگم و روزنه تشکیل شده است.

عملکرد جعبه یا دوربین روزنه‌ای



این جعبه محفظه‌ای ضدنور است، که در یک وجه آن حفره‌ای قـــرار دارد. نور از وجهی که حفره روی آن قرار دارد، عبور می کند و طرح‌های معکوس یک تصویر روی وجه مقابل جعبه نقش می‌بندد.



ابن‌هیثم و دوربین تاریک، قرن ششم میلادی

ابن‌هیثم، دانشـــمند جامع علوم معقول و منقول و فیلســـوف بود. او در بصره متولد شد و در قاهره زندگی کرد و عمده‌ترین بخش زندگی خود را در مصر گذراند. ابن هیثم فعالیت‌های بسیار زیادی در زمینه نورشناسی، ریاضیات، هواشناسی، ادراک بصری و روش‌های علمی داشت.

اولین تعریف روشن و واضح، تجزیه و تحلیل‌های دقیق از دوربین تاریک (روزنه‌ای) توسط ابن‌هیثم صورت گرفت. وی از طریق آزمایش با این دستگاه نشان داد که نور در خط مستقیم حرکت می کند. او همچنین آزمایش‌های گوناگونی با آینه‌ها، شکست و بازتاب انجام داد.

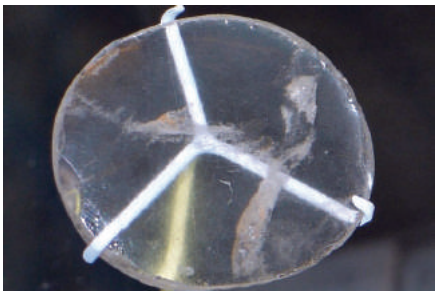
اتاق تاریک و نقاشی

صدها سال پیش، از دوربین روزنه‌ای برای کشیدن نقاشی استفاده می‌شد. مثلا نقاشانی همچون لئوناردو داوینچی از دوربین روزنه‌ای برای طراحی استفاده می‌کردند.

فیلم عکاسی حساس به نور

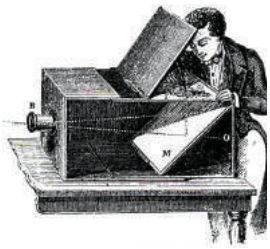
حساسیت به نور در یک جسم، به میزان دریافت فوتون به خصوص در طیف مرئی مربوط می‌شود. نقره برومید، نیترات نقره و دیگر هالیدهای نقره در آب نامحلول هستند و برای حساسیت غیرمعمولی به نور بسیار مناسب هستند. این خاصیت باعث شد هالیدهای نقره اساس مواد عکاسی مدرن شوند. بین سال‌های ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ قبل از میلاد حساسیت ذاتی این مواد کشف شد.

در سال ۱۶۹۴، ویلیام هولمبرگ این اثر را سازمان‌دهی و آن را اثر فوتوشیمیایی ترکیب نقره نامید.



لنزها

تمدن باستان به خاصیت بزرگ‌نمایی لنزهای



از قرن نوزدهم، هنرمندان برای حکاکی روی چوب هم از این دوربین استفاده می‌کردند؛ به این صورت که به وسیله دوربین روی کاغذ طرح موردنظر خود را می‌کشیدند.

طبیعی، آینه‌ها و آب آگاه بودند. رومیان باستان، از زمردتراش داده شده به صورت یک شیء محدب، به عنوان ذره‌بین ذاتی استفاده می کردند.
اختراع لنزهای عینک در سال ۱۲۰۰ قبل از میلاد اتفاق افتاد. این لنزها از کریستال طبیعی ساخته شده بودند. آن‌ها به متمرکز شـــدن اشعه نور در یک منطقه کمک می کنند، اما یکنواخت متمرکز نمی‌شدند.
در سال ۱۷۳۰، چســـتر مورهال این تکنولوژی را ارتقا داد. برای ارتقای کیفیت عکس‌ها به نســـبت قبل، لنزها به دوربین تاریک (روزنه‌ای) اضافه شد.
قبل از ســـال ۱۸۲۶، تعداد زیادی از مردم، برای ایجاد تصاویر عکاســـی بهتر این فناوری را ترکیب کرده بودند؛ هرچند این تصاویر طول عمر کوتاهی داشتند. تصویرها به طور دائمی روی کاغذ یا سطوح دیگر ثابت نبودند و به سرعت محو می‌شدند.

ژوزف نیپس و عکس‌های دائمی

نیپس اولین کســـی بود که در سال ۱۸۲۶ عکس دائمی را پدید آورد. نیپس با اســـتفاده از دوربین روزنه‌ای با کاغذ حساس به نور آزمایشی انجام داد و با لوییس داگرو، دربـــاره آزمایش‌هایش مکاتبه می کرد.
این عکس‌ها به مدت ۸ ســـاعت روی یک صفحه فیروزه‌ای با پوشش نیترات نقره دوام داشتند.

لوییس داگرو و مدل داگرو

داگـــرو کار نیپـــس را ارتقا داد و در ســـال ۱۸۹۳ پدیده‌ای را که به مدل داگرو معروف شـــد، ابداع کرد. در مدل داگرو فرآیندها با ســـرعت بیشتری انجام می‌شـــدند و عکس‌ها دائمی بودند. فقط با چند دقیقه در معرض دوربین قـــرار گرفتن، کار عکس‌برداری انجام می‌شد.
تصاویر دقیق و با جزئیات روی نقره جلا داده‌شده مس اندود تشـــکیل می‌شـــدند. این فرآیند برای پردازش عکس‌ها، نیاز به خنک شـــدن صفحات عکاسی داشت. اما در این فرایند امکان داشتن چند نسخه از یک عکس، وجود نداشت.

جان هرسل، ویلیام هنری فاکس تالبوت و نگاتیو شیشه‌ای

هرسل و فوکس تالبوت، نگاتیو شیشه‌ای را ابداع کردند. هرســـل یک ستاره‌شـــناس بود و هر دو علاقه‌مند به عکاسی.

ویلیام هنری فاکس تالبوت و کالوتایپ

کالوتایپ یک فرآیند عکاسی اولیه است که در آن نگاتیوها از کاغذ یودید نقره ساخته شده بود. فرایند کالوتایپ از ترکیب یک صفحـــه نگاتیو و صفحه مرطوب به وجود آمد. صفحه نگاتیو می توانســـت برای ایجاد صفحه پوزتیو اســـتفاده شود. بنابراین تجدیدپذیر هم بود؛ البته تصاویر ثبت شـــده فاقد جزئیات بود.
ویلیام هنری به فرایند ابداعی خود حق کپی‌رایت داد. ولـــی دولت فرانســـه فرآیند مـــدل داگرو را

اولین دوربین باقی‌مانـــده در جهان، ۱۸۲۶ یا ۱۸۲۷ میلادی توسط نیپس

بلوار تامپل، گرفته شده توسط داگرو، ۱۸۳۸

عکس آبراهام لینکلن، رئیس‌جمهور فقید آمریکا که با مدل داگرو گرفته شده‌است

خریداری کرد و آن را به صورت آزاد در دسترس همه قرار داده است. به دلیل اینکه مدل داگرو، فرآیندی کم‌هزینه‌تر و آسان‌تر بود، جایگزین کالوتایپ شد.

جرج ایستمن و کداک

یک عکاس اواسط سال ۱۸۰۰، نیاز به اتاق تاریک و پردازش در استودیو داشت، اما جرج ایستمن و شرکت کداک گام‌های بزرگی در فناوری عکاسی برداشتند. کداک از فرایند صفحه خشک استفاده کرد. در این فرایند برای کار با دوربین از ژل خشک روی کاغذ استفاده می‌شد. ظرفیت خروجی دوربین ۱۰۰ عکس بود. مشتری‌ها دوربین را قرض می‌گرفتند و پس از این که عکس‌های خود را می‌گرفتند، دوربین را بازپس می‌فرستادند. کداک، نگاتیوها را پردازش و بعد از آن عکس‌های مشتریان را ارسال می‌کرد. در نتیجه، گرفتن عکس برای همیشه از پردازش آن جدا شد.

آغاز عکاسی پرتره

از آنجایی که ثابت قرار گرفتن در مدت زمان طولانی (۳۰ ثانیه تا ۲ دقیقه) جلوی دوربین، سخت بود. پایه‌هایی برای کمک به سوژه‌های عکاسی ساخته شد که سروبازوها به آن تکیه داده می‌شد.

دوربین ۳۵ میلی‌متری

اولین دوربین ۳۵ میلی‌متری در سال ۱۹۲۴ توسط

لیزا ساخته شد. دوربین ۳۵ مگاپیکسل، تحولی در دنیای عکاسی ایجاد کرد. دوربین‌ها سبک‌تر و قابل‌حمل شدند و به سه‌پایه نیازی نبود. عکس‌برداری متحرک به واسطه این دوربین‌ها امکان‌پذیر شد.

عکاسی رنگی

اولین عکس‌برداری رنگی در سال ۱۸۶۱ توسط جیمز کلرک ماکسول پیشنهاد شد. در ۱۸۷۰، داکوس دوهارون اولین روش عکس‌برداری رنگی

را نشان داد. هر نگاتیو سه‌رنگ، از سه نگاتیو سیاه‌وسفید ایجاد شده است.
در واقع ایجاد و نمایش کار بسیار دشواری بود.
در سال ۱۹۰۳، ابداع برادران لومیر در فرانسه به اسم اتوکروم ثبت شد.
در اواسط دهه ۱۹۳۰، از صفحات شیشه استفاده شد. سپس فیلم رنگی توسط کداک و آگفا معرفی شد.

اولین SLR (بازتاب تک‌لنز)

در سال ۱۹۴۹، دوربین SLR در دسترس مردم

استودیو عکاسی، سال ۱۸۹۳

شروع عکاسی خبری
در سال ۱۸۶۰، عکاسان تصاویری از جنگ داخلی ثبت کردند.

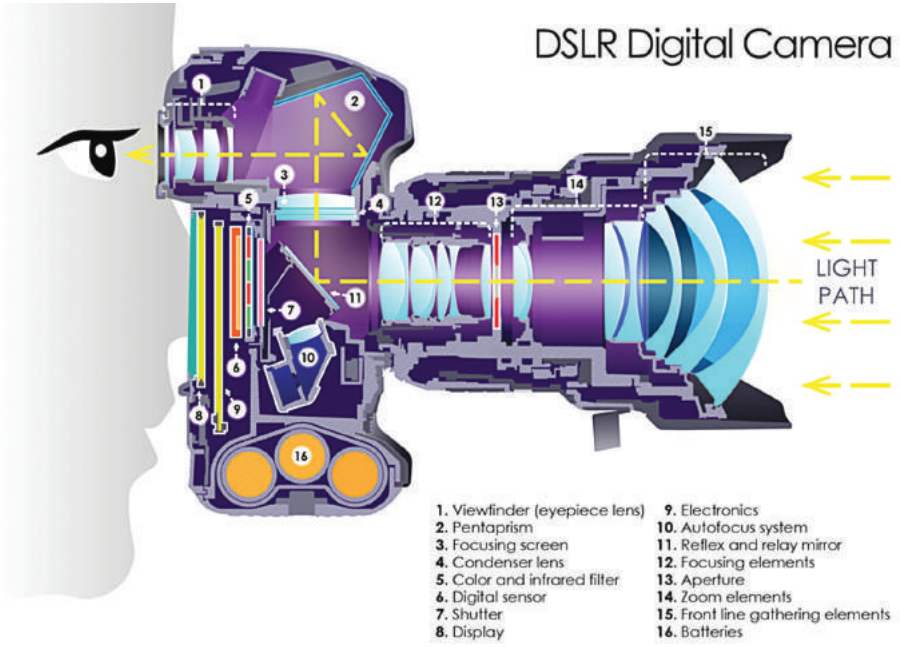
قرار گرفت. اما این دوربین برای عکاسی حرفه‌ای مناسب نبود. SLR نشان‌دهنده‌ی یک دوربین بازتابی است. در این دوربین، لنزهایی که تصویر را روی فیلم ایجاد می‌کنند، در منظره‌یاب هم تصویر را فراهم می‌کند.

عکاسی دیجیتال

در سال ۱۹۹۰، شرکت‌هایی که در زمینه‌ی ساخت دوربین‌های عکاسی فعالیت می‌کردند، دوربین‌های SLR را ارتقا دادند و به این ترتیب اولین دوربین دیجیتال توسط مهندسان کداک ابداع شد. بعدها با ابداع دوربین‌های دیجیتال در حقیقت دنیایی جدید به روی حرفه عکسبرداری گشوده شد.

سرعت تحولات در دنیای عکسبرداری در سال‌های بعد بسیار چشمگیر بود. دنیایی شگرف و جذاب که علاقه‌مند هستیم در آینده برای خوانندگان، پنجره‌ای رو به آن بگشاییم.

این عکس در جنگ‌جهانی دوم گرفته شد.



عملکرد اساسی یک SLRبه این شکل است که در هنگام انتخاب چشم انداز، آینه با زاویه ۴۵ درجه نوری را که از لنز دوربین وارد می شود به میزان نود درجه به سمت بالا منحرف می کند. سپس این نور دو بار توسط یک منشور آینه‌ای منعکس می شود و به چشم عکاس فرستاده می شود. در هنگام نور دهی برای گرفتن عکس، آینه بازتاب حول یک محور بالا می آید و مسیر عمودی را می‌بندد و نور را مستقیم به داخل راه می‌دهد. سپس شاتر باز می‌شود و نور به حسگر می‌رسد. شاتر تا زمانی که حسگر یا فیلم عکاسی برای ثبت عکس نیاز دارد باز می‌ماند و پس از بسته شدن شاتر، آینه بازتاب به موقعیت ۴۵ درجه بازمی گردد و دوباره نور را به سمت منظره‌یاب هدایت می کند. طول زمانی که آینه به بالا می چرخد را خاموشی منظره یاب می نامند. یک دوربین با آینه و شاتر سریع بهتر است؛ مخصوصا در زمانی که سوژه در حال حرکت است و تاخیری نباید داشته باشد.
تمام آنچه شرح داده شد در هزارم ثانیه و بصورت خودکار صورت می گیرد. دوربین های سریع این عملیات را می توانند تا ده بار در ثانیه انجام دهند.

یکی از خیابان‌های لندن در سال ۱۹۴۹ که توسط چالمرز باترفیلد و با دوربین کداکروم گرفته شده است.

یک روز سرگرمی با جعبه‌ای جادویی به نام اتاق تاریک

کشف دنیای وارونه

نفیسه لسانی
N_lesani@yahoo.com

تاکنون به مفهوم نور اندیشیده‌اید؟ به نظر شما دنیای بدون نور چه شکلی است؟ حس بینایی بدون نور چه معنایی خواهد داشت؟! چرا خورشید منبعی از نورطبیعی به‌حساب می‌آید؟ فرق نور طبیعی و نور مصنوعی چیست؟! قبل از اینکه در مورد چگونگی انجام آزمایش‌ها و تجربه‌های جالب و هیجان‌انگیز و در عین حال ساده صحبت کنیم، کمی به این سؤال فکر کنید. ببینید، آیا می‌توان دنیای متفاوتی را بدون وجود نور تصور کرد؟ به نظر می‌رسد که دنیای پیچیده و غیرقابل تصوری است.

بعد از فکر کـــردن به این ســـؤال‌ها، بیایید کمی در مورد خورشید صحبت کنیم. خورشید منبع اصلی نور و انرژی برای موجودات کره‌زمین است. این ستاره سوزان شـــامل گازهای داغی است که به‌دلیل واکنش‌های قوی از نوع هســـته‌ای ایجاد شده و دمای سطح آن به حدود ۶هزاردرجه کلوین می‌رســـد. خودتان می‌توانید حدس بزنید هرچه به سمت داخل این کره حرکت کنیم، چقدر دما افزایش پیدا می‌کند، چون واکنش‌های هسته‌ای حوالی مرکز این ســـتاره ســـوزان رخ می‌دهد. با توجه به این توضیحات عجیب نیست که بپذیریم نور خورشـــید و گرما و حرارت آن، با وجود آن‌که در فاصله زیـــادی از زمین قرار دارد، قادر اســـت شرایط مناسبی برای زندگی ســـاکنان این کره فراهم کند. با توجه به ایـــن توضیحات می‌توان نتیجه گرفت که شدت تابش پرتوهای خورشید

15
میلیون درجه سانتی گراد

دمـــای مرکز خورشـــید ۱۵ میلیون درجه سلسیوس است. این دما ۲۵۰۰ برابر بیشتر از سطح آن است.

به سطح زمین بسیار زیاد است و نگاه مستقیم به آن قطعا می‌تواند خطراتی برای چشـــم انسان به همراه داشته باشد.

به نظر شـــما ابزاری که به کمک آن بتوان رصد غیرمستقیمی از خورشید داشت، وجود دارد؟

سال‌ها پیش، حتی قبل از اختراع دوربین عکاسی، وسیله‌ای به نام اتاق تاریک طراحی شد. در واقع محفظه‌ای کامـــلا تاریک را که تنهـــا یک روزنه کوچک برای ورود نور داشـــته باشد، اتاق تاریک می‌گویند.

نحوه عملکرد یک اتاق تاریک

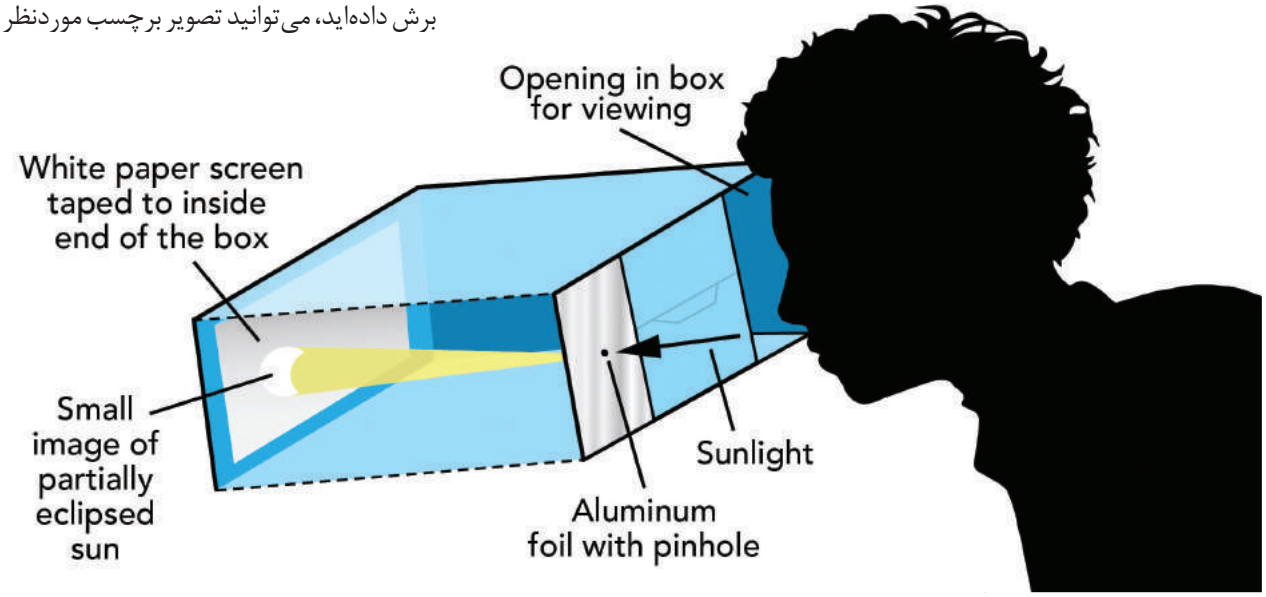
قرن‌ها پیش دانشمندان از محفظه‌ای با روزنه‌ای سوزنی جهت بررسی برخی خواص نور استفاده کردند. به خصوص هنگام خورشیدگرفتگی برای دور ماندن از آسیب‌های ناشی از تابش پرتوهای پرشدت و آسیب‌زننده به چشم انسان از این ابزار استفاده شده است.

اکنون می‌خواهیم با ابزاری ساده یک اتاق تاریک بسازیم.

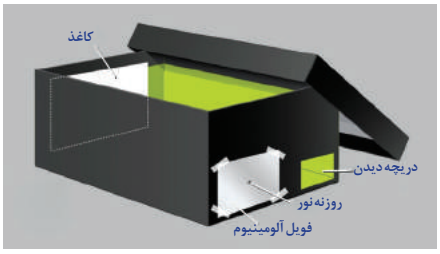
ابزار موردنیاز: یک جعبه کفش، کاتر برای برش مقوا، یک عدد سوزن، یک ورق آلومینیوم مربعی‌شکل با طول ضلع ۵ سانتی‌متر، یک کاغذ ســـفید در ابعاد ۱۰×۱۰ ســـانتی‌متر، خط‌کش فلزی، نوارچسب.

روش ســـاخت: ابتدا دو وجه روبه‌روی یک جعبه کفش به شکل مکعب مستطیل را در نظر گرفته و به کمک کاتر دو مربع در ابعاد موردنظر را برش داده و از جعبه جـــدا کنید. به کمک نوار چســـب ورقه آلومینیومی و برگه کاغذ ســـفید مربعـــی را در مکان‌های بریده شـــده در دو وجه داخلی و روبـــه‌روی یکدیگـــر در داخل جعبه به کمک نوار چسب، بچسبانید. سپس یک سوراخ کوچک در مرکـــز ورق آلومینیومی ایجاد کنید. همچنین به کمک کاتـــر، مربع کوچکی در وجه مجاور (وجهی که کاغذ سفید چسبانده‌اید) ببرید تا تصویر ایجاد شـــده روی کاغذ سفید را بتوانید مشاهده کنید. حال روی سطح چراغ‌قوه تصویر برچسب موردنظرتان را بچسبانید و چراغ‌قوه را روشـــن کرده و در فاصله حدود ۵۰ سانتی‌متر از سوراخ قرار دهید. از قســـمتی که جعبه کفش را برش داده‌اید، می‌توانید تصویر برچسب موردنظر

می‌توانید لذت این رصد هیجان‌انگیز را در خورشـــید گرفتگی با دیگران قســـمت کنید. بنابرایـــن اگر هنگام خورشـــید گرفتگی در نزدیکی یک رصدخانه مجهز با سقف گنبدی‌شکل و تلسکوپ‌های قوی قرار ندارید، در حیاط مدرسه، خیابان، بالای پشت‌بام منزل، کنار دوستان و همسایگان، این تصویر زیبا و متمایز از خورشید را به نظاره بنشینید.



را روی پـــرده ســـفید ببینید. تصویـــر را چطور می‌بینید؟!
تصویر ایجاد شده داخل دیواره اتاق تاریک شما به‌صورت وارونه تشکیل شده است.
در توصیف ویژگی‌های اتـــاق تاریک گفتیم که هنـــگام خورشـــید گرفتگی نمی‌توانیـــد به طور مستقیم به خورشـــید نگاه کنید. پس از این ابزار می‌توانید بهره ببرید؛ به این صورت که اتاق تاریک خود را به سمت آســـمان و مقابل خورشید قرار دهید. تصویر خورشـــید کـــه در حالت گرفتگی جزیی یا کلی باشد، روی پرده سفید اتاق تاریک شما تشکیل می‌شود.



کاربرد دوم اتاق تاریک: یک پیشـــنهاد هیجان‌انگیز

ســـاخت اتاق تاریک را می‌توان در ابعاد بســـیار بزرگ‌تر از یک جعبه کفـــش انجام دهید. تعجب نکنید! اگر اتاق شما در منزل، پنجره‌ای به سمت بیرون دارد، می‌توانید با پارچه ســـیاه دورتادور پنجره را کاملا بپوشـــانید و سپس سوراخی روی پارچه دربیاورید. حالا چراغ اتاق را خاموش کرده تا داخل اتاق کاملا تاریک شود. دقت کنید که این آزمایش پرهیجان را در روزی آفتابی که نور بیرون از اتاق قابل توجه است، انجام دهید. حال خواهید دید که روی دیوار مقابل پنجره اتاق شما تصویر بیرون پنجره به صورت وارونه ایجاد شده است.

به نظر شما علت دیده شدن تصویر در

اتاق تاریک چیست؟

در واقع، وجود روزنه موجب خواهد شد بخشی از پرتوهای نور اثر یکدیگر را از بین ببرند و در نهایت تصویر واضحی روی دیوار اتاق بیفتد.

ساده‌ترین دوربین عکاسی؟!

می‌توان گفت اتاق تاریک ساده‌ترین نوع دوربین عکاسی است. در واقع برای ساخت یک دوربین عکاســـی ســـاده از یک اتاق تاریک کمک گرفته می‌شود. در گذشته نه‌چندان دور عکاسی با یک اتاق تاریک، لوازم و موادی بسیار ساده انجام‌شدنی بود. این دوربین‌های ساده به دوربین‌های روزنه‌ای (Pinhole Camera) معروف هستند. ویژگی این دوربین‌ها آن است که برای ثبت تصویر به زمان نوردهی بیشتری نیاز دارند.
جالب است بدانید ســـاخت دوربین روزنه‌ای در شکل‌های متفاوت و با ابزارهای متنوع، تبدیل به رقابتی بزرگ بین دوستداران ساخت این دوربین شده است. هر سال جشنواره‌ها و نمایشگاه‌های زیادی در این رابطه برگزار می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها آخرین یکشـــنبه آوریل هر ســـال، یعنی روز جهانی عکاسی روزنه‌ای اســـت. در این روز خاص، مردم سرتاسر دنیا تشویق می‌شوند تا در فعالیت عکاســـی روزنه‌ای (پین هول) مشارکت کنند؛ چراکه ویژگی آن اســـتفاده هرچه کمتر از فناوری در عکاسی و به اشـــتراک‌گذاری زیبایی وصف‌ناپذیر این فرایند عکاسی قدیمی است.

چگونه یک دوربین عکاسی بسازیم؟

ابزار موردنیاز: یک جعبه کفش، کاتر، نوار چسب

جاستین کوئنیل، یکی از بزرگ‌ترین پین‌هولرهـــای دنیا دوربینی بســـیار کوچک ســـاخت تا با قرار دادن آن در دهانـــش یکـــی از معروف‌ترین پروژه‌های پین‌هولی را عکاسی کند. جو بابکوک، عـــکاس آمریکایی هم اتومبیـــل فولکس‌واگن خـــود را به دوربین پین‌هول تبدیل کرد و با سفر به سراســـر آمریکا از مناظر طبیعی و شهری عکاسی کرد.

سیاه، یک ورق فلزی آلومینیوم، یک کاغذ فیلم برای ثبت تصویر.

روش ساخت

مراحل ساخت دوربین مشابه ساخت اتاق تاریک خواهد بود. فقط نکته‌ای که اینجا باید یادآوری شود، آن است که لبه‌های جعبه کفش را به کمک نوار چسب بپوشانید تا منافذ عبور نور را تا حد امکان از بین ببرید. همچنین در داخل جعبه کفش، در وجه مقابل سوراخ ایجاد شده به جای کاغذ سفید، کاغذ فیلم قرار دهید تا پس از نوردهی تصویر ایجاد شده روی آن قابل چاپ باشد. همچنین روی سوراخ ایجاد شده از سمت خارج جعبه یک درپوش قرار دهید. این درپوش می‌تواند یک مقوای تیره باشد؛ به طوری که برگه آلومینیومی را بپوشاند و حرکت کند. دوربین ساخت خودتان را مقابل تصویر موردنظر قرار دهید. درپوش موجود روی سوراخ را به اندازه ۵ تا ۱۰ ثانیه باز کنید و دوباره ببندید. تصویر موردنظر شما روی کاغذ عکس ثبت شده است. حال برای چاپ آن با کمی تحقیق در اینترنت می‌توانید اقدام لازم را انجام دهید.

یک پیشنهاد

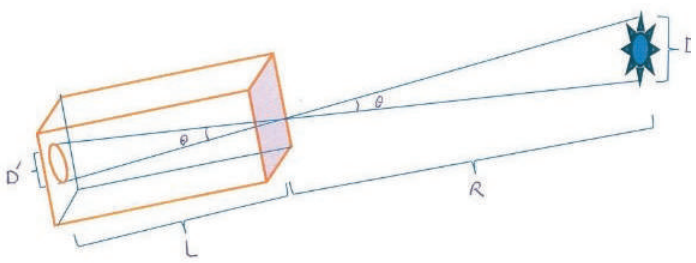
برای تشکیل تصویر با وضوح بیشتر می‌توانید مقابل روزنه‌ای ایجاد شده روی جعبه، یک عدسی محدب یا ذره‌بین قرار دهید. لازم به توضیح است که ابتدا باید فاصله کانونی عدسی را تعیین کنید تا طول اتاق تاریک شما به اندازه فاصله کانونی عدسی شود. تعیین فاصله کانونی عدسی محدب هم کار بسیار ساده‌ای است. ابتدا یک مقوا با رنگی تیره را در مقابل یک لامپ یا شمع یا هر منبع روشن قرار دهید. عدسی خود را مابین این دو وسیله آن‌قدر جابه‌جا کنید تا تصویر تشکیل شده روی مقوا، واضح شود. حال فاصله میان تصویر و عدسی را اندازه‌گیری کنید. این مقدار فاصله کانونی عدسی محدب شماست.

سومین کاربرد اتاق تاریک: محاسبه اندازه قطر خورشید

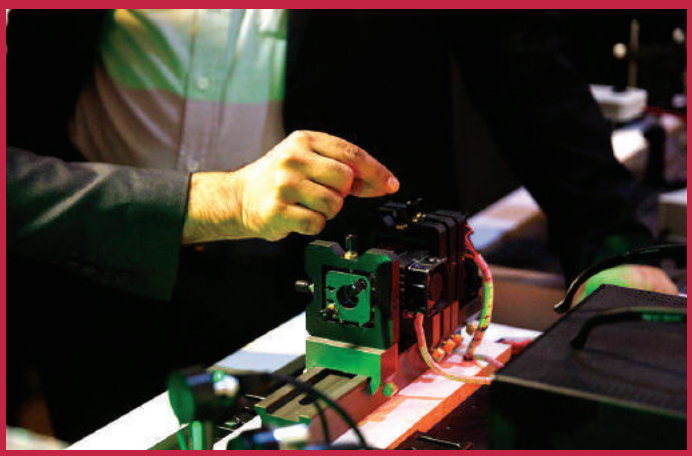
شاید این سؤال برایتان پیش آمده باشد که اندازه‌گیری ابعاد خورشید، یا سایر سیاره‌ها چگونه اتفاق می‌افتد!؟

برای پاسخ به این سؤال یک راه ساده به کمک ابزاری که ساخته‌اید امکان‌پذیر است. ابتدا اتاق تاریک خود را مقابل خورشید قرار دهید. اندازه قطر تصویر تشکیل شده از خورشید روی پرده اتاق تاریک را D بنامید. از طرفی فاصله میان روزنه و پرده تشکیل تصویر یا همان طول جعبه را اندازه‌گیری کرده و آن را L نام‌گذاری کنید. از طرفی می‌دانیم که فاصله میان کره‌زمین تا خورشید تقریبا برابر با ۱۴۹ میلیون کیلومتر است. این فاصله را R بنامید. مانند شکل زیر، دو مثلث متشابه داریم که نسبت تشابه میان آنها برقرار است. اگر قطر خورشید را D در نظر بگیرید، با توجه به رابطه زیر می‌توانید به سادگی اندازه قطر خورشید را محاسبه کنید.

$$\frac{L}{R} = \frac{D'}{D}$$



افرادی که به عکاسی‌های خلاقانه با دوربین روزنه‌ای با کمترین امکانات علاقه‌مند هستند به پین‌هولرها معروفند.
آنها از هر گونه امکانات عجیب و غریب برای ثبت تصاویر استفاده می‌کنند.



افتتاح اولین مرکز نوآوری لیزر ایران
مرداد ماه ۱۳۹۶

مرکزی برای
پرورش ایده‌های نو
گسترش کسب و کارهای نوپا
حمایت از شرکت‌های دانش بنیان
توسعه و تجاری سازی فناوری لیزر کشور

از میزر تا لیزر

در شماره آینده بخوانید...

دریافت نسخه الکترونیک