دانشنیان
ویژه‌نامه لیزر و فوتونیک
ویژه‌نامه علمی، تخصصی، پژوهشی فناوری لیزر و فوتونیک
سال اول • شماره ۷ • اردیبهشت ۱۳۹۷ • ۸۴ صفحه

گفت و گو با دکتر پرویز پروین

پژوهش‌های نوین در پلی‌تکنیک تهران

رقابتهای استارت‌آپ برای ایجاد نوآوری در فوتونیک غرب ۲۰۱۸

هفته استارت آپ ها

استفاده از لیزر برای ارتباط با ایستگاه فضایی بین المللی

LGS سیستم ارتباطات لیزری زمین و فضا

بنام خداوند مهربان

امام علی علیه السلام:
به راستی که دانش، مایه حیات دل‌ها، روشن کننده دیدگان کور و نیروبخش بدن‌های ناتوان است.

تحف العقول، ص ۲۸

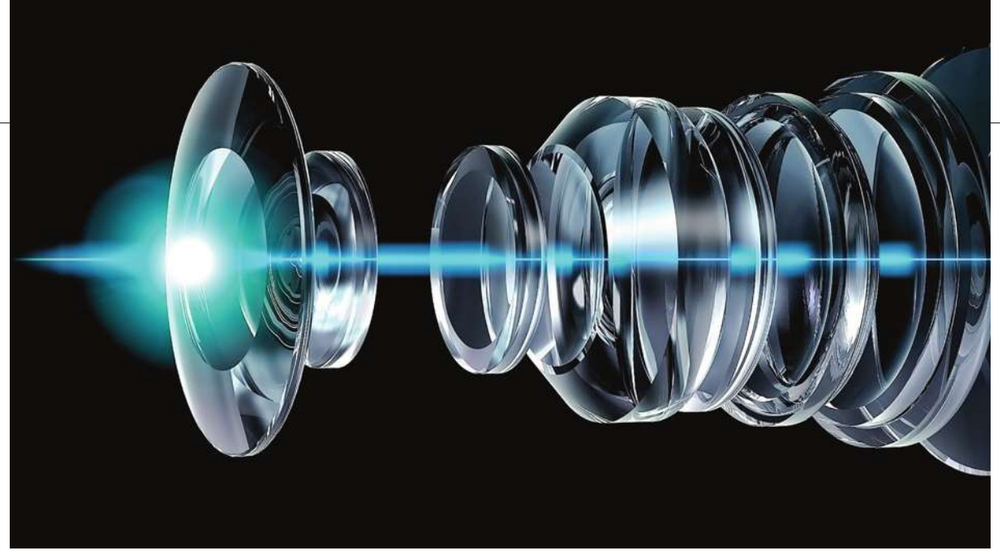
سخن سردبیر

قال امیر المونین علی علیه السلام:

العِلمُ سُلطانٌ، مَن وَجَدَهُ صالَ بِهِ، ومَن لَم یَجِدهُ صیلَ عَلَیهِ.

حقیقت غیر قابل انکار حال حاضر دنیا تعارض و تقابل قدرت ها برای توسعه و قدرت طلبی است و در این میان کشورها به اقتضای ظرفیت ها و زیرساختهای در عرصه بین المللی توانایی ایفای نقش و حفظ منافع خود را دارند. در دنیای امروز کشوری می تواند منافع خود را حفظ کند که دیگر کشورها در برخی حوزه ها نیاز اساسی به آن داشته باشند و این نیاز همواره وابستگی جامعه جهانی به آن کشور را به دنبال خواهد داشت. یکی از اساسی ترین معیارها برای اعتبار بخشی به یک کشور در عرصه بین المللی زیرساخت های فناورانه آن کشور است و توانمندی در عرصه فناوری و اقتصادی عاملی بازدارنده در برابر دست اندازی و سلطه دیگر کشورها خواهد بود. امروز کشور ما به واسطه داشتن استعدادهای بی شمار انسانی و نیز توان نوآوری و خلاقیت آنها بیش از هر زمانی و بیش از هر کشور دیگری در دنیا نیازمند رشد و توسعه فناوری های کلیدی همانند لیزر و فوتونیک است تا بتواند علاوه بر تثبیت جایگاه خود در سطح منطقه و جهان، به عنوان یک بازیگر موثر ایفای نقش نماید. سرمایه گذاری بر روی چنین فناوری هایی نه صرفا یک موضوع اقتصادی، بلکه یک اقدام راهبردی است که تاخیر و کوتاهی در آن می تواند منجر به بروز عقب افتادگی دائمی در آن فناوری گردد.

پرویز کرمی
مشاور معاون علمی وفناوری ریاست جمهوری
رئیس مرکز ارتباطات و اطلاع رسانی



معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
ستاد توسعه فناوری های لیزر و فوتونیک و صنایع راهبردی کشور
ستاد فرهنگ سازی اقتصاد دانش بنیان
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
farhang.isti.ir

دانش‌بنیان

لیزر و فوتونیک

ویژه‌نامه دانش‌بنیان
فناوری لیزر و فوتونیک
شماره هفتم • اردیبهشت ۱۳۹۷

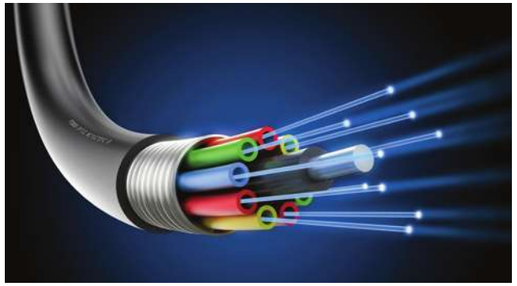
صاحب امتیاز: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
مدیر مسئول: سورنا ستاری
سردبیر: پرویز کرمی
جانشین سردبیر: مهدی انصاری فر
دبیر تحریریه: مرضیه کبیری
دبیر علمی: آرین گودرزی
تحریریه: کاظم ایوبی، نجمه‌سادات حسینی مطلق، میترا رفاهی‌زاده، فاطمه کبیری، زهرا متولیان، مهنوش غلامزاده، محمدرضا شریفی‌مهر، آزاده امیراحمدی
مدیر هنری: محمدرضا وکیلیان
طراح گرافیک: فاطمه کبیری
صفحه‌آرایی: مجید خضری‌پور
ویراستار: محمدجعفر نظری
روابط عمومی: شیرین جلیلیان
پشتیبانی: کیومرث مهدی نیا گتابی
با تشکر از: پرویز پروین، حامد افشاری، داوود دانایی، علی عابدینی، پروانه ساطعی، مهدی رمضانی
تارنما: www.isti.ir, www.farhang.isti.ir, www.slpm.isti.ir
رایانامه سردبیر: parvizkarami@yahoo.com
رایانامه جانشین سردبیر: m.ansaryfar@isti.ir
تلفن سردبیری: ۸۳۵۳۲۱۰۲ ۰۲۱
دورنگار سردبیری: ۸۸۶۱۲۴۰۳ ۰۲۱
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

سخن اول EDITORIAL
سخن اول ۶

گفتگو INTERVIEW
پژوهش‌های نوین در پلی‌تکنیک تهران ۸

گزارش REPORT
هفته استارت‌آپ‌ها ۱۶



چشم‌انداز VISION
رویدادهای جهانی لیزر و فوتونیک در بهار ۲۰۱۸ ۲۲
راز و رمزدرون لنزها ۲۴
لیزر سیم فوتونیکی تک‌جهته ۳۰

لیزنیوز LASERNEWS
LGS سیستم ارتباطات لیزری زمین و فضا ۳۸
برای رصد گوشه‌های پنهان لیزر داشته باشید! ۴۲
کیوبیت‌های پرتوزا ۴۶

از علم تا ثروت LASERTECH
سرعت سنجی با لیزر ۴۸
ساخت اولین‌ها در دنیا ۵۴
زیبایی با فناوری لیزر: از کلینیک تا خانه ۵۸

پیشتازان PIONEERS
نـور و نبض زمـان ۶۴
لیزر چگونه استفاده شد؟ ۶۸
وات وب ۷۲

مدرسه فناوری ACADEMY
انتخاب نور ۷۶
نور و تصاویر پویا ۸۰

آموزش و ترویج، راهی برای تبدیل علم و فناوری به گفتمان اصلی جامعه

شیرین جلیلیان
مسئول واحد آموزش و ترویج ستاد توسعه فناوری لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی

رشد فناوری و دانش در وهله‌ی اول وابسته به پژوهش و آموزش است. پژوهش و تولید علم از مهم‌ترین عناصر رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، پزشکی، صنعتی و سیاسی کشور به حساب می‌آید. این امر نیازمند برنامه‌ریزی هدفمند و کلان کشور است. فناوری لیزر و فوتونیک نیز به عنوان یک فناوری راهبردی، با کاربردهای متنوع در ابعاد مختلف زندگی، از این امر مستثنی نیست و از جمله فناوری‌های کلیدی و توانمندساز در جهان محسوب می‌گردد. از ویژگی‌های بارز این فناوری می‌توان به رقابت‌پذیری، ایجاد فرصت‌ها، رشد اشتغال، انرژی پاک، تأمین امنیت و سلامت جامعه اشاره نمود که همه نیاز آینده به توسعه‌ی فناوری لیزر و فوتونیک را تأیید می‌نماید.

فناوری لیزر و فوتونیک از لحاظ سطح نیروی انسانی از جایگاه مطلوبی در کشور برخوردار است. علیرغم سابقه ۴۰ سال تحقیق و توسعه در علم لیزر و فوتونیک و در نتیجه آن برقراری زیر ساخت گسترده‌ای از متخصصین این حوزه، امروز چندان شاهد ارتباط و تبادل علم و فناوری در این حوزه در کشور نیستیم. شکل‌گیری این شبکه ارتباطی و چنین چرخه‌ی مورد انتظار یکی از اهداف کلان ترویج این فناوری است.

ستاد توسعه فناوری‌های لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، برنامه‌های متعددی برای ترویج سریع و موثر این فناوری در کشور دارد و به این منظور، ایجاد بسترهای مناسب در کشور را در دستور کار خود قرار داده است. شناسایی عوامل بازدارنده، ارتقاء آگاهی نسبت به وضعیت پژوهش در کشور، توجه به شناسانیدن علم لیزر و فوتونیک در سنین پایین‌تر، حمایت مالی شرکت‌های دانش‌بنیان، ایجاد مراکز خلاقیت و کارآفرینی که در راستای ترویج ایده‌ها و خلاقیت‌ها تلاش می‌کنند، مدارس، مراکز فنی‌وحرفه‌ای، دانشگاه‌ها و تشویق سایر نهادها به فعالیت بیشتر و ... در این ستاد برنامه ریزی شده است. با تحقق چنین برنامه‌هایی و مشارکت جمعی و فعالیت‌هایی از این قبیل می‌توان آینده‌ای را متصور شد که کشور ما در زمینه این علم نوین حرف اول را در منطقه بزند و علاوه بر تأمین نیاز کشور، بتوان محصولات دانش‌بنیان را در بازارهای بین‌المللی عرضه نمود.

گفتگو
INTERVIEW

پژوهش‌های نوین در پلی تکنیک تهران

۸

۸ پژوهش‌های نوین در پلی تکنیک تهران

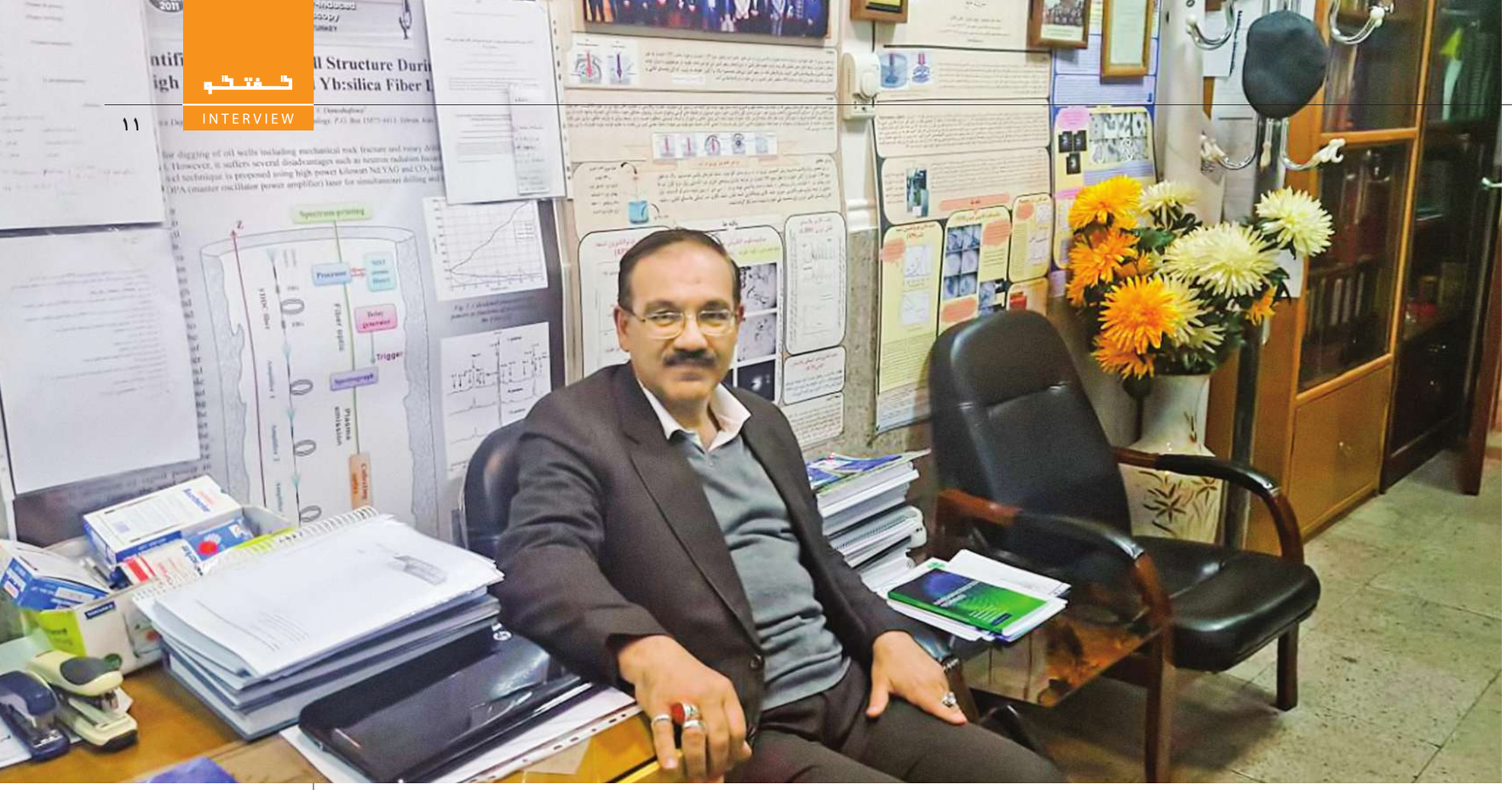
گفت‌وگو با دکتر پرویز پروین

پژوهش‌های نوین در پلی‌تکنیک تهران

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

آنچه می‌خوانید گفت‌وگویی متفاوت با یکی از اساتید برجسته فیزیک در دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی‌تکنیک تهران)است. دکتر پرویز پروین مدرک کارشناسی خود را در سال ۱۳۶۵ در رشته مهندسی برق و الکترونیک از دانشگاه شیراز اخذ نمود. دو سال بعد موفق به دریافت مدرک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی هسته‌ای از دانشگاه صنعتی شریف شد. وی در سال ۱۳۷۳ همزمان با اولین گروه دانش‌آموختگان مقطع دکترای رشته مهندسی علوم و تکنولوژی هسته‌ای در ایران از دانشگاه پلی‌تکنیک تهران فارغ التحصیل شد. ایشان عضو هیئت علمی دانشگاه امیر کبیر بوده و فعالیت‌های بسیار زیادی در زمینه کاربرد لیزر داشته‌اند که در ادامه به بخشی از آن‌ها اشاره شده است.

یکی از کارهای جدید دکتر پروین در زمینه تصویر برداری IR و اسپکتروسکترال است که تحت عنوان ShiftImaging مطرح شده است. این کار باعث ارتقا کیفیت تصاویر در اسپکتروسکوپی فلوئوروسانسی است.



آقای دکتر شما پروژه‌های مختلفی در زمینه طیف سنجی لیزری جذبی داشته‌اید. در مورد موضوعات این پروژه‌ها توضیحاتی بفرمایید.

طیف‌سنجی لیزری جذبی به صورت لیدار، یکی از کارهایی است که ما حدود ۱۵ سال پیش یعنی اوایل دهه ۸۰ انجام داده‌ایم. این طیف‌سنجی با لیدار کوک‌پذیر برای گاز CO_2، انجام گرفت و برای گاز SF_6 نیز تست شد. در ادامه کار، تجهیزات طیف‌سنجی فروشکست القای لیزری یا LIBS، طیف‌سنجی فلوئوروسانس و طیف‌سنجی فوتوآکوستیک در آزمایشگاه لیزر دانشگاه پلی‌تکنیک ساخته شد و از آن برای بررسی گازها، مواد دای و نیز بافت‌های سرطانی بهره گرفته شد. نتیجه این پژوهش‌ها به شکل مقاله‌های معتبر داخلی و بین‌المللی ارائه شده است.

در مورد LIBS توضیح بیشتری برای خوانندگان بدهید.

LIBS یک روش و ابزار کاملا شناخته شده برای آنالیزهای مختلف است همچنان که این وسیله را می‌توان برای عیارسنجی طلا و شناسایی مواد مختلف به کاربرد، می‌توان از آن در رده‌های تخصصی‌تر، برای شناسایی و درمان بافت‌های سرطانی نیز بهره گرفت.

کارکرد لیزر در تشخیص و درمان بافت‌های سرطانی به چه صورت است؟

لیزر باعث برانگیزش سلولی می‌شود. راهی که

ما برای تشخیص و درمان ارائه دادیم ترکیبی از قابلیت‌های فوتون، نانوذراتی مانند گرافن اکساید و داروهای شیمی‌تراپی است. در این پژوهش ما موفق شدیم خواص فلوئوروسانس داروهای شیمیایی را استخراج کنیم و با بهره‌گیری از این مجموعه راهکار شاهد افزایش، تقویت و تمرکز دارو در جای مناسب خود (localize) توسط لیزر باشیم. در این زمینه هم مقالات زیادی چاپ شده است و تا امروز به نتایج قابل توجهی دست یافته‌ایم اما این روش هنوز به داروی مشخصی نرسیده است. ما همچنان مشغول تحقیق و بررسی هستیم و پس از اتمام بررسی‌ها، باید این روش روی موش یا خوکچه هندی آزمایش شود. در صورت تاثیر مثبت در این مرحله می‌توان پس از گرفتن مجوزهای لازم از این روش در کنار روش‌های معمول روی نمونه‌های انسانی بهره گرفت.

طبق گفته سایر اساتید، لیزر در زمینه شناسایی آلاینده‌ها نیز کاربرد دارد. آیا شما هم در این زمینه فعالیتی داشته‌اید؟

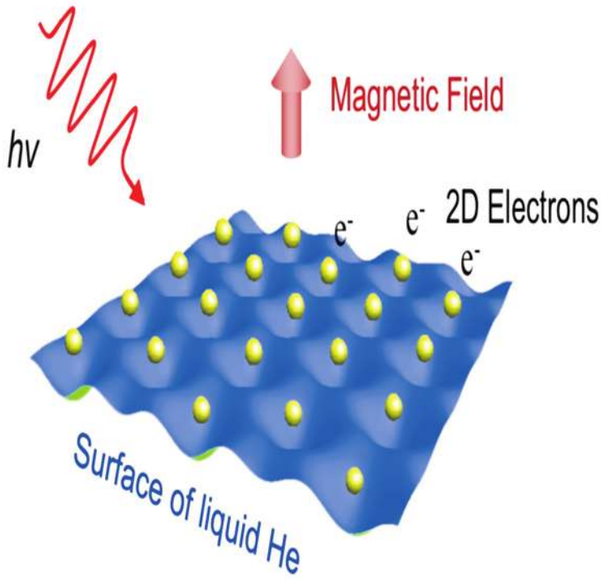
بله. شناسایی ودورسنجی گازها نیز یکی از زمینه فعالیت‌های پژوهشی ما بوده است. می‌توان از ترکیب لیدار جذب تفاضلی (DILA) و یک لیدار دیگر برای شناسایی گازهایی همچون CO، NO، SO2، CO2، SF6 و دیگر گازهای گلخانه‌ای استفاده کرد. این گازها معمولا از سایت‌های فشارقوی تولید می‌شوند و در اطراف آن‌ها قرار می‌گیرند. البته این موضوع بیشتر به صورت تئوری مطرح شده است.

در زمینه دورسنجی ۲ ثبت اختراع داشته‌اید. فرایند دورسنجی چیست ؟ در مورد دستگاه‌های اختراع شده نیز توضیحاتی ارائه نمایید.

دورسنجی دو نوع است؛ دورسنجی فعال که برای تشخیص آلودگی رادیواکتیو کاربرد دارد و دورسنجی غیرفعال که در آن، دوربینی طیف جذبی گازهای مختلف را نسبت به پس‌زمینه تشخیص می‌دهد و وجود این نوع گازها در اطراف مکان مورد نظر نشان می‌دهد. این فرایند بیشتر به صورت کیفی انجام می‌گیرد. اگر برای شناسایی گونه‌های مختلف رادیو ایزوتوپ‌ها در یک توده گازی قرار داشته باشند، ناگزیریم از آشکارسازهای هسته‌ای مانند فاسویچ استفاده کنیم. تشخیص میزان فاصله، نسبت دقیق گازها و در نهایت محاسبه دوز تعادلی (Equivalent dose) از طریق لیدار جذب تفاضلی امکان‌پذیر می‌شود. اختراع مذکور شامل ترکیب یک لیدار فاسویچ و یک لیدار جذب تفاضلی (DILA)، است. اختراع دیگری که ثبت شد، دوربین SF6 است که برای شناسایی گاز SF6 و سایر آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای اطراف تاسیسات فشار قوی کاربرد دارد.

یکی از تخصص‌های شما کار با لیزر اگزایمر است. از فعالیت‌ها و کارهایی که با این لیزر انجام شده است، بفرمایید.

ما در این زمینه اثر لیزر اگزایمر آرگون فلوراید (ArFl) و لیزر اگزایمر زینون کلراید (XeCl) را روی پلیمرهای مختلف همچون پلی کربنات، پلی‌الیل دیگلیکول کربنات (CR-39) و همچنین پلی‌متیل‌متاکریلات (PMMA) بررسی کرده‌ایم. پلیمر سختی همچون CR-39 خود یک آشکار ساز هسته‌ای محسوب می‌شود. همچنین می‌تواند به عنوان پروتز در پزشکی برای داخل بدن نیز به‌کار رود؛ وقتی این پلیمرها تحت تابش‌دهی با پرتو لیزر اگزایمر با شرایط مشخص قرار می‌گیرد، میزان مشخصی از تابش فرابنفش



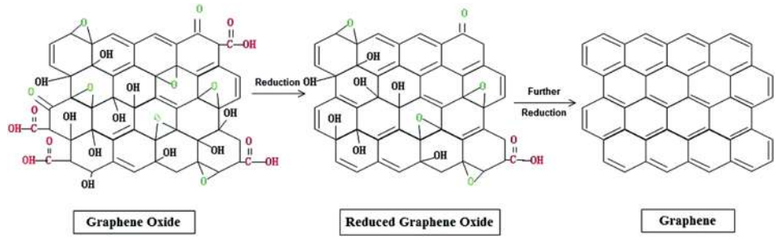
تولید گرافن و گرافن اکساید رد محیط نیتروژن مایع صورت گرفته‌است. این فرایند در محیطی بسار سرد، حدود منفی ۲۰۰ درجه صورت می گیرد. یک بلوک کربنی را که به وسیله لیزر روی آن کانونی شده‌ایم، در نظر می گیریم. به وسیله لیزر، مشخصات پرتودهی و طول پالس آن تک لایه‌های گرافن از بلوک گرافیتی کنده می‌شود. این کار برای اولین بار توسط دکتر پروین و گروهشان در دنیا ارائه شد و در مجله Laser Physics Letter به چاپ رسید. این روش درنوع خود دارای کیفیت بسیار بالایی بوده است و آلاینده کمتری نسبت به روش‌ها دیگر ایجاد می کند. گرافن اکساید به وسیله لیزر دایود، نانو ذرات لیزری وفرایندهایی که در متن گفته شد به عنوان داروی ترکیبی، برای درمان سرطان کاربرد دارد.

هلیوم در ایران

تولید و توضیع هلیوم مایع در ایران ضعیف است. طی قراردادی با دانشگاه صنعتی شریف و معاونت فناوری ریاست جمهوری، تولید هلیوم مایع به عهده این شرکت گذاشته شده است. هلیوم مایع در دستگاه‌های تشخیص پزشکی هم‌چون MRI کاربرد دارد.

نمایی از سطح هلیوم مایع

از دیگر کارهایی که در شرکت دانش‌بنیان دکتر پرویـن صورت می‌گیرد، تولید یخ خشک و هلیوم مایع است. از ترکیب یخ خشک و اتیلن گلایکون(ضدیخ) ژل خنک کننده ای به دست می‌آید. این ژل در آبسرد کن‌ها، خنک سازی لیزرها و خنک سازی ابزار آلات و تاسیسات صنعتی نیز کاربرد دارد. یخ خشک گرمای محیط را می‌گیرد و تصعید می‌شود.



میکرو ساختارهای منظمی روی این پلیمرها ایجاد می‌کند. این ساختار کاملا ماهیت فیزیکی دارد به طوری که اگر پوشش طلا یا آلومینیوم بر فرو رفتگی‌ها و برآمدگی‌های آن لایه‌نشانی شود به یک توری پراش اپتیکی تبدیل می‌شود. این ساختارهای منظم هم در تناوب زیرمیکرون و هم در تناوب ۴۰ میکرون برای امواج تراهرتز قابل دست‌یابی است. در همین حوزه مقالاتی در مجلات معتبر مختلفی مثل Journal of Laser Application،Applied Surface Scienceو ... به چاپ رسانده‌ایم.

آقای دکتر شما شرکتی تاسیس کردید که دوبار جایزه بهترین فناور کشور و دوبار جایزه شیخ بهایی را دریافت کرده است. این عنوان را در زمینه چه فعالیتی کسب کرده‌اید؟

این شرکت قبلا در مرکز رشد دانشگاه امیرکبیر بود و الان به طور مستقل عمل می‌کند. ارائه دستگاه طیف‌سنج LIBS به عنوان عیار سنج طلا، علت بردن اولین جایزه بود. جایزه دوم را به خاطر فعالیت‌های شرکت در زمینه ترکیبات گازی که برای اولین بار در ایران تولید می‌شد و ارتباط آن با لیزرهای صنعتی و اگزایمر دریافت کردیم. جایزه شیخ بهایی نیز به خاطر تولید گرافن اکساید به این شرکت تعلق گرفت.

شما به عنوان فناور برتر کشور، چه موضوعاتی را در لیزر برای دانشجویان و محققان معرفی می‌کنید؟

در تمام پروژه‌هایی که نام بردم، دانشجویانی در مقطع کارشناسی ارشد و دکترا نیز حضور داشتند. به طور مثال یکی از دانشجویان ما روی تشخیص سرطان با لیزر و دیگری روی تحویل لیزری دارو کار کردند و از طیف سنجی LIBS و LIF بهره بردند. یکی دیگر از کارهایی که در پروژه‌ای توسط دانشجوها انجام شد، تولید گرافن و گرافن اکساید از طریق لیزر بود که در مجله Laser Physics Letters هم به چاپ رسید. از پژوهش‌های دیگری که چند تن از دانشجوهای دکترا در آن فعالیت می‌کردند، بررسی روی نوسان‌ساز و تقویت‌کننده فیبری بود. در ادامه به دلیل پرکاربرد بودن لیزرهای فیبری در صنعت، چندین دانشجو روی مدل‌سازی ساخت این لیزرها کار کردند و در زمینه به‌کارگیری عامل‌های غیرخطی نیز فعالیت‌هایی انجام شد. حاصل این فعالیت‌ها تحت نظارت من، آقای دکتر معدنی‌پور و دانشجویان دکترا چندین مقاله بین‌المللی بوده است. ایده دیگری از ترکیب قابلیت‌های لیزرهای فیبری با طیف‌سنجی LIBS وجود دارد که روشی غیرهسته‌ای برای شناسایی چاه‌های نفت بوده و با همکاری دانشجویان در حال انجام است.

شما همکاری با دانشگاه‌های دیگر کشور هم دارید؟

بله. ما کار مشترکی روی سلولهای خورشیدی با دانشگاه بین المللی قزوین داشتیم. در این پروژه ما سعی کردیم با استفاده از لیزر و نانو ذرات، بازدهی گیراندازی فوتون‌ها و تسطیح طیف جذب سلول‌های خورشیدی را بالا ببریم.

آقای دکتر به عنوان کسی که در گسترش کاربردهای لیزر نقش داشته، بفرمایید کشور ما چقدر در این زمینه موفق بوده است؟

به نظر من، کشورهای اروپایی و پیشرفته که در زمینه لیزر حرفی برای گفتن دارند، علم را به تنهایی پیش نمی‌برند. علم و فناوری توامان در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این دانشگاه‌های آلمان، فرانسه و انگلیس از زمان نیوتن، فران هوفر و بقیه دانشمندان تا به امروز فعالیت داشتند و قدمت زیادی دارند. امروزه همان ایده‌ها را با ابزار و تجهیزات بهتر و تکنولوژی‌های بالاتر به‌کار می‌گیرند. این همان دلیلی است که باعث می‌شود کشورهای در حال توسعه،در فرایند تکنولوژی با این کشورها فاصله داشته باشند اما ما در کشورمان به نسبت تجهیزاتی که در دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها و مراکز علمی در اختیار قرار می‌گیرد و همچنین مسایلی همچون تحریم‌ها پیشرفت‌های خوبی داشته‌ایم.

چه مشکلاتی در زمینه پیشرفت این فناوری برای دانشجویان، محققان و تولیدکنندگان وجود دارد؟

تمام دانشجویان و متخصصانی که طی این سال‌ها تربیت شده‌اند با مشکلی بزرگ به عنوان بیکاری دست و پنجه نرم می‌کنند. دانشجویان بعد از اتمام دوره خود، به خاطر این که به طرح‌ها و ایده‌های آن‌ها بهای لازم داده نمی‌شود یا مجبور به مهاجرت می‌شوند و یا تنها به تحصیل

«ثروت و مال را اگر انفاق کنید، از میزان آن کاسته می‌شود، اما اگر علم را بذل کنید به آن اضافه می‌شود»
امام علی علی(ع)

در مقاطع بالاتر مشغول می‌شوند بدون آن که بهره‌برداری کافی از ایده‌ها و پژوهش‌های قبلی صورت گیرد. این امر باعث هدر رفتن سرمایه‌های مالی و انسانی هنگفتی می‌شود و ما نیروهای متخصص خود را از دست می‌دهیم. به علاوه خارجی‌ها با استفاده از علم جوانان و دانشجوهای ما تجهیزاتی را می‌سازند و به ما می‌فروشند که در این بین نیز ما ضرر کرده‌ایم. از سوی دیگر روند تولید در کشور معیوب است و بخش خصوصی در تولید نقشی بسیار کمی دارد.

راهکاری که برای حل این معضلات پیشنهاد می‌دهید، چیست؟

حضرت علی (ع) در مورد برتری علم نسبت به ثروت می‌فرمایند که ثروت و مال را اگر انفاق کنید، از میزان آن کاسته می‌شود، اما اگر علم را بذل کنید به آن اضافه می‌شود. ما سال‌های متمادی درس دادیم، از علم ما کاسته نشد، ایده‌ها و مقالات بیشتر هم شد. بنابراین علم چیزی است که از مباحثه، شرکت در همایش‌های بین‌المللی، برخورد افکار و صحبت با صاحب‌نظران تقویت می‌شود. پس ما باید ارتباطات را بیشتر کنیم. دانشگاه‌های بزرگ دنیا مانند MIT را بررسی کنیم. علت پیشرفت آن‌ها، بهای زیادی است که به علوم مهندسی و علوم پایه داده می‌شود. میزان تجهیزات موجود در دانشگاه‌ها و در اختیار دانشجویان را بسنجیم. عیوب روند دانشگاه‌های خود را پیدا و برای رفع آن اقدام کنیم. همچنین لازم است تلفیق بهینه‌ای میان علوم مختلف و کاربرد آن در فناوری داشته باشیم.

در مورد تولید نیز هیچ کشوری همه تجهیزات را به‌تنهایی تولید نمی‌کند. اما درب‌های واردات را به روی برخی کالاها باید ببندیم تا محققان و تولیدکنندگان ما بتوانند تجهیزات خود را به بازار وارد کنند. اما تمام این اتفاقات زمانی مثمر ثمر است که تمام بانک‌ها، بخش‌های سرمایه‌گذاری و وزارت‌خانه‌های مرتبط، حمایت‌های یکپارچه و منظم از ایده‌ها، دانشگاه‌ها و استارت‌آپ‌ها داشته باشند.

اگر نکته‌ای مد نظرتان است، به عنوان سخن آخر بفرمایید.

من فکر می‌کنم زمانی که من در این رشته تحصیل می‌کردم بهای بیشتری به رشته‌های مهندسی و علوم پایه داده می‌شد. اما متاسفانه طی سال‌های اخیر نقش و جایگاه این رشته‌ها و افراد فعال در این زمینه‌ها کمرنگ شده است. به خاطر همین موضوع افراد سعی می‌کنند سراغ رشته‌هایی بروند که آینده شغلی تضمین شده‌ای داشته باشد. این فرهنگ باید به همت دست‌اندرکاران تغییر کند و بهای بیشتری به علوم پایه و فناوران داده شود.

هفته استارت‌آپ‌ها

رقابت‌های استارت‌آپ برای ایجاد نوآوری در فوتونیک غرب ۲۰۱۸

آزاده امیراحمدی
azadeamirahmadi@gmail.com

در این رقابت استارت‌آپ‌های برگزیده برای ارائه ایده‌های فوتونیکی خود به هیئت داوران «انجمن بین‌المللی اپتیک و فوتونیک»[1] معرفی شدند تا دریک جایزه ۸۵۰۰۰ دلاری سهیم باشند.

بیست و چهارمین استارت‌آپ تجاری فوتونیک، گستره وسیعی از متقاضیان را دربرگرفت تا برای رقابت برسر جایزه‌ای ۸۵۰۰۰ دلاری تلاش کنند واز حمایت «رقابت‌های استارت‌آپ ۲۰۱۸ انجمن بین‌المللی فوتونیک و اپتیک غرب» در کسب‌وکار، بهره‌مند گردند؛ این امکان برای افرادی فراهم شد که در هفته استارت‌آپ در فوتونیک غرب شرکت کرده بودند.

این رقابت، که حمایت مالی آن بر عهده انجمن بین‌المللی اپتیک و فوتونیک است، در هشتمین سال فعالیت خود بر روی کسب‌وکارهای جدیدی که برای مرتفع کردن مشکلات، از علم فوتونیک استفاده می‌کنند تاکید داشت.

به‌طورکل هیئت داوران این رقابت‌ها شامل سرمایه داران ریسک پذیر و کارشناسان توسعه تجارت است که دو دوره از رقابت‌ها را قضاوت می‌کنند و شامل حوزه گسترده‌ای از تکنولوژی، از فناوری‌های میکروسکپی تا لیزرها و حس‌گرهای قابل کنترل از راه دور هستند.

بهبود مراقبت‌های سلامتی و بهداشتی موضوعی است که بسیاری از کارآفرینان بر روی آن تمرکز داشتند. این مهم با گردآوری تیم‌هایی صورت گرفته بود که ابزارهای تغییر زندگی را برای درمان از طریق فتودینامیک، کشف مواد مخدر و تشخیص بیماری‌های نوروژنیک[2] تولید می‌کنند.

جوایز فراوان

رقابت استارت‌آپ انجمن بین‌المللی اپتیک و فوتونیک توسط اولین سهام‌دار استارت‌آپ، جِنوپتیک[3]، سرپرست مالی اِدموند اپتیک[4] و

1 SPIE Photonics West

2 neurodegenerative
3 Jenoptik
4 Edmund Optics

سلینو Cellino، به‌عنوان برنده جایگاه اول پذیرفته شد و ۱۰۰۰۰ دلار در رقابت‌های استارت‌آپ انجمن بین‌المللی اپتیک و فوتونیک در سال ۲۰۱۷ کسب کرد.

استارت‌آپ

به یک شرکت یا کسب‌وکار گفته می‌شود که معمولاً به تازگی و در نتیجه کارآفرینی ایجاد شده‌است، رشد سریعی دارد، و در جهت تولید راه‌حلی نوآورانه و دوام‌پذیر برای رفع یک نیاز در بازار شکل گرفته‌است.

این شرکت‌ها معمولاً مبتنی بر ایده‌هایی ریسک‌پذیر هستند که مدل کسب‌وکارشان مشخص نیست و بازار هدفشان نیز در حد فرض است. شرکت‌های نوپا می‌توانند در هر حوزه‌ای ایجاد شوند، ولی اغلب به شرکت‌هایی گفته می‌شود که رشد سریعی دارند و در زمینه تکنولوژی فعالیت می‌کنند.

حمایت‌گران مالی ترومپف[5] و لومینار[6]، و شتاب دهنده لومینت[7] حمایت شد. جِنوپتیک هزینه جوایز نقدی ۱۰۰۰۰ دلاری برای جایگاه اول، ۵۰۰۰ دلاری برای جایگاه دوم، و ۲۵۰۰ دلاری برای جایگاه سوم را تامین نمود. البته برنده جایگاه نخست محصولی به‌ارزش ۵۰۰۰ دلار هم از اِدموند اپتیک دریافت کرده‌است.

رئیس جِنوپتیک و شخص اول انجمن بین‌المللی فوتونیک و اپتیک، جِی کالمِر[8] نوشت: «تاثیر علم فوتونیک در زندگی روزمره ما گواه برندگان نهایی رقابت استارت‌آپ امسال بود. این کارآفرینان محصولات جدید و بالقوه‌ای را ارائه دادند که مشکلات دنیای واقعی را حل می‌کند. از کشف مواد مخدر، سیستم‌های تشخیص و سه‌بعدی سازی تصویر (مورد استفاده در کاربردهای پزشکی و تشخیص توده‌ها)، ایمنی موادغذایی تا واقعیت مجازی، این گروه بین‌المللی فینالیست‌ها بیشتر از همیشه هیجان انگیز بودند.»

بلافاصله قبل از رقابت نیمه‌نهایی استارت‌آپ در سال ۲۰۱۸، اکثر تیم‌های پیشرفته در رقابتی که در هتل پارک مرکزی شهر سانفرانسیسکو، مرکز موسکون[9]، برگزار شد شرکت کردند. عموما در این نوع رقابت، شرکت‌کنندگان به اجرایی کردن هرچه سریع‌تر طرح‌های خود و بهره‌وری آن می‌پردازند به‌این ترتیب که هر کدام از شرکت‌کنندگان مبتکر به‌مدت دو دقیقه در اتاقی که تعدادی از سرمایه‌گذاران و شرکای بالقوه در آن حضور دارند قرار می‌گیرند؛ آن‌ها در این فرصت می‌توانند برای اجرای طرح‌های خود، سرمایه‌گذار و پشتیبان مالی بیابند.

امسال هم برای تیم‌های شرکت‌کننده در رقابت

5 Trumpf
6 Luminar
7 Luminate
8 Jay Kumler
9 Moscone center

نیمه‌نهایی استارت‌آپ، در ۳۰ ژانویه در هتل پارک مرکزی شهر سانفرانسیسکو، فرصتی فراهم شد تا برای ارائه یک کنفرانس آزاد و عمومی ثبت نام کنند. تیم‌های برتر در رقابت نیمه‌نهایی به مرحله نهایی روز ۳۱ ژانویه راه پیدا کردند.

راه‌یافتگان به مرحله نیمه‌نهایی، محصولات خود را در نمایشگاه فوتونیک غرب در روز پنج شنبه، ۱ فوریه، در معرض دید عموم قرار دادند. این جلسه غیررسمی برای تیم‌ها فرصتی جهت مکالمه‌های مفصل‌تر با کارآفرینان فراهم کرد.

دوره نیمه‌نهایی در سه قسمت تعریف شد و استارت‌آپ‌های زیر در زمینه‌های مختلف در این رقابت شرکت کردند

قسمت اول : بیوفوتونیک و موضوع فناوری‌های مراقبتی

- تکنولوژی‌های نوری که مدعی توسعه در بیشتر ابزارهای دقیق مربوط به شبکیه ی چشم هستند و به پزشکان برای تشخیص کم‌خونی ناشی از نقص عصبی کمک می کنند.
- لباسِ درمانی کرم شب تاب[10] که یک نور درمانی قابل پوشیدن است و در آن از اِل ای دی ها و فیلم‌های سی اِف کیو دی چاپ شده جهت درمان درد و بالا بردن سرعت بهبود بافت‌های نرم آسیب دیده، استفاده شده است.
- کلیر ویو اپ[11] یک تکنولوژی فوق پیشرفته است که در آزمایشگاه‌های تست خون مورد استفاده قرار می گیرد و در آن خون بیمار تنها با خراش نوک انگشت مورد آزمایش قرار می گیرد و نیازی به تجزیه‌گرهای شیمیایی نخواهد بود.
- فناوری هارموژنتیک برای آشکارکردن آنچه مردم می‌خواهند در مورد بهبود تصمیمات مربوط به درمان سرطان بدانند، طراحی شده است.

10 CareWear's Firefly
11 Clearview-App

کرانه شهر سانفرانسیسکو، رقابت‌های استارت‌آپ ۲۰۱۸

- اینستاپث[12] یک سیستم میکروسکوپی ایجاد می‌کند که در عرض چند ثانیه و با دقت بالا به عکسبرداری از بافت زنده می‌پردازد و تشخیص نهایی دقیقی را تضمین می‌کند.
- اِل چیپ[13] یک آزمایشگاه دامپزشکی بر روی یک تراشه، برای تشخیص سریع بیماری‌های حیوانات است که تنها با گرفتن یک قطره خون کار می‌کند و نتایج کمی را در کمتر از ۱۰ دقیقه فراهم می‌کند.
- لایترینو[14]: بهبود درمان کنونی سندروم چشم خشک با تشخیص زیرگروه‌های چشم خشک، که در آن بیماران با قطره ی چشم مناسب و یا از طریق جراحی بهبود می‌یابند.
- ابزارهای علوم زیستی در مقیاس نانو: انقلابی در فرایند کشف مواد مخدر با ارائه ابزارهای غربالگری مقرون به‌صرفه که بار مصرف دارو را کاهش می‌دهند و دقت غربالگری را بهبود می‌بخشد.
- تکنولوژی تشخیص پی +، مبتنی بر فوتونیک: برای تشخیص خطر ابتلا به گرفتگی خون با یک آزمایش ساده است.
- مراقبت‌های فوتونیکی کلیر ویو[15] یک روش ساده و کم هزینه است که به کاربران اجازه می‌دهد داخل بافت را ببینند. برای نمونه به

12 Instapath
13 Lchip
14 Lightrino
15 ClearView

چشم‌انداز
VISION

۲۴ راز و رمز درون لنزها

۲۲ رویدادهای جهانی لیزر و فوتونیک در بهار ۲۰۱۸

۲۴ راز و رمز درون لنزها

۳۰ لیزر سیم فوتونیکی تک‌جهته

واقعیت‌مجازی

فناوریی اســت کــه در آن محیطی مجازی در جلوی چشمان کاربر قرار می‌گیرد و براساس حرکت سر و بدن آن‌محیط مجازی تعامل برقرار می‌کند. به‌عبارت‌دیگر هنگامی که یک فرد هدست واقعیت‌مجازی را بر روی سر خود نصب می‌کند، در جلوی چشمان خود محیطی را مشــاهده می‌کند که براساس تغییر موقعیت بدنش تغییر می‌کند و ذهن انســان پس از مدتی می‌پذیرد که در یک محیط واقعی قرار گرفته است.

یک محیط واقعیت‌مجازی در هدست واقعیت‌مجازی توسط اپلیکیشن‌های اختصاصی آن به وجود می‌آید. برخی از این محیط‌ها به‌صــورت گرافیک رایانه‌ای و ســه بعدی هستند و برخی دیگر نیز ویدئوهــا یا تصاویری ۳۶۰ درجه از محیط‌های واقعی هستند که از قبل فیلمبرداری شده‌اند. با این قابلیت فناوری واقعیت‌مجــازی می‌توان این امکان را فراهم کرد تــا افراد بتوانند از امکانــات و مکان شــما به خوبی دیدن کنند.

اغلــب محیط‌هــای واقعیت‌مجازی در درجه اول، تجربه‌هــای دیداری می‌باشــند که از طریق یک هدست واقعیت‌مجازی، قابل مشاهده و تجربه می‌باشند. برخی از اپلیکیشن‌ها دارای اطلاعات حسی دیگری مانند تولید صدا هم می‌باشند. محیط‌های شبیه‌سازی شده می‌توانند مانند محیط‌های زندگی واقعی و یا به صــورت کاملا متفاوت باشند نظیر آنچه در محیط‌های بازی دیده می‌شود.

تصویر کشــیدن گوش میانی بدون باز کردن یا پاره شدن پرده ی گوش.

قسمت دوم: تصویربرداری، آشکارسازی، لیزر، و نیمه‌هادی‌ها

- بلوفیلد[16] یک فناوری برای جلوگیری از گرم‌تر شدن زمین است که بااســتفاده از ماهواره‌های میکروسکوپی مجهز به حسگرهای حساس، گاز متان را ردیابی می‌کند.
- مگ اســمبل[17] نه تنها فیزیک نــور را ایجاد می‌کند، بلکه شــرکت مس کروفارد[18] می‌گوید که باعث می‌شود که نورشناسی شما بهتر شود.
- اپتیک آرسی اِس فوتونیکز[19] انقلابی در توسعه ی تکنولوژی دیودهای لیــزری که قابل تنظیم، متراکم، کارآمد و قابل انعطاف هســتند، ایجاد می‌کند؛ اســتفاده از پرتوهای فروســرخ برای کاربردهای مختلف در بخش‌های دفاع، صنعت، تحقیق، ارتباطات و پزشکی
- منبع نوری آلترا لومینا[20] که منجربه روشنایی «پنج مرتبه بزرگ‌تر از فن‌آوری‌های جایگزین در فرابنفش عمیق» می‌شود.
- سِمی اتوماتیک سِــمیوتیک ۲۱ در نظر دارد هدســت‌های واقعیت مجازی VRتولید کند که بدون هیچ هزینه‌ای شــخص را «به مناظر زیبا، تنظیمات تخیلی و مسیرهای معروف» ببرد.
- نمایشــگرهای پوســت الکترونیکی[22] ادعا می‌کند که برای «ظاهر و احســاس هر فرد در زندگی روزمره در تعاملات ســطحی با وسایل الکترونیک، لبــاس، دیوار و مبلمان» ســاخته می‌شود.
- ویترو 3D[23] در حــال تولید رزین مخصوص برای چاپ ســه‌بعدی از شیشه شفاف سیلیکون ذوب شده، است.

16 Bluefield
17 MagAssemble
18 Mas Crawford
19 RCS Photonics
20 .Ultralumina's light source
21 Semiautomatic Semiotics
22 e-skin Displays
23 Vitrum3D

قسمت سوم: حس‌گرها، قابلیت پوشیدن، اینترنت

- تکنولوژی اســکن ایمنی اســپکت[24] قادر به اسکن کردن زمان واقعی و تشخیص آلاینده‌های مواد غذایی و درجه‌بندی کیفیت می‌باشند.
- لابی[25] در حال تبدیل گوشــی هوشــمند به آزمایشــگاه تحلیلی مواد غذایی و نوشیدنی‌ها با کیفیت بالااست.
- نیروس[26] ارائه دهنده ی یک تکنولوژی نوآورانه برای توصیف نمونه‌هایی (مانند غــذا، آب، دارو، و غیره) از راه دور اســت که با روش‌های غیرمخرب از طریق تعامل خود با نور این کار را انجام می‌دهد.
- فناوری ای‌وآی (EOI) یک نوســان‌نگار لیزری غیر تداخلی تولید کرده است که می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین مقرون به‌صرفه برای اِل‌دی‌وی (LDV) عمل کند.
- شاخص اوربیس[27] به کشاورزانی که به‌صورت هوشمند لبنیات تولید می‌کنند این اجازه را می‌دهد که با ارائه اطلاعات کلیدی در مورد کسب‌وکار پایه و «تولید شیر عالی از حیوانات ســالم‌تر و از طریق روش‌های پایدارتر» نوآوری‌هایی داشته باشند.
- تکنولوژی حسگر NIR سِــنوریکس[28] می‌تواند خطرات و تجزیه کامل مواد خوراکی، مثل نمونه‌های مواد غذایی، را نشان دهد.
- صندلی هوشمند کودک در خودرو. کارنانی[29] یک صندلی است که با دارا بودن سنسورهای نوری از طریق اینترنت از چگونگی وضعیت کودک و لوازم او خبر می‌دهد.

24 Spect
25 Labby
26 Nireos
27 Orbis
28 Senorics
29 CarNanny

رویدادهای جهانی لیزر و فوتونیک

بهـــار ۲۰۱۸

Lightfair International: 6-10 MAY
شیکاگو- ایلینوی- ایالات‌متحده
نمایش جهانی قدرت تحول نوآوری و تخیل در نور و فناوری، راه حلی برای ارتقا دانش نوین نورپردازی Lightfair Internationa بزرگترین نمایشگاه و کنفرانس سالانه معماری و تجارت نور در جهان.

Optatec 2018: 15-17 MAY
فرانکفورت- آلمان
Optatec در برنامه دو ساله خود به‌صورت ویژه ای با همکاری شرکای نهادی و تکنولوژیک خود مانند انجمن SPECTARIS و Optence و OptecNetبرای صنایعی با تکنولوژی بالا بر روی پتانسیل نوآوری صنعتی تمرکز کرده است.

طراحی سیستم های نوری SPEI: 14-17 MAY
فرانکفورت-آلمان
اولین رویداد اروپایی برای ابزارهای نوری با پیشرفته ترین برنامه های سیستم های اپتیکی، مواد و پردازش است.

نمایشگاه و کنفرانس ماشین بینایی UKIVA: 16 MAY
میلتون کینز- انگلستان
در این رویداد دستیابی به اخرین تحولات جهان در زمینه ماشین بینایی صنعتی و تصویربرداری میسر می شود.

CLEO 2018: 13-18 MAY
سن خوزه-کالیفرنیا- ایالات‌متحده
نخستین مجمع بین المللی جهانی برای اپتیک علمی و فنی که با ایجاد ارتباط بین تمام جنبه‌های تکنولوژی لیزر، از تحقیقات اولیه تا برنامه‌های کاربردی صنعتی، رشته‌های لیزرو اپتوالکترونیک را به هم مربوط می سازد. CLEOمیدانی برای ایده‌های جدید علمی، مفاهیم مهندسی و کاربردهای نوظهور در زمینه‌هایی مانند بیوفوتونیک، ارتباطات نوری و...

نمایش هفته SID: 20-25 MAY
لس آنجلس- کالیفرنیا
نمایش هفته SID برترین رویداد بین المللی در صنعت نمایش الکترونیکی.

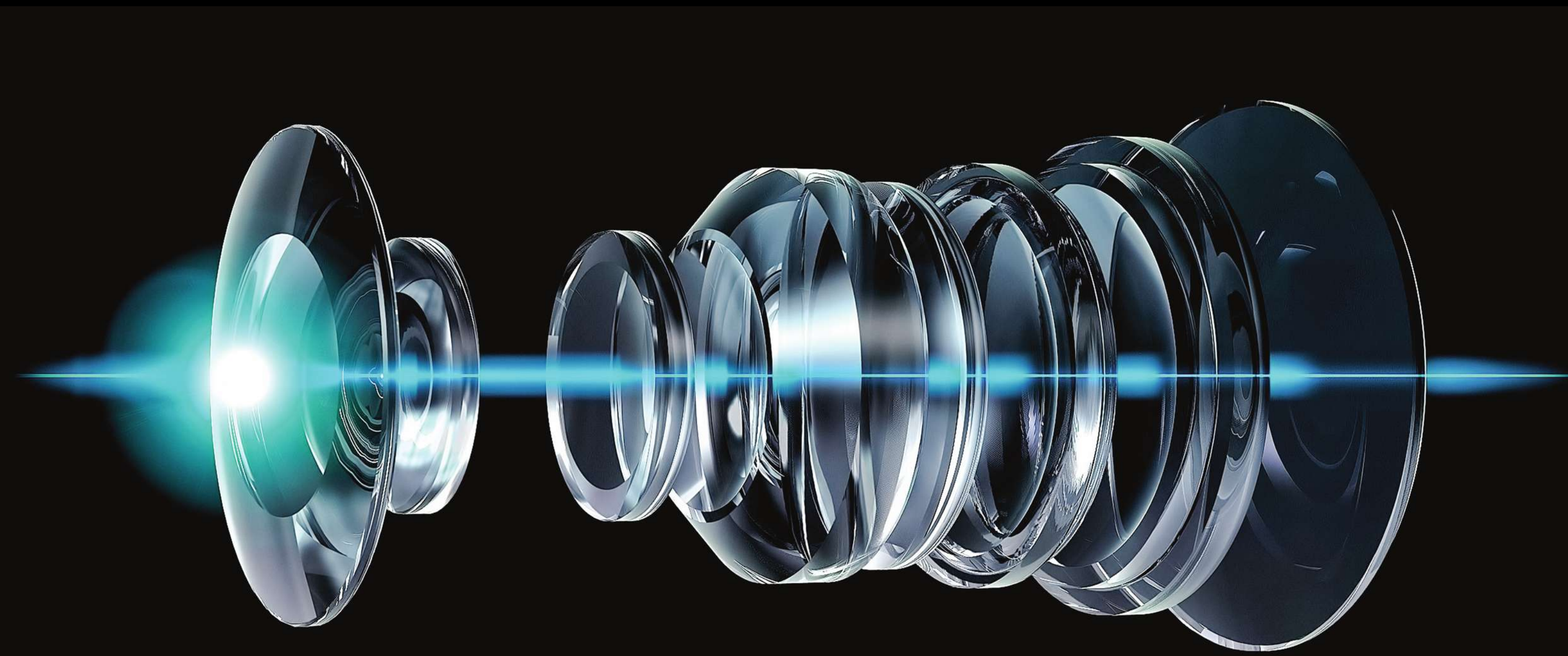
Embedded Vision Summit 2018:21-24 MAY
سانتا کلارا-کالیفرنیا- ایالات‌متّحده
آشنایی با توسعه دهندگان محصولات و نرم افزارهای کاربردی، رهبران کسب و کار، سرمایه گذاران و کارآفرینان، مشاهده آخرین تکنولوژی عملی برای بدست آوردن اطلاعات بصری در برنامه های رایانش ابری، برنامه های تلفن همراه و ...

LASYS: 5-7JUNE
اشتوتگارت-آلمان
از نمایشگاه‌های برجسته بین المللی در زمینه لیزر در تولید صنعتی است.LASYS با تمرکز بر سیستم‌های تولید لیزر، اجزا و زیر سیستم‌های خاص لیزر، پلت فرمی ایده آل برای راه‌حل های سیستم هوشمند، برنامه های کاربردی ویژه،کاربردهای جدید، و همچنین نوآوری‌های صنعت در پردازش مواد لیزریست.

Photonex Scotland 2018 : 14 JUNE
ادینبورگ، اسکاتلند، بریتانیا
سخنرانی، ارایه پوستر از مقالات ارسال شده و ارتباط با افراد فعال در حوزه فوتونیک همچنین بازدید از نمایشگاه از برنامه های این نشست می باشد. در چنین رویدادهایی با توجه به نقش فوتونیک در مطالعات علوم زیستی، پزشکی، علوم بالینی، نوروفیزیولوژی و... پژوهشگران به طور مداوم به دنبال روش های بهتر برای تجزیه و تحلیل فرایندهای پیچیده فوتونیکی هستند.

Automatica :19-22 JUNE
مونیخ ، آلمان
نمایشگاه تجاری پیشرو در زمینه اتوماسیون هوشمند و رباتیک است. این گردهمایی، بزرگترین حوزه جهانی رباتیک ،سیستم های مونتاژ، سیستم های بینایی و اجزای ماشین است که در آن شرکت کنندگانی از همه شاخه های صنعت برای یافتن راه حل های تولید محصولاتی با کیفیت بالا، گرد هم آمده اند .

Sensor+Test 2018 : 26-28 JUNE
نرنبرگ، آلمان
Sensor+Test ،انجمنی پیشرو برای سنسورها، اندازه‌گیری و تست فن‌آوری در سراسر جهان است.



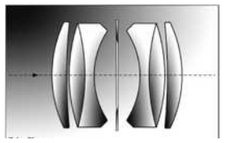
راز و رمز درون لنزها

محمدرضا شریفی مهر
m_sharifimehr@sbu.ac.ir

پس از آشنایی با انواع لنزهای ثبت تصویر و کاربرد هر یک از آن ها، شناخت ساختار داخلی لنزها و انواع عدسی های مورد استفاده از اهمیت ویژه ای برخوردار است. لنزهای ثبت تصویر در ظاهر ممکن است دارای ساختمان ساده ای باشند ولی باید توجه داشت که یک لنز دارای اجرای داخلی زیادی بوده و معمولاً از چندین عدسی به همراه قطعات الکترونیک و اپتو-مکانیک تشکیل شده است.

شـــرکت های ســـازنده لنز، معمولاًمجموعه ای متنوع ازلنزهـــای مختلف را بـــرای کاربردهای گوناگون تولیدمی کنند به همین دلیل انتخاب و خریدما باید برمبنای کاربرد مورد نظر انجام شود وسرمایه گذاری روی یک لنزگران قیمت بدون داشتن آگاهی کافی از مشـــخصات آن، به هیچ وجه کاری منطقی نیست.البته باید توجه داشت که کیفیت لنزها با قیمت آن هارابطه مســـتقیم دارد وچنانچه به دنبال لنز خوبی با قیمت ارزان هستید،درنظرداشـــته باشـــیدکه چنین چیزی کمتر امکان پذیر اســـت مگراین کـــه لنز مورد نظر،دست دوم باشد. با این وجود همه لنزها چه گران قیمت و چه ارزان قیمت دارای ویژگی های مشترکی هستند و همان طور که اشاره شد درون بدنه یک لنز، تعدادی عدســـی با اندازه و شکل و مواد تشـــکیل دهنده متفاوت قرار دارد که این عدسی ها براســـاس نحوه عملکردشان با ترتیب های متفاوتی کنار یکدیگر قرار گرفته اند.

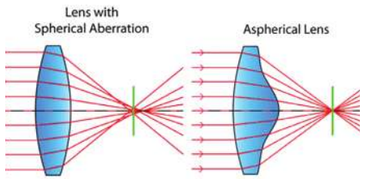
یکی از بهترین روش های شناخت کامل عدسی



ساختار Planar

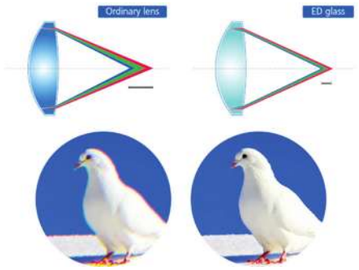
این ســـاختار لنز در طول حیات خود تغییرات زیادی را شـــاهد بوده است. اولین لنز با این ساختار در سال ۱۸۹۶ با ساختاری کاملاً متقارن ساخته شد. این ساختار که مناسب لنزهای نرمال و تله‌ی متوسط است به سرعت مسیر پیشـــرفت را طی کرد بـــه طوری که ساخت لنز معروف Carl Zeiss Planar 50mm که ناسا در سال ۱۹۶۶ از آن بهره برد، از همین ساختار قدرتمند ایده گرفته شده است.

اسفریک (Aspherical lens) در طراحی لنز مورد نظر می باشـــند. این نوع عدســـی ها که به آن هالنزهای هیبریدی نیز می گویند، از سال ۱۹۶۰ در طراحی اپتیکی لنزهای ساخت شرکت نیکون مورد استفاده قرار گرفته اند و دارای انحنای غیر کروی در یک یا هر دو سطح خود می باشند که با کاهش اعوجاج تصویـــر (مخصوصاً در لنزهای زاویه باز) باعث می‌شوند تصاویری با وضوح بیشتر و کنتراست بالاتر روی حسگر تشکیل شوند.



FL: به معنای اســـتفاده از عدسی هایی از جنس Fluorite (که در محدوده طول موجی از مادون قرمز تا فرابنفش شـــفاف اســـت) در ساختار لنز می‌باشـــد. به‌کارگیری این عدسی ها در طراحی اپتیکی علاوه بر قابلیت اصـــلاح ابیراهی رنگی، باعث کاهـــش وزن لنزها نیز می شـــود که این ویژگی در مـــورد لنزهای زوم و تلـــه فوتو که از عدسی های زیادی تشـــکیل شده اند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

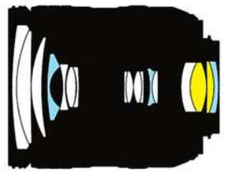
ED: ایـــن واژه مخفـــف عبـــارت Extra-low Dispersion بوده و به این معناست که درساخت لنز از عدسی‌هایی استفاده شده است که دارای پاشندگی طول موجی بسیار کمی بوده و باعث کاهش ابیراهی رنگی (Chromatic Aberration) تصاویر می‌شـــوند و همزمان عـــلاوه برافزایش دقت نمایش رنگ هـــا درنواحی با کنتراســـت بالای تصاویر (Color fringing)، وضوح تصاویر را نیز افزایش می‌دهند که این موارد مخصوصا در لنزهای تله فوتو که دارای فاصله کانونی بلند می باشند، دارای اهمیت فراوانی است.



Fluorine coat: وجـــود این پوشـــش ضد گرد و غبار و آلودگی، ضد آب و ضد خش روی ســـطوح عدسی، علاوه بر افزایش عمر مفید لنز و سهولت تمیزکاری، با داشتن ویژگی ضد بازتاب، به ثبت تصاویر با وضوح بالاتر نیز کمک می کند.

SIC: مخفف عبارت Super Integrated Coating بوده وبه این معناســـت که پوشش ضد بازتاب در محدوده وسیع طول موجی روی سطوح عدسی های تشـــکیل دهنده لنز، لایه نشانی شده است. وجوداین پوشـــش ضد بازتاب برروی ســـطوح عدســـی ها نیز همانند پوشـــش نانو کریستال با حذف پرتوهای بازگشـــتی، باعث کاهش اثرات ظهورحلقه‌های نوری یا فلیر (Flare) و همچنین اثرشـــبح (Ghoasting) شـــده و ثبت تصاویر با کنتراست بالا را امکان پذیر می نماید.

N: این حرف به معنای پوششدهی سطوح برخی از عدسی‌های تشـــکیل دهنده لنز با استفاده از مواد با ضریب شکســـت بســـیار پایین می باشد که با تکنولـــوژی نانوکریســـتال (Nano crystal coating) لایه نشـــانی شده اســـت.این پوشش ضد بازتاب در تمام ناحیه طیـــف مرئی (۳۸۰ تا ۷۸۰ نانومتر) پرتوهای بازگشتی درون لنز را به میـــزان قابل ملاحظه ای کاهـــش داده وباحذف اثرظهورحلقه‌های نوری یا فلیر (Flare) وهمچنین حذف اثرشبح (Ghoasting) وضوح تصاویر ثبت شده را افزایش می دهد. لنزهایی که به این ویژگی مجهز شـــده‌اند، برروی بدنه آن ها،نشـــان شش

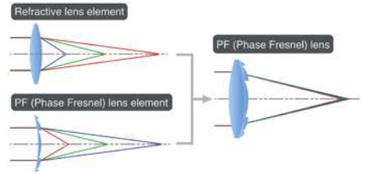


ساختار داخلی یک لنز زوم

لنز زوم AF-S DX NIKKOR 16-85mm دارای ۱۷ عدسی در ۱۱ گروه جداگانه با پوشش SIC (Super Integrated Coating) می باشد که شامل ۳ لنز اسفریک و ۲ لنز از جنس شیشه ED می باشد. شکل بالا نمای برشی از این لنز را نشان می دهد.
در شکل زیر نیز دیاگرام ساختار درونی این لنز با مشخص نمودن عدسی های خاص مورد استفاده در آن، نشان داده شده است.

ضلعی طلائی دیده می‌شود که در وسط آن حرف N درج شده است.

PF: مخفف عبارت Phase Fresnel است و به این معناست که لنز دارای عدسی هایی است که روی یکی از سطوح خود از تکنولوژی المان های اپتیک پراشی بهره می گیرند. این ویژگی به منظور کاهش ابیراهی رنگی، بسیار مفید است و همچنین به دلیل حذف برخی از عدسی ها و جایگزین شدن به جای آن ها، از ابعاد و همچنین وزن لنز به میزان قابل توجهی کاسته خواهد شد. استفاده از این عدسی ها امکان طراحی و ساخت لنزی با فاصله کانونی کوتاه و دیافراگم بزرگ را در قالب ساختاری سبک تر و کوچک تر امکان پذیر می سازد.



لنز 300mm-f/4E-PF-ED-VR ساخت شرکت نیکون که همزمان با رونمایی از دوربین D۵۵۰۰ این شرکت معرفی شده است، به عنوان سبک ترین لنز پرایم (با فاصله کانونی ثابت) تله فوتوی فول فریم جهان معرفی شده است. این لنز اولین لنز شرکت نیکون با بهره گیری از فناوری Phase Fresnel می باشد که در مقایسه با نسل قبلی خود حدود ۶۰۰ گرم سبک تر و ۳۰% کوتاه تر شده است.

ASED: این حروف مخفف عبارت Aspherical ED glass می باشند و بیانگر این است که این نوع عدسی ها علاوه بر دارا بودن مزایای شیشه های ED در کاهش ابیراهی رنگی، با داشتن سطوح غیر کروی (اسفریک)، انواع ابیراهی های کروی، کما و ابیراهی رنگی عرضی را نیز اصلاح می نمایند. استفاده از این نوع عدسی ها در لنزهای زوم که تعداد عدسی های آن ها زیاد است، با کاهش تعداد المان ها، ساخت لنزهای سبک تر و کوچک تر را امکان پذیر می نماید.

تا این جا مهم ترین و پر کاربرد ترین اصطلاحات مربوط به بخش «طراحی عدسی لنزها» که لازمه انتخاب صحیح و به کارگیری لنزهای مناسب برای کاربرد مورد نظر می باشد، شرح داده شد. در ادامه به معرفی برخی از جدیدترین فناوری های مورد استفاده در ساخت لنزهای حرفه ای می پردازیم.

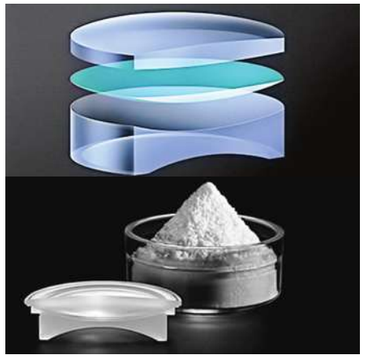
استفاده از تکنولوژی پیشرفته در ساخت لنزها

طراحی و ساخت لنزهای ثبت تصویر سابقه ای بسیار طولانی دارد و یکی از قدیمی ترین شاخه های اپتیک کاربردی به شمار می آید به همین دلیل پیشرفت های چشم گیری در این زمینه صورت گرفته و محصولات تجاری موجود علاوه بر داشتن تنوع کم نظیر، بهینه سازی شده و تکامل یافته اند. با این وجود به کارگیری فناوری های پیشرفته و استفاده از علوم جدید در این زمینه همچنان موضوع هیجان انگیزی برای پروژه های تحقیقاتی/ کاربردی به شمار می آید.

تکنولوژی BR در لنزهای جدید کانن

لنز Canon 35mm f/1.4L II که در نیمه دوم سال ۲۰۱۷ معرفی شد، اولین لنزی است که به قابلیت جدید Blue Spectrum Refractive مجهز شده است.

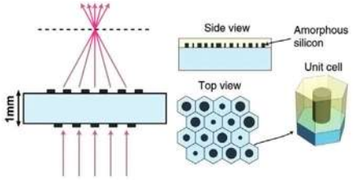
این فناوری که به اختصار BR نامیده می‌شود، به عدسی های خاص وبسیار پیشرفته ای اشاره دارد که برای حذف نوارهای رنگی (مخصوصاً نور آبی) در نواحی با کنتراست بالای تصویر (Color fringing) ساخته شده اند.



عدسی های BR از مواد ارگانیک خاصی تهیه می شوند که توسط شرکت کانن تولید شده و توسعه یافته است و می تواند نورهای مرئی را دقیقاً در یک نقطه خاص متمرکز کند. لنزهای دیگر، معمولاً در متمرکز کردن طول موج های رنگ آبی ضعف دارند زیرا بیشترین شکست نور در این ناحیه از طول موج ها اتفاق می افتد.

رویکرد آینده در طراحی لنز تلفن های همراه

گروهی از محققین شرکت سامسونگ به همراه پژوهشگران موسسه فناوری کالیفرنیا مشغول فعالیت بر روی پروژه ای هستند که در آن به جای شیشه از دو سطح شامل نانو استوانه های سیلیکونی استفاده می شود. این مجموعه از نانو استوانه ها که سطح متا (metasurface) نامیده می‌شود، تنظیم پذیر می باشد به صورتی که ضخامت هر یک از استوانه‌ها می تواند تغییر کند. با تغییر قطر استوانه، محققین قادرند تا مسیری که نور از طریق آن از درون این ساختار لنز مانند عبور می کند را برای تشکیل تصویر روی حسگر تنظیم کنند، بدون این که نیاز باشد تا همانند گذشته از چندین قطعه عدسی شیشه ای مختلف استفاده شود.

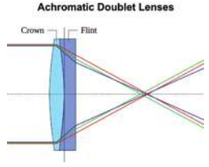


در این ساختار، ارتفاع هر استوانه حدود ۶۰۰ نانومتر است که سبب می‌شود تا جفت ورق‌های استوانه‌ای سیلیکون حدود ۱۲۰۰ نانومتر ضخامت داشته باشند. قطر هر استوانه نیز در مقیاس کمتر از نانومتر قابل تغییر است و به این ورق نازک به عنوان لنز دوربین گوشی اجازه می‌دهد تا کار کانونی کردن پرتو را به خوبی انجام دهد.

بر اساس گفته محققین، لنزهای مسطح می توانند به راحتی به سنسور تصویربرداری دیجیتال CMOS اضافه شوند. ادغام لنزهای مسطح با یک حسگر می تواند به یک تکنولوژی بادوام و ثابت برای افزودن دوربین‌های کوچک به تمامی محصولات پیشرفته منتهی شود که مطمئناً گوشی‌های هوشمند در اولویت اول قرار خواهند داشت.

در این طرح تحقیقاتی که به سرپرستی آندری فرون (Andrei Faraon) انجام شده است، سه پژوهشگر ایرانی (امیر و احسان اربابی و سیده مهسا کمالی) نیز حضور دارند دارند. برخی از نتایج حاصل از انجام این پروژه در اواخر سال ۲۰۱۶، در مقاله ای با عنوان " Miniature optical planar camera based on a wide-angle metasurface doublet corrected for monochromatic aberrations" در مجله nature چاپ شده است.

مراجع:
http://www.caltech.edu
http://imaging.nikon.com
http://blog.pixel.ir



لنزهای دوتایی

در بسیاری از لنزها ترکیب دو تایی (Doublet) عدسی ها به صورت بهم چسبیده و به عنوان یک عدسی واحد در طراحی اپتیکی لنزها مورد استفاده قرار می گیرد. این نوع عدسی ها که اغلب به منظور جبران ابیراهی رنگی و افزایش وضوح تصویر مورد استفاده قرار می گیرند معمولاً از ترکیب دو عدسی «کوژ» از جنس شیشه کراون (Crown) و «کاو» از جنس شیشه فلینت (Flint) ساخته شده اند و به لنزهای آکرومات (Achromatic) نیز معروفند.

Unidirectional photonic wire laser

لیزر سیم فوتونیکی تک‌جهته

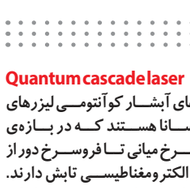
میترا رفاهی زاده
mrefahizadeh@yahoo.com

گروه موج میلیمتری و تراهرتز در دانشگاه MIT[1] درصدد است دستگاه‌های جدیدی که در فرکانس‌های موج میلیمتری تا تراهرتز کار می‌کنند را توسعه دهد این گروه در حال کار بر روی موضوعاتی همچون لیزرهای آبشار کوانتومی با عملکرد عالی بر پایه انتقال بین دو زیرتراز در چاه‌های کوانتومی؛ مطالعه زمانبندی فوق‌سریع و فاز تفکیک شده در دینامیک ساختارهای کوانتومی؛ سنجش و تصویربرداری زمان حقیقی سامانه‌های تراهرتز برای کاربردهای متنوعی از جمله سنجش از دور، تصویربرداری بیومدیکال و امنیت داده‌هاست. طیف الکترومغناطیسی بین میکروموج و نور مرئی، می‌تواند کاربردهای امیدبخشی در تصویر برداری پزشکی و صنعتی و نیز آشکارسازی شیمیایی داشته باشد اما بسیاری از این کاربردها به وجود منابع کوچک و بازدهی توان بالا برای پرتو تراهرتز و نیز به روش استاندارد برای تولید این منابع به صورت یک ابزار رومیزی وابسته است. پروفسور

1 Massachusetts Institute of Technology

Quantum cascade laser

لیزرهای آبشار کوآنتومی لیزرهای نیمرسانا هستند که در بازه‌ی فروسرخ میانی تا فروسرخ دور از طیف الکترومغناطیسی تابش دارند. برخلاف لیزرهای معمولی نیمرسانا که در آن تابش لیزر از بازترکیب جفت الکترون-حفره در گذر از گاف نواری ایجاد می‌شود، لیزرهای آبشار کوآنتومی تک‌قطبی هستند و تابش در آن‌ها از گذارهای درون زیرلایه‌ها در یک ساختار تکرارشونده‌ی نیمرسانا حاصل می‌شود به عبارت ساده‌تر باید گفت در یک توده بلور نیمرسانا، الکترون‌ها می‌توانند در یکی از دو نوار ظرفیت یا رسانش حضور داشته باشند. نوار ظرفیت با تعداد بیشتری الکترون‌های کم انرژی اشغال شده است در حالی که در نوار رسانش تعداد کمتری از الکترون‌های پرانرژی حضور دارند. این دو نوار انرژی به‌اندازه‌ی گاف نواری اختلاف انرژی دارند و از هم جدا هستند. در دیود لیزرهای نیمرسانای رایج، هنگامی که یک الکترون پرانرژی از نوار رسانش جای یک حفره در نوار ظرفیت را می‌گیرد و به اصطلاح بازترکیب الکترون-حفره رخ می‌دهد، یک فوتون گسیل می‌شود. انرژی این فوتون و طول‌موج متناظر با آن برای این لیزر به بزرگی گاف انرژی میان دو نوار ظرفیت و رسانش و در نتیجه به نوع ماده وابسته است.



در دیود نیم‌رسانای معمولی، از بازترکیب الکترون نوار رسانش با حفره‌ی نوار ظرفیت در توده یک بلور نیمرسانا، یک فوتون گسیل می‌شود.

شکل ۱: شماتیک ساخت ابزار با منابع تراهرتز تراشه سوار

کینگ هو[2] در دانشگاه MIT و گروهش بیشتر از ۲۰ سال بر روی منابع تابش تراهرتزی که بتوانند بر روی یک میکروتراشه قرار گیرند، کار کرده‌اند. در شماره اخیر مجله Nature Photonics، اعضای گروه پروفسور هو و نیز همکارانشان در آزمایشگاه ملی سندیا[3] و دانشگاه تورنتو، یک طراحی تازه ارائه کرده‌اند که توان خروجی لیزرهای تراهرتز تراشه‌ای را به ۸۰ درصد رسانیده است. پروفسور کینگ هو به خاطر تلاش های بی‌نظیرش در پیشبرد و عملکرد عالی لیزرهای آبشار کوانتومی تراهرتز و کاربردهای آن در سنجش و تصویربرداری زمان واقعی، برنده جایزه «کنت جی باتن» در سال جاری ۲۰۱۸ شد. این جایزه از سال ۱۹۹۰ تا کنون هر ساله در کنفرانس بین‌المللی امواج فروسرخ، میلیمتری و تراهرتز به یکی از بهترین‌های این زمینه اهدا می‌شود. این جایزه شامل یک مدال و جایزه نقدی ۳۰۰۰ دلاری است.

2 Qing Hu
3 Sandia National Laboratories

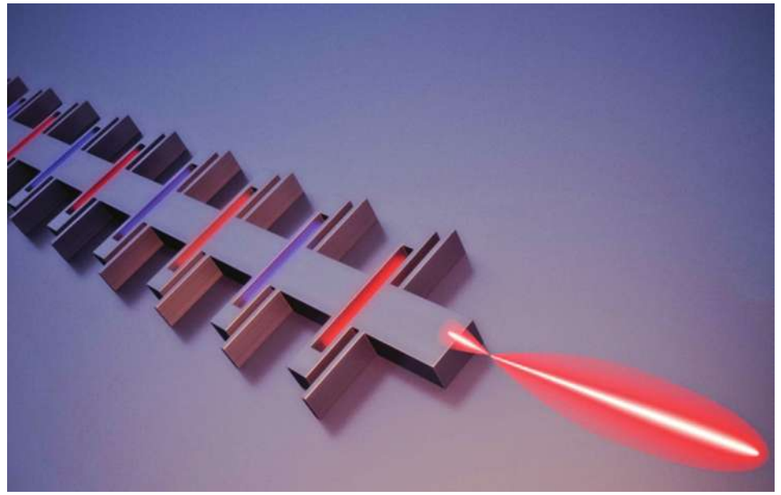
ناسا همزمان با بهترین عملکرد این منبع تراهرتز تراشه سوار، محققان مربوط به این دستگاه را برای آماده کردن گسیل تراهرتز لازم برای ماموریت کهکشانی/ابر کهکشانی رصدخانه بالونی فوق‌العاده طولانی[4] طیفی تراهرتز[5] انتخاب کرد. هدف این ماموریت آن است که ترکیب محیط بین ستاره‌ای (و یا ماده‌ای که فضای میان ستارگان را پر کرده است) را مشخص کند. طیف تراهرتز به این خاطر در این ماموریت استفاده شده که برای اندازه‌گیری طیفی ترکیبات اکسیژن مناسب است. چون این ماموریت در بالون‌های پر از ابزار در جو بالای زمین انجام می‌شود، لازم است گسیلنده تراهرتز بسیار سبک باشد.

این محققین تغییری تازه در ابزاری که لیزر آبشار کوانتومی با بازخورد توزیع‌شده خوانده می‌شود،

4 Ultralong-Duration Balloon (ULDB)
5 Galactic/Extragalactic ULDB Spectroscopic Terahertz Observatory

در لیزرهای آبشار کوآنتومی، از توده ماده‌ی نیمه رسانا در ناحیه‌ی فعال اپتیکی استفاده نمی‌شود. در عوض این لیزرها شامل مجموعه‌ای متناوبی از لایه‌های نازکی از ترکیب مواد مختلف است که یک ابر شبکه را تشکیل می‌دهند. پتانسیل الکتریکی متغیری در طول این ابر شبکه وجود دارد و این بدان معناست که احتمال اشغال حفره‌های مختلف توسط الکترون متغیر است. مدل آن به چاه‌های چندگانه‌ی یک‌بعدی کوآنتومی محدود برمی‌گردد و شکافته شدن یک نوار انرژی مجاز و تبدیل شدن آن به چندین زیرتراز الکترونی مجزا را به دنبال دارد. با طراحی مناسب ضخامت لایه‌ها، می‌توان میان دو زیرتراز در این سیستم، وارونی انبوهی ایجاد کرد و از آن لیزر ساخت. موقعیت ترازهای انرژی این سیستم را می‌توان تنها با تنظیم ضخامت لایه‌ها و نه تغییر ماده تغییر داد و به دنبال آن طول‌موج گسیلی لیزر آبشار کوآنتومی را برای همان ماده در گستره وسیعی تنظیم کرد.

پروفسور کینگ هو



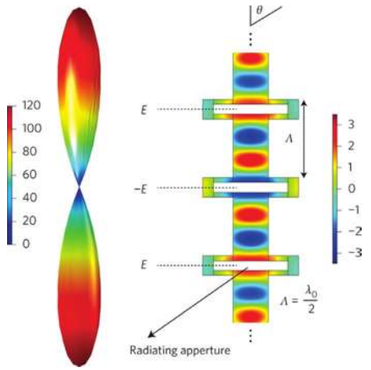
شکل ۲: شماتیک طراحی تازه لیزر سیم فوتونیکی تک جهته

حتما شما هم می‌خواهید بدانید چرا به این لیزرها آبشار کوآنتومی گفته می‌شود؟ در دیود لیزرهای نیمرسانا، الکترون و حفره پس از بازترکیب بی‌اثر می‌شوند و نقشی در تولید فوتون‌های بیشتر ندارند اما در یک لیزر آبشار کوانتومی تک‌قطبی، یک الکترون که در گذار میان دو زیرتراز یک فوتون گسیل می‌کند، می‌تواند به دوره‌ی بعدی این ساختار تونل‌زنی کرده و فوتون دیگری گسیل نماید. این روند در یک تک الکترون به گسیل چندین فوتون در گذر از درون ساختار این لیزر می‌انجامد و به همین دلیل به آن آبشاری گفته می‌شود. به همین دلیل است که بازدهی کوانتومی لیزرهای آبشاری بزرگ‌تر از یک و توان خروجی آن‌ها بزرگ‌تر از دیود لیزرها است.

ایجاد کرده‌اند. به هر حال تاکنون این ابزار یک مشکل اصلی داشته و به طور طبیعی تابش را در دو جهت متضاد گسیل می‌کرده است. از آن جا که در بیشتر کاربردهای تراهرتز لازم است تابش تنها در یک جهت گسیل شود لذا تا پیش از این، نصف انرژی در این ابزار به هدر داده می‌شد. اکنون علی خلعت‌پور یکی از دانش‌آموختگان پروفسور هو در دانشگاه MIT، به کمک دیگر همکارانش راهی یافته‌اند که بیشتر از ۸۰ درصد نوری که از انتهای لیزر خارج می‌شود را تغییر جهت بدهند و در جهت ایده‌آل منتشر کنند.

به گفته علی خلعت پور، فارغ التحصیل مهندسی الکترونیک و علوم کامپیوتر و نویسنده نخست مقاله منتشر شده در مجله Nature Photonics در سال ۲۰۱۷، این راهکار به محیط بهره و یا ترکیب مواد در ساختمان لیزر مربوط نیست و اگر بتوان در محیط بهره بهتری به کار برد، توان خروجی دو چندان می‌شود. در واقع در طراحی جدید این لیزر، بدون طراحی یک محیط بهره جدید، توان خروجی افزایش داده شده کار بسیار دشواری بوده است. در نظر داشته باشید که معمولا برای حتی ۱۰ درصد افزایش در توان خروجی، باید کارهای فراوانی بر روی هر یک از مفاهیم طراحی انجام گیرد. اما گسیل دو جهته و تک جهته چیست؟

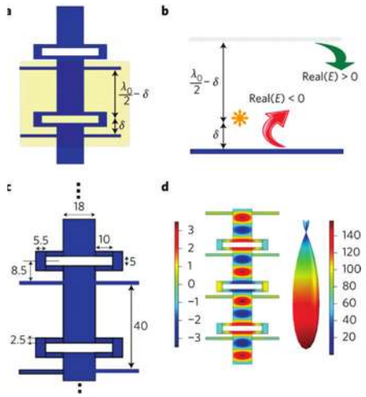
در حقیقت، گسیل دو جهته یا گسیل در دو جهت متضاد شکل رایج طراحی بسیاری از لیزرهاست. در



شکل ۳: توزیع میدان الکتریکی Ez (عمود بر صفحه و در واحد دلخواه) از یک لیزر با بازخورد توزیع شده درجه سوم برای مد دلخواه در شرایط تطابق فازی کامل متناظر با نمایه تابشی میدان دور (چپ)

لیزرهای معمولی به راحتی و با گذاشتن یک آینه در انتهای لیزر، فوتون‌های گسیل شده در جهت مخالف تغییر جهت داده و پرتو لیزری از آینه جلو خارج می‌گردد. اما طول موج تابش تراهرتز، بسیار طویل است و این لیزرهای جدید بسیار کوچک هستند به‌طوری که محققان به آن‌ها لیزرهای سیم فوتونیکی[۶] می‌گویند. در واقع بیشتر موج الکترومغناطیسی که در درازای لیزر منتشر می‌شود، خارج از جسم لیزر قرار دارد و قرار دادن یک آینه در انتهای لیزر تنها بخش کوچکی از انرژی کل موج را باز می‌تاباند. بنابراین نمی‌توان از روش معمول آینه عقب لیزر برای یک‌طرفه کردن گسیل لیزر تراهرتز استفاده کرد.

راه حل خلعت پور و همکارانش برای این مشکل، بهره‌برداری از ویژگی خاص طراحی این لیزرهای بسیار کوچک است. یک لیزر آبشار کوانتومی شامل یک خط الرأس مستطیلی دراز است که به آن موج‌بر گفته می‌شود. مواد در موج بر به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که با به کارگیری یک میدان الکتریکی، یک موج الکترومغناطیسی در درازای موج بر القا می‌شود و یک موج ایستاده ایجاد می‌کند. اگر یک موج الکترومغناطیسی را به شکل پیچ و تاب منظم بالا و پایین در نظر بگیریم، این موج در موج بر به سمت جلو و عقب بازتاب می‌شود چنان که فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌های موج پیش‌رونده کاملا با فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌های موج پس‌رونده مطابقت پیدا می‌کنند. یک موج ایستاده، ضرورتا درون موج بر است و به بیرون از موج بر تابش نخواهد شد. گروه پروفسور هو، شیارهایی را به طور منظم درون موج بر جای دادند تا موج تراهرتز بتواند به بیرون از موج بر تابش کند. مثل هنگامی که شما یک لوله دارید و یک سوراخ در آن درست کرده‌اید که آب می‌تواند از آن به بیرون رود. این شیارها چنان جای گرفته‌اند که امواجی که گسیل می‌شوند، فقط در طول محور موج بر یکدیگر را تقویت می‌کنند و در زاویه‌های دیگر نسبت به



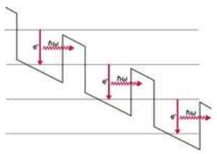
شکل ۴: مدل ساده برای بازخورد توزیع شده درجه سوم تک جهته a) میدان در یچه با نزدیکترین بازتابگرها برهمکنش می‌کند که به عنوان عامل جدید ابزار عمل می‌کند. b) یک مدل ساده که میدان در یچه را با چشمه نقطه‌ای (زرد) تقریب می‌زند که با بازتابگرهای نزدیک برهمکنش می‌کند. پیکان قرمز موج بازتابیده را نشان می‌دهد که با میدان تابشی عقب رونده، تداخل ویرانگر دارد. پیکان سبز موج بازتابیده را نشان می‌دهد که با میدان بازتابیده در جهت جلورونده تداخل سازنده دارد. c) اندازه‌ها در طراحی بهینه با بهره گیری از شبیه‌سازی تمام موج (واحد طول میکرومتر است) d) توزیع شبیه‌سازی شده برای Ez در واحد دلخواه (چپ) و متناظر با نمایه تابشی میدان دور (راست).

محور موج بر، امواج یکدیگر را خنثی می‌کنند.

برای دست‌یابی به این هدف، خلعت پور و همکارانش در این پژوهش بازتابگرهایی را پشت هر یک از این سوراخ‌ها در موج بر قرار داده‌اند. این گام را می‌توان با فرایند ساخت آمیخت و موج بر را تولید کرد. بازتابگرها پهن‌تر از موج بر هستند و چنان جای گرفته‌اند که تابشی را بازتاب کنند که موج تراهرتز را در یک جهت تقویت و در جهت دیگر حذف کند. بخشی از موج تراهرتز که در بیرون از موج بر قرار دارد، همچنان موج مخالف را پیرامون بازتابگرها می‌سازد اما ۸۰ درصد انرژی که در جهت نامناسب در موج بر خارج می‌شد، حالا در جهت مناسب قرار می‌گیرد.

این نوع خاص از لیزرهای آبشار کوانتومی با نام لیزر با بازخورد توزیع‌شده مرتبه سوم شناخته می‌شود و اکنون یکی از بهترین راه‌های تولید یک پرتو خروجی با کیفیت عالی است. برای یک طیف‌سنجی ایده‌آل می‌توان از توان خروجی تولید شده در این پژوهش و ترکیب آن با یک لیزر با عملکرد تک فرکانس بهره برد.

به عبارت دیگر در این پژوهش روند تازه‌ای برای دستیابی به گسیل تک‌جهته از لیزرهای با بازخورد



در لیزرهای آبشار کوانتومی، از بازترکیب الکترون در یک زیرتراز با حفره‌ی زیرتراز پایین‌تر و تونل‌زنی چندباره همان الکترون به لایه‌های پایین‌تر در یک ساختار چند لایه‌ای، چندین فوتون به صورت آبشاری گسیل می‌شوند.

6 Photonic wire lasers

خطی توزیع شده[7] ارائه شـــده است. در این روند با جای دادن بازتابگرهای یکپارچه[8] می‌توان در مقایسه با سیستم‌های با بازخورد توزیع شده معمولی، موج پیش‌رونده را افزایش داد و موج پس‌رونده را سرکوب کرد. چنان که می‌دانید پروفایل تابشی یک لیزر با بازخورد خطی توزیع شـــده از حاصل ضرب عامل آرایه[9] و عامل اجزا[10] به‌دست می‌آید.

به‌طور طبیعی متناوب بودن ســـاختار با بازخورد توزیع شده به متقارن شدن سیستم و مساوی بودن عامل آرایه‌ای هم در جهت پیش‌رونده و هم در جهت پس‌رونده منجر می‌شود. بنابراین تنها راه دست‌یابی به گســـیل تک‌جهته و نامتقارن آن است که یک عامل ابزار بســـیار نامتقارن طراحی و در سیستم وارد شـــود. در این جا لیزر آبشار کوانتومی تراهرتز به خاطر سادگی تنظیم‌پذیری طول‌موج بلندشان با موج‌برهای فلز-فلز با سطح مقطع ۱۰ میکرومتر (بسیار کوچک‌تر از طول‌موج ۸۰ میکرومتری لیزر) به عنوان زیرساخت لیزرهای سیم‌فوتونیکی انتخاب شدند. از طرف دیگر ساختارهای با بازخورد توزیع شده مرتبه سوم، برای در اختیار داشتن یک سیستم با پروفایل باریکه دو جهته مساوی، انتخاب شدند. به علاوه در این جا یک ساختار با بازخورد توزیع شده درجه ســـوم که با یک آنتن مجتمع میکرو نواری جفت شده، برای عملکرد بهتر در بازدهی شیب[11] و با بازدهی تابشی خوب ۵۷٪ در عملکرد تک مد انتخاب شده اســـت. در شکل ۳، یک آنتن متناوب جفت شده با ساختار با بازخورد توزیع شده، به همراه پروفایل تابشـــی دو جهته متقارن محاسبه شده، نشان داده شده است. در یک ســـاختار با بازخورد توزیع شـــده درجه ســـوم با تطابق فازی بی‌نقص، تناوب دقیقا برابر $\lambda_0/2$ است که λ_0 طول‌موج فضای آزاد این لیزر است. این لیزر را می‌توان با تابشگرهای توزیع‌شده با اختلاف فاز π میان دو تابشگر مجاور مدل سازی کرد که به یک پروفایل باریکه ثابت دو جهته می‌انجامد.

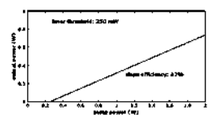
پیشـــرفت کلیدی مفهومی در ایـــن کار طراحی آگاهانه یک ســـاختار با اجزای نامتقارن است که عامل ابزار دوجهته را به یک عامل یک‌جهته تبدیل کند. دیاگرام و پروفایل کلی باریکه گسیلی محاسبه شده در شکل ۴ نشان داده شده است که در آن از برتری ویژگی‌های منحصربه فرد لیزرهای ســـیم فوتونیکی (انتشار بخش عمده مد در خارج از هسته جامد) بهره‌برداری شده است. فرکانس لیزر در یک لیزر ســـیم فوتونیکی مثل همین جا را می‌توان با دستکاری مد از خارج از هسته جامد تنظیم کرد. در اینجا نیز یک بازتابگر در سیستم به کار رفته است که می‌تواند بخش بزرگی از مد لیزر منتشرشونده را به بیرون از هسته جامد بازتاب کند. برای تک‌جهته شدن می‌توان این بازتابگر را در یک نقطه نامتقارن از این توری با بازخورد توزیع شـــده جای داد. در این دیاگرام، عامل ابزار را می‌تـــوان از میدان یک تک‌دریچه در حضور همه آن بازتابگرهای غیرفعال به دست آورد.

شبیه‌ســـازی نشـــان می‌دهد که میدان دریچه با بازتابگرهای نزدیک بـــه آن برهمکنش می کند. بنابراین بر پایه یک مدل ساده و برای درک کیفی، عامل ابزار جدید برابر میدان دریچه در حضور دو بازتابگر نزدیک‌تر به آن در نظر گرفته شده که در شکل ۴-الف نشان داده شده است. از نظر کیفی، دریچه ســـاختار با بازخورد توزیع شده که با آنتن جفت شـــده را می‌توان با یک چشمه چند جهته تقریب زد که به طور متقارن در دو جهت روبه جلو و عقب، گســـیل دارد. این بازتابگر در فاصله‌ی δ از دریچه هنگامی که $\delta<\lambda_0/8$ است، میدان دریچه را در مسیری بازتاب می کند که به صورت ویرانگر با تابش عقب‌رونده تداخل کند و سبب به وجود آمدن یک تابش ترجیحی جلورونده شود.

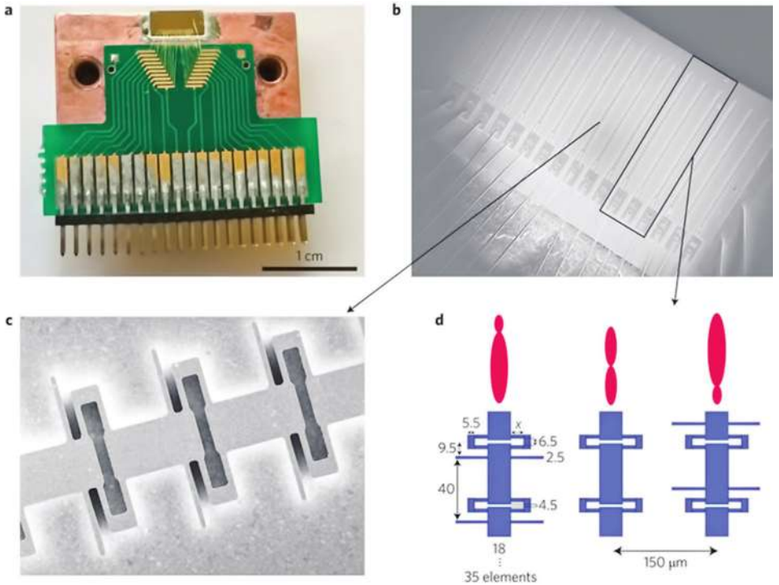
ضریب بازتاب میـــدان از خلاء بـــه دی‌الکتریک برای موج تخت با میـــدان الکتریکی عرضی برابر $r=(1-n)/(1+n)$ و $r<0$ اســـت کـــه به جابه‌جایی فاز ۱۸۰ درجه در فصل مشـــترک منجر می‌شود. جابه‌جایی فاز دیگر به خاطر مسیر رفت و برگشتی در فاصلـــه $\delta<\lambda_0/8$ ، کمتر از ۹۰ درجه اســـت و جابه‌جایی فـــاز کلی میان مـــوج بازتابش و تابش عقب رونده از دریچه ۱۸۰ تا ۲۷۰ درجه شـــده و موجب تداخل ویرانگر می‌شـــود. سازوکار کلی در مدل ســـاده‌ای که به‌کار رفته در شکل ۴-ب دیده می‌شـــود. این شبیه‌ســـازی روی یک ساختار ۳۵ ابزاره با بازخورد توزیع شده درجه سوم جفت‌شده با آنتن با پارامترهای نشان داده شده در شکل ۲-ج اجرا شده اســـت. فاصله بهینه بازتابگر از دریچه به شـــکل $\delta=8.5\,\mu m<\lambda_0/8=\Lambda/4$ اســـت که در آن Λ تناوب توری برای یک ساختار با بازخورد توزیع شده درجه سوم با تطابق فازی کامل و $\lambda_0\approx80\mu m$ است. نتایج شبیه‌سازی در شکل ۴-د نشان داده شده‌اند.

7 Distributed feedback
8 Monolithic reflectors
9 Array factor
10 Element factor
11 Slope efficiency

Slope efficiency
بازدهی شـــیب یک ویژگـــی مهم لیزر است که با رســـم کردن توان خروجی لیزر بر حســـب توان دمش ورودی به دست می‌آید. در بالای آســـتانه لیزر، منحنی حاصل معمولا به یک خط مستقیم نزدیک است. به شیب این خط، بازدهی شیب گفته می‌شود و به کمک آن می‌توان دربـــاره‌ی میزان اتـــلاف کاواک برای توان‌های مختلف فرودی اظهار نظر کرد. هنگامی بالای آستانه این منحنی خطی می‌شـــود که اتلاف اپتیکـــی برای همه توان‌های ورودی، یکســـان باقی بماند. گاهی این منحنی غیرخطی اســـت و در توان‌های ورودی بزرگ‌تر شیب کمتری دارد. این حالت که رد لیزرهای پرتوان بسیار رایج است، نشانگر افزایش اتلاف با افزایش توان ورودی است و اغلب ریشه حرارتی دارد. اگر منحنی توان خروجی بر حسب توان ورودی را با یک خط برازش کنیم و این خط را تا جایی برون‌یابی کنیم که محور توان ورودی را قطع کند، نقطه برخورد توان دمش آستانه برای آن لیزر خاص را مشخص می‌کند. با تعیین دمش آســـتانه‌ی لیزر به طور دوره‌ای از طریق نمودار بازدهی شـــیب، می‌توان فهمید یک لیزر چه موقع به بازسازی نیاز دارد. بازدهی شیب را می‌توان به طور مشابه بر حسب نسبت انرژی خروجی و ورودی به جای توان خروجی و ورودی تعریف کرد. این تعریف برای لیزرهای پالسی قابل استفاده است.



نمودار توان خروجی بر حســـب توان ورودی و تعیین توان دمش آستانه لیزر.



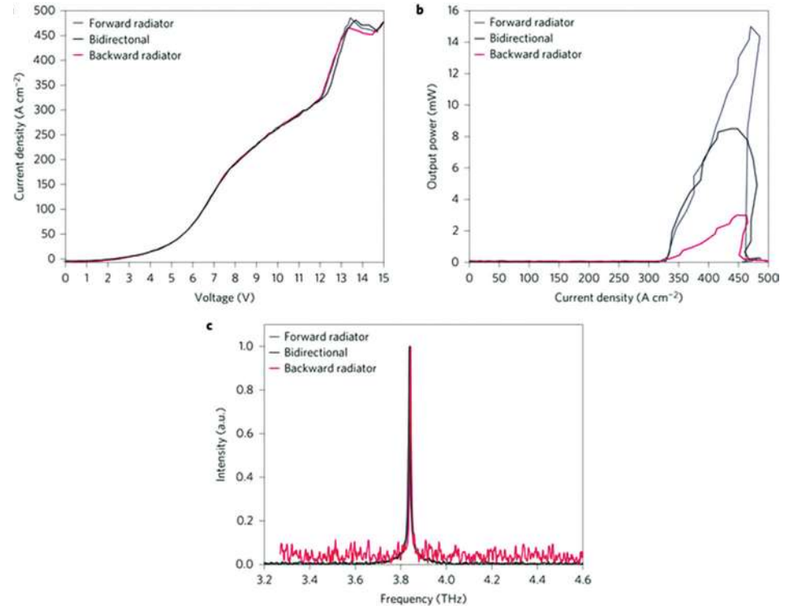
شکل ۵. استراتژی ساخت و اندازه‌گیری. a) آرایه‌ای از لیزرهایی با بازخورد توزیع شده درجه سوم با اتصال سیم‌های طلا به یک تراشه الکترونیکی برای اندازه‌گیری‌های تقریبا همزمان. b) تصویر آرایه‌های ساخته شده از سه‌تایی‌های با بازخورد توزیع شده. c) تصویر میکروسکوپ رویشی الکترونی از ابزار با بازخورد توزیع شده، سه تناوب را نشان می‌دهد. d) دیاگرام یک سه‌تایی با نمایه تابشی متناظر آن‌ها (همه ابعاد میکرومتری هستند).

به وسیله بازتابگرها عدم‌تقارن بزرگی در پروفایل تابشـــی ایجاد شده اســـت. در شبیه‌سازی عددی مشخص شد که طول بازتابگر پارامتر حساسی در طراحی نیست اما باید طولانی‌تر از طول آنتن دریچه باشـــد تا بتواند به عنوان اندازه بازتابگر در تداخل ویرانگر در جهت جلو رونده اثرگذار باشد. بر اساس یک شبیه‌سازی موج کامل، طول ۲۶ میکرومتر به عنوان طول بهینه مشخص شد. همچنین مشخص شده که لایه فلزی روی بازتابگر، اثری در تک‌جهته شـــدن تابش ندارد زیرا میدان الکتریکی بر شیار فلزی عمود بـــوده و جریان ســـطحی ناچیزی را ایجاد می‌کند.

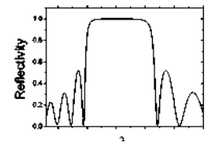
آرایه‌های گوناگونی از سه‌گانه‌هایی با بازخورد توزیع شده از این طراحی برای تایید تک‌جهت‌شدگی در پروفایل تابشی ساخته شده اســـت. هر یک از این سه‌گانه‌های با بازخورد توزیع شده شامل:

- یک بازتابگر در جای بهینه برای تابش در جهت

Distributed Bragg Reflectors
یک بازتابنده براگ توزیع شده (DBR) بازتابنده‌ای اســـت کـــه در موجبرها مانند الیاف نوری اســـتفاده می‌شـــود. این ســـازه از لایه‌های متنـــاوب مواد با ضریب‌شکست‌های متفاوت و یا با تغییر متناوب برخی از ویژگی‌ها (مانند ارتفاع) در یک موجبر دی‌الکتریک تشکیل شده است، که منجر به تغییرات دوره‌ای در ضریب شکست موثر در موجبر می‌شود. در مرز لایه‌ها، بازتاب جزئی از موج نوری رخ می‌دهد. برای امواجی که طول موج خلاء آن نزدیک به چهار برابر ضخامت نوری لایه‌ها است، بازتاب‌ها با یکدیگر تداخل سازنده می‌کنند و این لایه‌ها به عنوان یک بازتابنده با کیفیت بالا عمل می‌کند. به گستره‌ی طول موج‌هایی که منعکس می‌شوند، نوار توقف فوتونیکی گفته می‌شود. در این گســـتره از طول موج‌ها، نور متوقف شده و در این ساختار منتشر نمی‌شود.



شـــکل ۶، نتایج اندازه‌گیری برای یک تازخـــورد توزیع شـــده درجه ســـوم. a) اندازه‌گیـــری I-V بـــرای ســـه‌تایی با آنتنـــی به طـــول ۹/۵ میکرومتـــر. b) اندازه‌گیری‌های L-I. c) طیف فرکانسی لیزرها. تفاوت در فرکانس‌های لیـــزر کمتر از تفکیک ابـــزاری طیف‌ســـنج FTIR (۳/۷۵ گیگاهرتز) و واحدها دلخواه است.



بازتابندگی محاسبه شـــده برای یک ساختار با بازخورد توزیع شده بسته به نوع طراحی در یک گستره‌ی وسیع طیفی بسیار بالاست.

علی خلعت پور

دلخواه (بازتابگر جلو رونده)

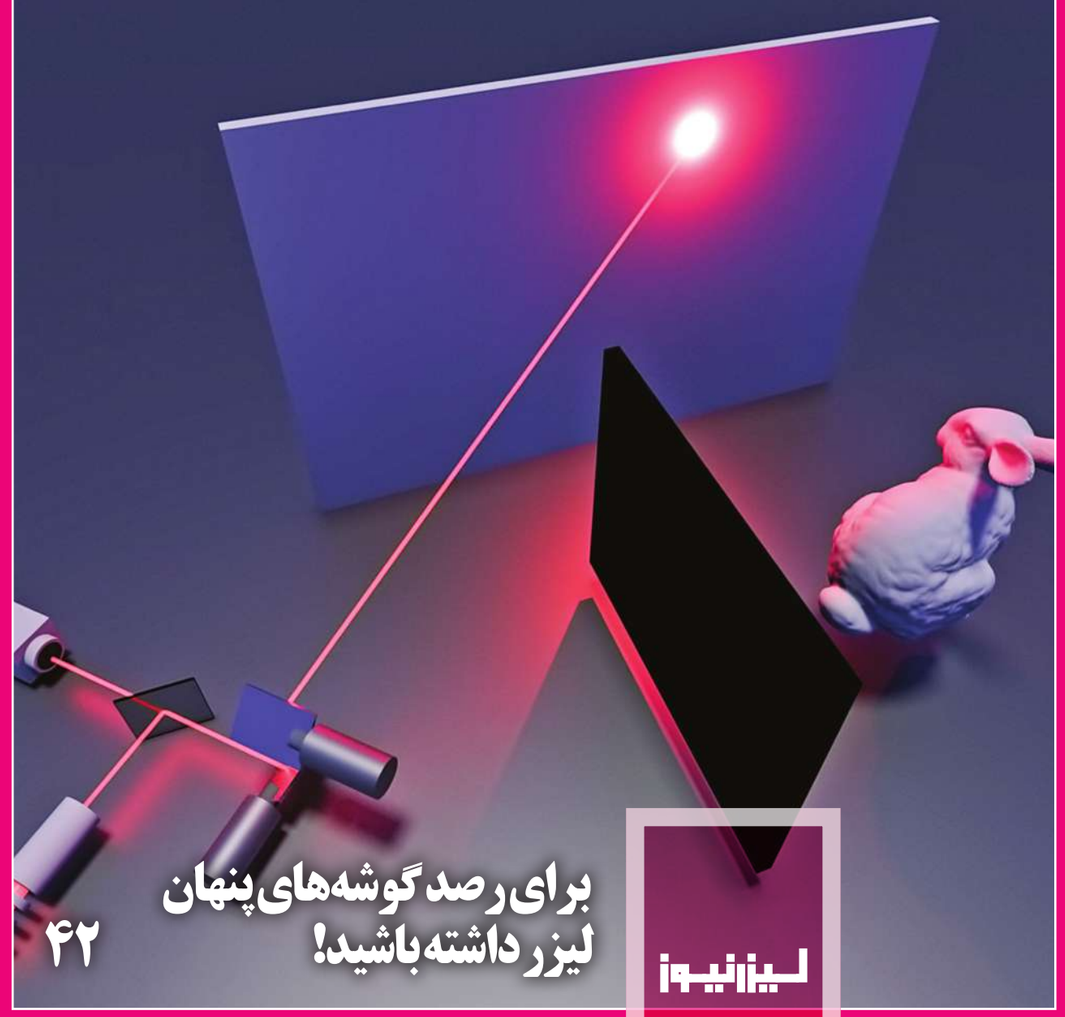
■ یک ابزار بازخورد توزیع شـــده با یـــک بازتابگر با اختلاف فاز ۱۸۰ درجه نســـبت به بازتابگری که در جهت جلو رونده تابش می‌کند (بازتابگر عقب رونده)

■ یک ابزار با بازخورد توزیع شده مرجع بدون بازتابگر با پروفایل تابشی دو جهته متقارن.

فاصله میان این سه لیزر خیلی کوتاه در نظر گرفته شده (۱۵۰ میکرومتر) تا تغییر در عملکرد ابزار که به خاطر افت‌وخیز ساخت ایجاد می‌گردد، کمینه شود. طول آنتن (که در شکل ۵ با نشان x داده شده است) از یک سه‌گانه به سه‌گانه دیگر متفاوت در نظر گرفته شد تا شرایط تطابق فازی بهینه نیز دست‌یافته شود.

در شکل ۶-الف) و ب) منحنی‌های ولتاژ- جریان تپی (I-V) و نور- جریان (L-I) برای یک ســـه‌گانه با بازخورد توزیع شده و یک آنتن به طول ۹/۵ میکرومتر نشان داده شده اســـت. اندازه‌گیری طیفی نشان می‌دهد که گســـیل تک- مد بـــرای این ســـه‌گانه در حدود ۳/۸۳ تراهرتز اســـت. فرکانس لیزر مشابه (کمتر از ۴ گیگاهرتـــز) و مشـــخصه‌های I-V تایید می‌کنند که افت‌وخیز ســـاخت از یک لیزر با بازخورد توزیع شـــده به دیگری، قابل چشم‌پوشـــی است. چگالی جریان‌های آســـتانه لیزر دادن برای این ســـه لیزر تقریبا برابر بوده است که نشـــان می‌دهد همه این ســـه لیزر اتلاف یکســـان برای تابش در آینه (α_m) داشـــته‌اند. از آن جا که این طراحی برای گســـیل جلو رونده انجام شـــده، توان بالاتری (تقریبا ۸ برابر بزرگتر) نســـبت به موج عقب‌رونده به دست آمده که نمایش کاملی از یک پروفایل تابشـــی تک‌جهته است. علاوه بر این در مقایســـه با تابش مرجع یک سیستم بازخورد توزیع شـــده، افزایش ۱/۸ در توان خروجی گسیل تک جهته حاصل شده است. بازدهی تابشی دســـت‌یافته شده ۰/۸۷% اســـت که بهبود خوبی نســـبت به عددهای گزارش شده قبلی است.

اطلاعات بیشتر در:
Nature Photonics/Online Published 2017, http://dx.doi.org/10.1038/nphoton.2017.129.



برای رصد گوشه‌های پنهان لیزر داشته باشید!

۴۲

لیزنیوز
LASERNEWS

۳۸ LGS سیستم ارتباطات لیزری زمین و فضا
۴۲ برای رصد گوشه‌های پنهان لیزر داشته باشید!
۴۶ کیوبیت‌های پرتوزا

لیزر نیوز
LASERNEWS

استفاده از لیزر برای ارتباط با ایستگاه فضایی بین المللی

LGS سیستم ارتباطات لیزری زمین و فضا

آزاده امیر احمدی
azadeamirahmadi@gmail.com

می‌توان گفت با ظهور مخابرات فضای آزاد نوری، جایگزینی مناسب برای مخابرات رادیویی در شرایطی که نیاز به پهنای باندی بالا وجود دارد معرفی شده است. در واقع این شاخه از مخابرات تحولی عظیم در صنعت ارتباطات راه‌دور ایجاد کرد و سبب شد تا خیل عظیمی از پژوهشگران و صنعتگران رو به این فناوری مدرن و تحسین برانگیز بیاورند و اکنون به فناوری روز و به شدت مورد بحث در مراکز تحقیقاتی مهم جهان بدل شود. بدین گونه مخابرات نوری فضای آزاد با سودمندی‌های فراوان خود نقطه عطفی را در ارتباطات به منحصه ظهور گذاشت.

لیزر و فوتونیک

سیستم ارتباطی بین ماهواره‌ها و زمین، به منظور تامین نیازهای ایستگاه فضایی بین المللی، توسط تیم «نوآوری‌های ال جی اس» عرضه می‌شود.(عکس از نوآوری‌های ال جی اس)

ماهواره زمین آهنگ

ماهواره زمین آهنگ ماهواره‌ای است که در مدار زمین آهنگ قرار دارد و دوره مداری آن با دوره گردش زمین یکسان است. این گونه ماهواره‌ها پس از هر زمان نجومی به موقعیت خود در آسمان باز می گردد. مزیت ماهواره‌های زمین‌آهنگ این است که نسبت به یک نقطه خاص بر روی زمین و نیز نسبت به ایستگاه‌های زمینی همیشه در یک محدوده از آسمان باقی می‌مانند. ویژگی مشخص ماهواره‌های زمین آهنگ این است که همیشه در یک نقطه خاص در آسمان باقی می‌مانند. بدین معنی که گیرنده‌های زمینی این ماهواره‌ها نیاز به جابه‌جایی نداشته و می توانند در یک جهت ثابت باشند. ماهواره‌های زمین‌آهنگ اغلب برای اهداف مخابراتی به کار می‌روند. شبکه زمین آهنگ نیز به شبکه‌ای مخابراتی گفته می‌شود که از مجموعه ماهواره‌های زمین‌آهنگ ساخته شده است.

ال‌جی‌اس یک شرکت فناوری در زمینه زیر ساخت‌ها و محصولات ویژه مخابراتی، و ارتباطات راه دور، شبکه‌های نوری و فوتونیکی، مسیریابی و سوئیچینگ و مدیریت طیف و برخی موضوعات مربوط به پشتیبانی دفاعی و اپراتورهای زیرساختی در هرندون، واشنگتون[1] است. به‌تازگی ال‌جی‌اس برای پشتیبانی از پروژه‌های زیر انتخاب شده است: تقویت سیگنال و نمایش آن در ارتباطات لیزری پایه در ناسا (LCRD)[2]، مدار نزدیک زمین (LEO)[3]، کاربری مودم‌ها و تقویت کننده‌ها (ILLUMA)[4]. برای این برنامه مسیریابی، گروه مذکور یک مودم فضای آزاد نوری (FSO)[5] را تولید خواهد کرد که درداخل ایستگاه فضایی بین المللی به پرواز در خواهد آمد و این اولین سیستم ارتباطی کاملا نوری خواهد بود که به بهره‌وری می‌رسد. مودم (ILLUMA) نیز به مخابرات لیزری فضای آزاد نوری و فناوری لیزر فیبری شرکت ال جی اس خواهد پیوست.

کوین کلی[6]، مدیر ارشد گروه نوآوری‌های LGS می گوید:« مودم تولیدی این گروه نه تنها برای ایستگاه فضایی یک نسل از پایانه‌های ارتباطی نوری مهیا می‌سازد، بلکه ما را قادر خواهد ساخت که اندازه و وزن را بهینه کنیم و سیستم‌های ارتباطی RF قبلی را تقویت کنیم. با افزایش بهره‌وری سیستم ارتباطات، ما به تسهیل تبادل سریع‌تر داده‌ها در جوامع علمی کمک خواهیم کرد. ما مفتخر به پشتیبانی ماموریت ناسا و ایجاد تحول در فن‌آوری فوتونیک هستیم.»

در برنامه ILLUMA از لیزرهایی جهت کدگذاری و فرستادن داده‌ها استفاده می‌شود که سرعت ارتباطات را ۱۰ تا ۱۰۰ برابر بالاتر از تجهیزات ارتباطی امروزی خواهد برد و به‌طور قابل توجهی مستلزم جرم وانرژی کمتری نسبت به سیستم‌های RF مشابه است. مودم‌های نوری گروه نوآوری‌های LGS، که در مدار ژئوستکرون(مدار زمین آهنگ) پرواز خواهند کرد، داده‌ها را از ایستگاه فضایی بین المللی ISS 7به زمین می‌فرستند و از طریق ماهواره LCRD ناسا برمی‌گردانند. مدار ژئوسنکرون (مدار هم‌گردش زمین یا مدار زمین‌هم‌زمان) به مدارهایی در دور کره زمین گفته می‌شود که

1 Herndon, VA
2 Laser Communication Relay Demonstration
3 Low-Earth Orbit
4 User Modem and Amplifier
5 Free-space optical
6 Kevin Kelly
7 International Space Station

سرعت زاویه‌ایِ چرخش ماهواره‌ها بر روی این مدارها با سرعت چرخش زمین برابر است. به عبارتی دیگر مدارهایی هستند که برای پیمودن مسیر کامل آنها به یک روز نجومی، (در حدود ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه و ۴ ثانیه) نیاز است. یکی از مهم‌ترین این مدارها مدار زمین‌ثابت است.

این قابلیت نوین انتقال داده‌های علمی ازایستگاه فضایی بین المللی را به میزان زیادی افزایش می‌دهد و بدین ترتیب متضمن ورودی و خروجی‌های متعدد ویدئویی با کیفیت فوق‌العاده بالا از زمین به فضا و از فضا به زمین خواهد بود.

تیم نوآوری‌های ال‌جی‌اس راه‌حل‌هایی برای مخابرات بی‌سیم، پردازش و تجزیه و تحلیل سیستم‌ها، شبکه مخابرات نوری، مسیریابی و تغییر مسیر، و مدیریت طیفی ارائه می‌دهد و دارای دفاتر نمایندگی در سراسر آمریکا و خارج از آن است و بیش از ۱۲۰۰ همکار، از جمله ۷۵۰ دانشمند و مهندس در سراسر جهان دارد.

امروزه در دنیا برای دستیابی به مخابرات نوری فضای آزاد تلاش‌های چشمگیری انجام می گیرد و دلیل این تلاش این است که مخابرات نوری فضای آزاد یک فناوری مقرون به صرفه با دسترسی به پهنای باند بالا می‌باشد. این فناوری با موفقیت‌های اخیری که از نظر تجاری به دست آورده، همچنان به طور روز افزون توجه محققان را به خود جلب می کند. این فناوری قادر است تا ارسال اطلاعات را با پهنای باندی مشابه مخابرات نوری فیبری که از فرستنده‌ها و گیرنده‌های مشابه بهره‌می‌برد فراهم آورد. برای این فناوری سه طول‌موج شناخته‌شده‌است که علاوه بر رایگان بودن، نسبت به امواج الکترومغناطیس ایمن هستند. بنابراین به دلیل بالا بودن نرخ داده، هزینه کم و همچنین طیف آزاد و بدون نیاز به مجوز از سازمان‌های تنظیم مقررات، «اف‌ای‌اُ»، راه حلی جذاب برای مساله فرسنگ آخر به نظر می‌رسد تا خلأی را که در حال حاضر میان کاربر نهایی و زیر ساخت فیبر نوری وجود دارد پر کند. همچنین ویژگی‌های منحصر به فرد این فناوری آن را برای سایر کاربردها هم جذاب کرده است. کاربردهایی از قبیل شبکه شهری، شبکه محلی و سازمانی که استفاده از آن به عنوان لینک اضطراری به هنگام حوادث طبیعی و غیره از این دست هستند.

منبع : تیم نور آوری‌های ال جی اس
https://www.lgsinnovations.com/lgs-innovations-develops-free-space-optical-modem-for-nasa-satellite-communications/

مدار نزدیک زمین

اشیاء در مدار نزدیک زمین در میان جو زمین و در زیر کمربند تشعشعی وان آلن داخلی قرار دارند. برای ماهواره‌ها، ارتفاع معمولاً کمتر از ۳۰۰ کیلومتر به دلیل حضور کشش جوی غیر عملی است. ماهواره‌ها باید حتی‌الامکان در نقطه‌ای از مدار زمین آهنگ قرار گیرند که اغتشاشات نیروی جاذبه زمین روی آن اثر کمتری داشته باشد. این مدار دایره‌ای شکل روی صفحه‌ای قرار دارد که از خط استوا می گذرد. در این حالت، سرعت زاویه‌ایِ ماهواره و زمین با هم برابر است.

ویژگی‌های مخابرات فضای آزاد نوری

مخابرات فضای آزاد نوری به عنوان راه حلی قابل اطمینان در شرایطی که پهنای باند بالا و لینکی بی سیم لازم است مطرح می‌شود. اما این نوع از مخابرات با چالش‌های عدیده ای مواجه است که کیفیت سیگنال دریافتی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. پدیده‌هایی از قبیل تضعیف و محوشدگی و نویزهای مخابرات نوری از جمله این چالش‌ها هستند. از آنجایی که احتمال خطا در گیرنده از اهمیت بالایی برخوردار است، محققان در صدد غلبه بر این چالش‌ها هستند، از طرفی از آنجا که بودجه توان از جمله منابع با ارزش در مخابرات است لکن استفاده هوشمندانه از آن امری حیاتی است.

برای رصد گوشه‌های پنهان لیزر داشته باشید!

آزاده امیراحمدی
azadeamirahmadi@gmail.com

شما نمی‌توانید خرگوش پولیشی خود را ببینید، اما لیزر پیکوثانیه‌ای حتما می‌تواند. در آزمایشگاهی در استنفورد، مهندسان یک شگفتی عجیب پدید آوردند؛ به‌این ترتیب که یک خرگوش پولیشی را پشت دیواری به‌شکل «T» قرار دادند و سپس توسط سیستم پیچیده‌ای از محاسبات و لیزرهایی که نور را با سرعت بالا پرتاب می‌کنند، توانستند خرگوش پنهان شده در پشت دیوار T شکل را مشاهده کنند.

بنابراین خودروهای خودران نیز در آینده می‌توانند از این قابلیت بهره‌مند شوند. از ایده پشت این تکنیک، که از مسیر پرواز فوتون‌های لیزر برای محاسبه شکل و موقعیت مکانی اشیا پنهان شده استفاده می‌شود، دست‌کم می‌توان برای مشاهده عابر پیاده خارج از محدوده دید استفاده کرد.

ایده مذکور خیلی هم جدید نیست؛ این سیستم به‌طورمشابه یک زمان بسیار بسیار دقیق را اعمال می‌کند که در آن «لیدار پرتابگر لیزر»[1] در خودروهای خودران استفاده می‌شود. «لیدار» با محاسبه بازه زمانی که همه فوتون‌ها از لیزر خارج شده و دوباره به دستگاه بازمی‌گردند، یک طرح سه بعدی از اطراف را می‌سازد و به‌این‌ترتیب به خودرو اجازه می‌دهد تا مسیر درست حرکت را پیدا کند. البته این تئوری ساده به‌نظر می‌رسد اما در عمل با مشکلات و دشواری‌هایی مواجه است.

اگر می‌خواهید بدانید که لیزر چگونه می‌تواند آن سوی دیوار را ببیند، این مطلب را دنبال کنید تا برایتان روشن شود. دو دیوار را در نظر بگیرید که به‌شکل «T» در کنار هم قرار گرفته‌اند. سپس آن‌ها را کمی از هم دور کنید و شیئی مانند یک خرگوش پولیشی را در قسمت پای «T» قرار دهید. اگر شما در قسمت دیگر پای «T» بایستید (جایی که عروسک دیده نمی‌شود)، شاید کمی ریسک داشته باشد، اما می‌توانید توپی را به سمت دیوار دیگر پرتاب کنید. اگر جهت پرتاب شما درست باشد، توپ از فاصله بین دو دیوار عبور کرده به دیوار افقی برخورد می‌کند و با همان زاویه به پای «T» برخورد خواهد کرد.

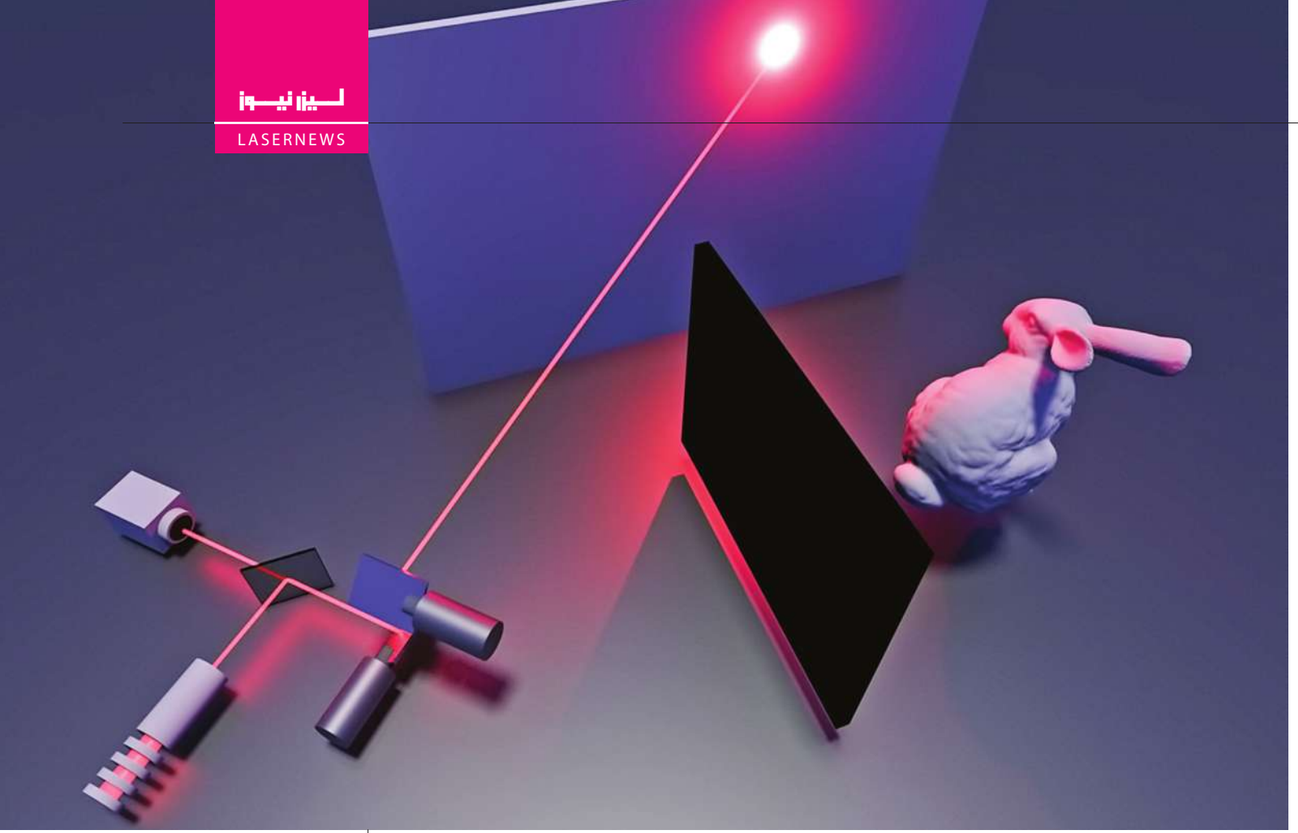
حال به جای پرتاب توپ، پرتوهای یک لیزر پیکوثانیه ای را جایگزین کنید که در هر ثانیه میلیون‌ها پالس را به‌سمت دیوار شلیک می‌کند. نور با زاویه‌ای به دیوار برخورد کرده و سپس به‌سمت خرگوشی که از دید ما مخفی است بازتابیده می‌شود و مجدد به سمت دیوار منعکس شده و به سمت ما باز می‌گردد. پالس‌هایی که به‌طرف لیزر بازتاب شده، توسط سیستم و الگوریتم تعریف شده‌ای می‌توانند یک تصویر سه بعدی از خرگوش پشت دیوار ترسیم کند.

اما چالش‌هایی هم وجود دارد. یکی از مشکلات این است که وقتی نور پرتاب شده از لیزر به دیوار برخورد کرده و به‌سمت پشت دیوار منعکس می‌شود، به‌طور متقابل به دیوار بازتاب شده و سپس به سیستم اصلی باز گردد، در واقع آنچه به سیستم بازگردانده شده از نظر محققان به‌اندازه‌ای ضعیف است که برای ترسیم شکل از طریق الگوریتم کافی نیست. بنابراین محققان برای تقویت نور بازگشت داده شده به سیستم، ناچار به‌استفاده از دیود تقویت کننده تک فوتون یا «اسپاد»[2] هستند تا بتوانند آن سیگنال ضعیف را تبدیل به سیگنال قابل استفاده کنند.

«گوردون وتزشتین»[3]، مهندس برق در استنفورد می‌گوید: «خانه‌ای را در نظر بگیرید که از کارت ساخته شده است. شما از داخل این خانه هیچ اطلاعاتی ندارید و نمی‌توانید هیچ اطلاعاتی از درون آن کسب کنید؛ در این جا یک تک فوتون هیچ کارایی‌ای ندارد اما وقتی وارد دیود ویژه «اسپاد» می‌شود، خروجی این دیود طوری عمل می‌کند که گویی یکی از کارت‌های زیرین این خانه کارتی را بیرون می‌کشد و کل خانه فرو می‌ریزد و هر چه درون آن است برای شما عیان می‌گردد.»

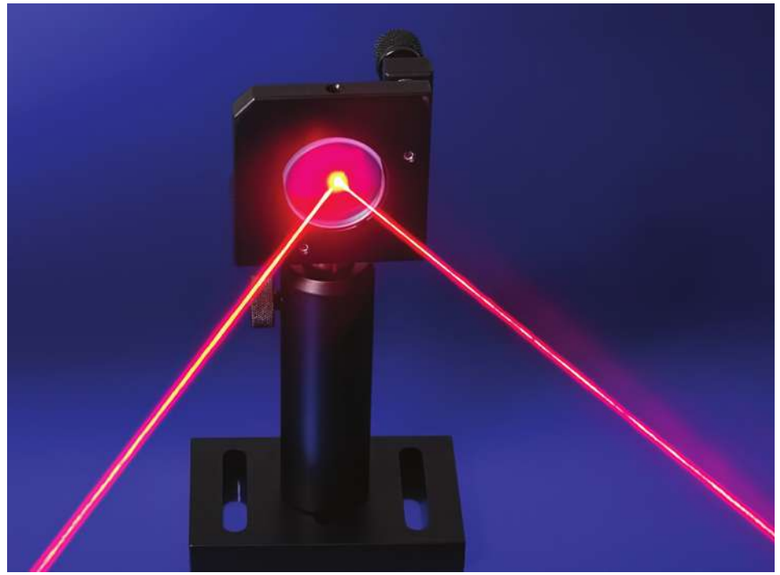
«دیوید لیندل»[4] از دیگر مهندسان برق استنفورد این‌گونه توضیح می‌دهد که با قراردادن این دیود در سیستم، حتی یک فوتون منفرد توانایی آن را دارد که منجر به یک فروریزی عظیم در جریان شود. و این همان اوج ولتاژ است که به مهندسین اجازه می‌دهد که بدانند فوتون‌ها چه زمانی بازگشته‌اند. گروه مذکور در این آشکارسازی، کار لیزری خود را بین ۷ تا ۷۰ دقیقه به‌پایان رساندند. این بازه زمانی به‌نحوه بازتابندگی لیزر بستگی داشت و در این زمان دیود «اسپاد» انعکاس‌های لیزری را بازبینی می‌کرد.

لیزر به عنوان یک فناوری مهم در خودروهای خودران در آینده نزدیک به کار گرفته خواهد شد. این خودروها از لیدار لیزری برای تشخیص موانع و اندازه گیری فواصل استفاده می کنند.



راه اندازی آزمایش، تصویرسازی خرگوش پنهان شده پشت دیوار با پرتاب پرتوهای لیزری(آزمایشگاه تصویرسازی محاسباتی در استنفورد)

1 laser-spewing lidar
2 spad
3 Gordon Wetzstein
4 David Lindell



سیستم هوشمندی که برای طراحی سه بعدی اشـیایی که خارج از دید هسـتند از لیزرها و الگوریتم‌ها بهره می‌بـرد. این خبـر می‌توانـد برای اتومبیل‌های خودران نویدبخش باشد.

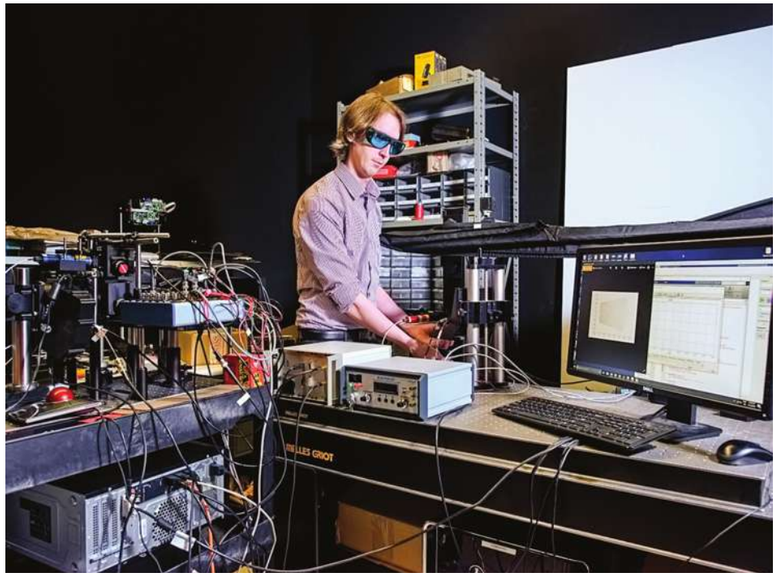
توضیحات فـوق درباره چگونگـی جمع آوری داده‌ها بود و نه نحوه ترسیم تصویر سه بعدی از شی مخفی شده. برای آن که بفهمیم چه چیزی پشت دیوار پنهان شده است، محققان باید مسیر همه پرتوهای نور را به‌دست آورند. بنابراین آن‌ها باید هندسه ی دیوار را نیز اسکن کنند. لیندل می‌گوید: «با درک این که دیوار کجاست، شما می‌توانید این بازسـازی را انجام دهید و تصویر سه‌بعدی شی پنهان‌شـده را به‌دست آورید.» هنگامی که این داده‌ها وارد دسـتگاه می‌شوند، الگوریتم شروع به‌کار می‌کند و تمام پارازیت‌ها را به‌طور کامل از بین می‌برد. منظور از پارازیت مواردی مانند نورهای محصور در اتاق است.

برای آنالیـز این داده‌ها، سیسـتم‌های قبلی از سخت افزار قدرتمند «اوبر»[5] استفاده می کردند که مستلزم صرف زمان طولانی بود. اما با استفاده از این پیکربندی جدید، مهندسـان می‌توانند تقریبا بلافاصله این کار را بر روی لپ تاپ انجام دهند. «لیندل» اذعان می‌دارد: «شما می‌توانید با فشار دادن یک دکمه لپ تاپ خود این تصاویر را تنها در عرض یک ثانیه پـردازش کنید. در حالی که قبل از ایـن، سـاعت‌ها زمان صرف می‌شد تا با استفاده از یک سخت‌افزار متمرکز و قدرتمند بتوانیم همین کار را انجام دهیم.»

این به‌خاطر بخشـی از سیستم راه انداز بود. در روش‌های قبلی، لیزر و آشکارسـاز نور در یک مکان قرار نمی گرفتند و سیسـتم مذکور غیر هم‌کانون بود. «آچوتا کادامبی»[6] که در قسمت تصویربرداری محاسـباتی موسسه تکنولوژی ماساچوست کار می کند، می گوید:«استفاده از روش هم‌کانون یک ایده جدیـد و غیرمنتظره اسـت که کار الگوریتم‌هـا را برای مشـاهده

5 uber

6 Achuta Kadambi



دیدن گوشه‌ها در آزمایشگاه؛ تصویر از «لیندا‌ایِ کیکرو»[6] از استنفورد

گوشه‌ها آسان می کند.»

کسـانی که بـر روی خودروهای خـودران کار می کنند به لیزرها وابسـته هسـتند، بنابراین منطقی اسـت که چنین سیسـتم‌های لیزری خـود را در آینده با این تکنولـوژی، برای دیدن گوشـه‌ها، ارتقا دهند. هر چند هنوز مشکلاتی وجود دارد؛ محققان باید قـدرت لیزر را افزایش دهند تا در نـور روز هم بتوانند عابـران پیاده را تشخیص دهند. در دنیای واقعی، فوتون‌ها، از هر نوع سطح نسـبتا یکنواخت‌تر از دیوارهای مورد استفاده در آزمایشگاه، بازتاب می کنند ؛ به‌علاوه شما نمی‌توانید هر دفعه به‌مدت چند دقیقه صبر کنید که ببینید آیا عابری پشت یک کامیون در حال عبور است یا خیر.

«متیو اوتول»[7] از استنفورد می گوید:«بزرگ‌ترین چالش این اسـت که وقتی نور بارهـا به اطراف منعکس می‌شـود، تعدادی از سـیگنال‌ها را از دست می‌دهیم. این مشکل به‌دلیل این واقعیت است که یک ماشـین متحرک باید اندازه گیری این سـیگنال‌ها را در زیر نور خورشـید و نیز در مسیرهای طولانی و در حال حرکت با سرعت‌های بالا انجام دهد.

با این حـال، این فنـاوری می‌توانـد آینده‌ای روشن، فراتر از خودروهای خودران داشته باشد. روبات‌هایی کـه در حال حاضـر در راهروهای بیمارستان‌ها و هتل‌ها قرار دارند، برای شناسایی افرادی که در گوشه‌ها قرار دارند، به‌خوبی با این سیستم کار خواهند کرد. این روش حتی می‌تواند در دسـتگاه‌های پزشـکی مانند آندوسکوپ‌ها مورد اسـتفاده قرار گیرند و یا فقط جهت یافتن خرگوش پوشالی که پشت دیوار پنهان شده است، استفاده شود.

7 Matthew O'Toole

از علم تا ثروت
LASERTECH

زیبایی با فناوری لیزر: از کلینیک تا خانه ۵۸

سرعت‌سنجی با لیزر ۴۸

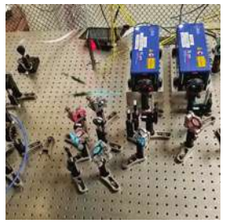
ساخت اولین‌ها در دنیا ۵۴

زیبایی با فناوری لیزر: از کلینیک تا خانه ۵۸

به دام انداختن و سرد سازی ایزوتوپ پرتوزای باریوم-۱۳۳ یک سیستم جذاب برای رمزگذاری اطلاعات کوانتومی است

کیوبیت‌های پرتوزا

فاطمه کبیری
ftm_kabir@yahoo.com



راه اندازی لیزر برای سردسازی هر ایزوتوپ از یون‌های اتمی باریوم.

به‌کاربردن یون‌های به دام‌افتاده و سردشده با لیزر، انتخابی رایج برای ایجاد بیت‌های کوانتومی[1] است. در حالت ایده‌آل انتظار این است که ساختار داخلی این یون‌ها هم اجازه دست‌کاری‌های متعدد در حالت‌های آن ها و هم گذارهای ناشی از سردسازی لیزری برای طول موج‌های مرئی را بدهد؛ اما تنها یون باریوم-۱۳۳ است که هر دوی این معیارها را برآورده می‌کند. مسئله این است که باریوم-۱۳۳ پرتوزاست و نیمه‌عمر این عنصر در حد ده سال و نیم است. این بدین معنا است که فرآیند مورد نظر به‌طور طبیعی اتفاق نمی‌افتد. محققان دانشگاه کالیفرنیا، لس‌آنجلس، برای نخستین بار موفق شدند تا یون باریوم-۱۳۳ را که با روش مصنوعی ساخته شده به دام انداخته و سرد کنند. این تیم هم‌چنین این یون را طیف‌سنجی کرده‌اند که جزئیات این طیف برای به‌کارگیری در تهیه و دست‌کاری حالت‌های کیوبیت چنین یون‌هایی مورد نیاز است.

باریوم-۱۳۳ یک عنصر قلیایی است بنابراین حالت یونیزه آن یک الکترون تنها در پوسته بیرونی خود دارد بنابراین دارای حالت‌هایی مشابه هیدروژن است.

یکی از ویژگی‌های درونی آن داشتن اسپین هسته ½ است که اصطلاحا به آن «حالت ساعت»[2] را می‌دهد؛ این حالت در برابر نویز ناشی از میدان مغناطیسی پایدار است. علاوه براین، گذارهای سردکننده اجازه استفاده از طول موج مرئی لیزر و سایر دستگاه‌های اپتیکی را می‌دهد. برای بهره‌گیری از خواص ایده‌آل باریوم-۱۳۳ دیوید هوک و همکارانش روش به دام انداختن و سردسازی یون‌ها را توسعه دادند. آن‌ها کار خود را با یک نمونه جامد مصنوعی غنی شده با ۲درصد از باریوم-۱۳۳ و با استفاده از لیزر و یک تله یونی با بیش از ۱۰۰ یون باریوم شروع کردند. به علت غلظت پایین آن می‌توان گفت تنها یکی از این یون‌ها باریوم-۱۳۳بود و بیشتر یون‌های دیگر باریوم ۱۳۲ بودند. اما مسئله امیدبخش این است که امکان استفاده از پرتوهای لیزری برای سردسازی باریوم ۱۳۳ وجود دارد، این پرتوها همزمان باریوم-۱۳۲ و دیگر ایزوتوپ‌های ناخواسته را برانگیخته می‌کنند که باعث می‌شود آن‌ها از تله فرار کنند. به وسیله همین تصفیه‌ایزوتوپی محققان توانستند به‌طور دقیق طیف یونی باریوم-۱۳۳ را محاسبه کنند.

1 Quantum bits

2 Clock states

دوربین پلاک خوان کارابین

معرفی شرکت پویافن آوران کوثر

سرعت‌سنجی با لیزر

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

از سال ۱۳۹۱ موضوع شـرکت‌های دانش‌بنیان قوت گرفت. معاونت علمی وفناوری ریاست جمهوری کارگروهی برای شناسایی شرکت‌های دانش‌بنیان تشکیل داد. از ۷۰ شرکتی که در مرحله اول مطرح شدند، نام شرکت پویا فن‌آوران کوثر در رده چهلم این لیست قرار داشت. به همین دلیل، از جمله اولین شرکت‌های دانش‌بنیان محسوب می‌شود. اهداف کلی از تاسیس این شرکت، ایجاد و توسعه دانش بومی، پیاده‌سازی دانش آکادمیک در صنعت، اشتغال نیروهای جوان، ورود به بازار تولید صنایع هایتک، توسعه بازار سیستم‌های حمل و نقل هوشمند(ITS)، حرکت در لبه تکنولوژی در حوزه‌های مربوطه و در نهایت سود فردی و اجتماعی بوده است.

آغاز به کار

شـرکت پویا فن‌آوران کوثر در ۲۹بهمن ماه سـال ۸۵ توسط ۵ نفر از فارغ التحصیلان دانشگاه تهران و شـریف به ثبت رسـید و در پارک علم و فناوری دانشگاه تهران تاسیس شـد. حوزه اصلی فعالیت پویا فن‌آوران کوثر، سیستم‌های مبتنی بر پردازش تصویر است. به این مفهوم که، کامپیوترها به صورت سه بعدی و با استفاده از اختلاف منظر، تصاویری را درک و ثبت کنند که چشم انسان قادر به درک آن است. از این فناوری در این شرکت و در دستگاه‌های سرعت‌سنجی و پلاک‌خوانی به استفاده شده است. این شرکت، فقط پردازش تصویر بسنده نکرده و در راستای انجام این پروژه ها، طراحی نرم‌افزارهایی را نیز در کارنامه خود دارد. ایـن نرم‌افزارها به صورت سامانه جامع در اختیار مشتری قرار می گیرد.

شکل گیری ایده اولیه

مؤسسـین این شـرکت در قـدم اول، طرح‌های پیشـنهادی خود را به مراکز مختلف ارسال کردند. یکی از ایـن طرح‌های پیشـنهادی، نصب دوربین سرعت‌سـنج روی خودروها بود. به صورتی که هر خودرو، به گشت نامحسـوس تبدیل شود. دراین بین ناجا، مناقصه‌ای به منظور خرید از شرکت‌های تولیدکننده داخلی این نوع دوربین‌ها، برگزار کرد و با شرکت‌های موجود در مناقصه، برای نمونه‌سازی قرارداد بست. در نهایت، قرارداد اصلی با پویافن‌آوران کوثر بسته شد.

ساختار شرکت

ایـن شـرکت توسـط آقایـان حسـین توحیدی(مدیرعامـل)، علیرضـا سـجودی حقیقی(رئیس هیئت مدیره)، محمود تلافی نوغانی، محمدامین کاویانی و امیر حسـین‌زاده راه‌اندازی شد. این افراد فارغ التحصیلان رشته‌هایی همچون فیزیک، الکترونیک، مکاترونیک و مدیریت هستند. به جز هیئت- مدیره، افرادی مانند آقایان پاک‌نیت و رحیمی نیز جزء ستون‌های اصلی شرکت می باشند و به طور کلی، ۳۵ نفر به صورت پاره‌وقت و تمام‌وقت در شـرکت مشـغول به فعالیت اند. این شرکت از بخش های مختلفی تشـکیل شـده که به شرح آن می‌پردازیم.

بخش اول مدیریت است؛ در این بخش سعی شده مدیران، خود صاحب دانش باشـند. زیـرا یکی از مشکلات عمده شرکت‌های دانش بنیان این است که از افـراد متخصص و یا مدیـران صاحب دانش، کمتر استفاده می کنند. این موضوع باعث می‌شود این شـرکت‌ها برای حضور در کشورهای خارجی دچار مشکلات زیادی شوند.

واحد نرم‌افزار از دیگر بخش‌های این شرکت است. این قسمت هسـته اصلی تحقیق، توسعه و دانش شرکت است. در هر پروژه‌ای، ماژول‌های نرم‌افزاری مورد نیاز توسط این بخش توسعه داده می‌شود.

قسمت دیگری که در این شرکت مشغول فعالیت است، واحد الکترونیک و مکانیک است. نرم‌افزارها احتیاج به سـخت افزار دارند. به طور مثال بردهای مختلف کنترلی، تامین جریان و هوسینگ در این

واحد طراحی و تولید می‌شوند. این طراحی به صورتی است که سیســـتم بعد از نصب و راه اندازی در مکان مورد نظر، به طور خودکار بتواند نواقص و مشکلات خود را رفع کند.
قسمت آخر، واحد تولید است. از آنجایی که یکی از محصولات این شـــرکت به تولید انبوه رسیده است، تصمیم هیئت مدیره بر آن شد که خط تولید خوبی راه‌اندازی شود تا نیاز بازار را پاسخ گو باشد. مسئولیت این بخش، هماهنگی بخش‌هـــای مختلف، تامین ،تولید، مونتاژ و تست نهایی محصول است.

محصولات و ویژگی آن‌ها

محصـــولات ایـــن شـــرکت در دو طیـــف مختلف تصویربرداری انجام می‌دهد. یک تصویر در سامانه مادون قرمز، برای اهدافـــی همچون پلاک‌خوانی و تصویر دیگری نیز در طیف مرئی و به صورتی رنگی گرفته می‌شود. یکی از محصولات این شرکت، سامانه پلاک‌خوان و ثبت تخلف با نام تجاری کارابین است. این دوربین یک سخت افزار جامع و واحد دارد. اجزای آن شامل، دوربین های رنگی، دوربین IR و مدارهای الکترونیکی است. دوربین قابلیت پردازش تصویر به صورت کنترلی و پاوری را دارد. همچنین سیستم نورپردازی برای تصویربرداری از پلاک ماشین یکی از خصوصیات این دســـتگاه است . دستگاهی دیگر به نام سامانه سرعت‌ســـنج و پلاک‌خوان استقراری سه بعدی در این شرکت طراحی و تولید شده و این سیستم کاملا بومی بوده و بر مبنای نمای سه‌بعدی طراحی شـــده اســـت. از دیگر محصولات شرکت، سیستم سرعت‌سنج و پلاک خوان خودرویی با نام ره بین اســـت. این سیســـتم بر روی خودرو نصب شده و در حالت متحرک و ایســـتاده قادر به انجام سرعت‌ســـنجی و رهگیری خودروهای در محدوده دید سیستم به صورت تشخیص اتوماتیک یا انتخاب دســـتی می‌باشـــد. از محصولات مهم این شرکت

سامانه سرعت‌سنج لیزری اســـت. این سامانه یک سیستم سرعت‌سنج مبتنی بر فناوری لیزر می‌باشد. این دســـتگاه به صورت پرتابل برروی ســـه پایه در کنار گذرگاه‌ها قرار گرفته و در انواع مدهای دستی و اتوماتیک اقدام به ثبـــت و گزارش گیری از تخلف ســـرعت غیرمجاز می کند.. بدین منظور لازم است که کاربر از طریق دســـته منصوب بر پایه دستگاه، خودروی مورد نظر را در وســـط کادر مربوطه قرار داده و تفنگ لیـــزری از طریـــق اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت اشـــعه مادون قرمز، فاصله و سرعت خودروی مورد نظر را اندازه گیری می‌نماید. سیستم پلاک‌خوان پارکینگی و ســـامانه تخمین حجم بار و ثبت تردد نیـــز از دیگر محصولات شـــرکت پویا فن‌آوران کوثر محسوب می‌شود.

رقابت با محصولات خارجی

محصولات این شـــرکت از دو بُعد فنی و قیمتی با محصولات خارجی موجود در بازار قابل رقابت است. از بعد فنی به دلیل بومی ســـازی دستگاه و قابلیت کاراکترخوانی فارسی، نسبت به دستگاه‌های خارجی برتری دارد و در زمینه دقت در سرعت‌ســـنجی در تست‌های انجام شده بسیار مورد قبول بوده و از لحاظ قیمت نیز، با همان امکانات، دستگاه خارجی قیمتی چند برابر نسبت به دستگاه ساخت این شرکت دارد.

خدمات به مشتریان

خدمات پس از فروش شـــرکت به صـــورت کاملا سیستماتیک و متشکل از ۳ تیم متخصص می‌باشد که تحت نظـــر مدیریت واحدی عمـــل می‌نمایند. اعضـــای تیم شـــامل متخصصیـــن نرم‌افـــزاری و ســـخت‌افزاری می‌باشـــند که به همه مشتریان در سراسر کشور خدمات‌رسانی می کنند.
اطلاعات تمامی فعالیت‌های خدماتی و تعمیراتی محصولات بـــه تفکیک هر محصول یا ســـامانه در پایگاه داده ثبت می گردد و پس از تحلیل و پردازش اطلاعات، تصمیم مقتضی صورت می‌پذیرد.

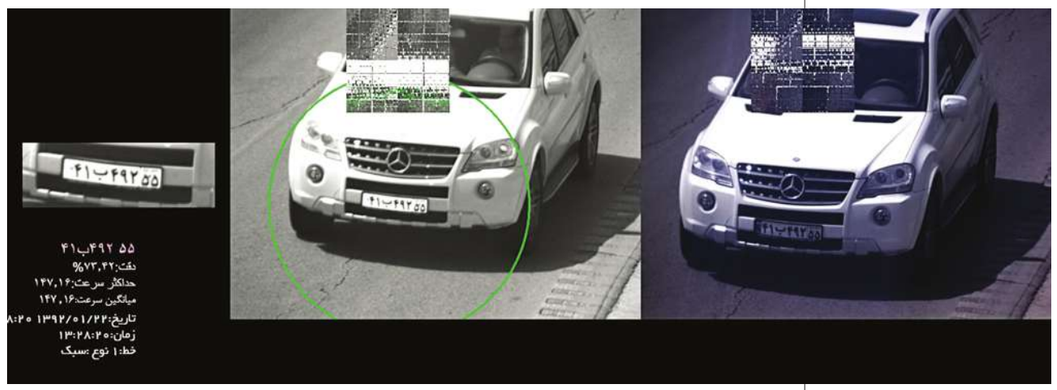
به علت طراحی ساده محصولات، ابتدا کاربر به صورت تلفنـــی راهنمایی می گردد و در صـــورت عدم رفع مشکل، امور نرم‌افزاری به صورت اینترنتی، پیگیری و رفع می گـــردد و در صورت نیـــاز، تیم متخصص نرم‌افزاری و سخت‌افزاری اعزام می‌شود.

نحوه بازاریابی

مدیرعامل شرکت در این‌باره می گوید:«برای مدتی، شرکت ما به صورت پروژه محور عمل می کرد. مانند پروژه سرعت‌ســـنج خودرویی. یعنی بـــه ما پروژه معرفی می‌شـــد و ما انجام می‌دادیم. به همین علت این شرکت در بازار با این عنوان که کارهای سخت علمی را انجام می‌دهد، معرفی شده بود. ولی در آمد شرکت خوب نبود. برهمین اساس تصمیم گرفتیم شرکت را به سمت محصول محور شدن، سوق دهیم. یعنی محصولات خود را به نحوی تولید می کنیم که شرکت‌های همکار به جای خرید از محصول خارجی

سیستم
سرعت سنج مستقر

خروجی دستگاه پلاک خوان



از ما خریداری کنند و پروژه انجام دهند. مشتریان ما بیشتر از شهرداری، راهداری و پلیس‌های راهور هستند.»

شرکت در پروژه ملی

در ایران متاسفانه آمار سوانح رانندگی در جاده‌ها بسیار بالاست. به طوری که ۵درصد از سود تولید ناخالص ملی هزینه این موضوع می‌شود. در ده سال اخیر، حدود ۲۰۰دوربین سرعت‌سنج توسط وزارت راه و ۲۰۰ دوربین توسط پلیس در جاده‌ها نصب شده بود. دوربین‌های منصوب وزارت راه به دلیل ایراد قراردادی هیچ کدام فعالیت نداشت. تعدادی از دوربین‌های پلیس نیز دچار نقص بود. به همین دلیل، دولت پروژه‌ای به نام هوشمندسازی جاده‌های سراسر کشور تعریف کرد و اجرای آن به عهده ستاد اجرایی فرمان امام(ره) گذاشته شد. در این پروژه حدود ۱۸۰۰ دوربین در جاده‌ها نصب شد و این شرکت نیز در این پروژه حضور داشت.

فعالیت پژوهشی

شرکت‌های دانش بنیان اغلب زمینه پژوهشی و تحقیقی گسترده‌ای دارند در سال ۲۰۰۹ میلادی، این شرکت پروژه خودرویی خود را به صورت مقاله در کنفرانس ماشین ویژن آمریکا ارائه داد.

حمایت های دریافت شده

این شرکت از سال ۹۲، از تسهیلات ویژه شرکت‌های دانش‌بنیان بهره‌مند شد. یکی از این تسهیلات، لیزینگ است که پول به طور مستقیم به شرکت تولیدکننده داده نمی‌شود بلکه به شرکت طرف قرارداد تعلق می‌گیرد. این حمایت برای شرکت تولیدکننده بسیار مفید است.

افتخارات

این شرکت موفق به اخذ گواهینامه‌هایی همچون، گواهینامه استاندارد اتحادیه اروپا(CE) برای سامانه ثبت تخلف کارابین، گواهینامه توانمندی فناورانه برای سامانه ثبت تخلف کارابین از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، گواهینامه تولید و ارائه قطعات و ملزومات و تولید و پشتیبانی نرم افزارهای سفارش مشتری از شورای عالی انفورماتیک و دریافت جواز تاسیس واحد فنی و مهندسی از وزارت صنعت، معدن و تجارت شده است.

پویا فن‌آوران کوثر از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تاییدیه در زمینه تولید کالا و خدمات به‌عنوان شرکتی دانش‌بنیان را دارد. همچنین از این معاونت و ریاست بنیاد ملی نخبگان اعتبارنامه پژوهش و نوآوری را دریافت کرده است. این شرکت در فهرست شرکت‌های تایید صلاحیت شده در بخش دوربین ثبت تخلفات سرعت و ترددشماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور، فهرست شرکت‌های پیمانکاری تایید صلاحیت‌شده معاونت حمل و نقل ترافیک شهرداری تهران در دسته سیستم‌های هوشمند، در بین ۱۴ شرکت برتر حوزه فناوری اطلاعات با پتانسیل صادراتی از جانب معاونت علمی وفناوری ریاست جمهوری وبنیاد ملی نخبگان و ۱۰۰شرکت برتر کل کشور قرار گرفته است. این شرکت حضور در Vendor List وزارت نفت، وزارت نیرو و قرارگاه خاتم‌الانبیا در بخش حفاظت الکترونیک را نیز در کارنامه خود دارد.

شرکت پویا فن‌آوران، تقدیرنامه‌هایی از فرماندهی نیروی انتظامی و از دو دوره جشنواره نوآوری و فناوری دانشگاه تهران(جایزه شهید دکتر چمران) دریافت کرده است.

محصول کارابین در سال ۱۳۹۵ در سی‌امین جشنواره بین‌المللی خوارزمی به عنوان طرح برگزیده مطرح شد. در دهمین برگزاری دوره این جشنواره،رتبه اول طرح‌های پژوهشی نیز به محصول سرعت سنج خودرویی بر اساس پردازش تصویر تعلق گرفت.

چالش‌ها

آقای توحیدی مدیرعامل شرکت این گونه از مشکلات می‌گوید: به نظر من فضای اقتصاد ما فضای دانش‌بنیان نیست. به همین دلیل بسیاری از شرکت‌های دانش‌بنیان متضرر می‌شوند. علاوه براین، این نوع اقتصاد باعث فرار نخبگان و افراد متخصص می‌شود. چون اکثر این افراد با این وضعیت درآمدی نمی‌توانند رفاه مالی داشته باشند.

از دیگر مشکلات دانش‌بنیان‌ها نحوه مدیریت سفارشات است. به طور مثال ارگان‌های دولتی در اسفندماه به دوربین‌های ما احتیاج پیدا می‌کنند. تعداد سفارشات آن‌ها در این وقت از سال، فقط از خارج تامین می‌شود. این سفارشات باید در زمان بهتری به دست ما برسد.

مشکل دیگر ما نوسانات ارزی است. درآمد ما از فروش محصولات به صورت ریالی است. اما به دلیل خرید یک سری محصولات اولیه از شرکت‌های خارجی، پول مصرف شده به صورت دلاری است. با بالارفتن پی در پی دلار، ضرر شرکت بسیار بیشتر می‌شود.

در آخر نیز باید به عدم وصول مطالبات از ارگان‌های دولتی اشاره‌ای داشته باشم. متاسفانه نهادهای دولتی با دیرکرد بسیار زیادی دستمزد پیمانکار را می‌دهد و این کار بعضی از شرکت‌های دانش‌بنیان را به سمت ورشکستگی می‌برد.

گام‌هایی برای آینده از زبان اعضای شرکت

محصول ما در حوزه دوربین‌های سرعت‌سنج به بلوغ رسیده است. به عنوان شرکت دانش‌بنیان باید محصولات دیگری نیز تولید کنیم. یکی از محصولاتی که در نظر داریم برای مدیریت ترافیک است. این دوربین مد نظر، در تشخیص حوادث رانندگی، تشخیص سطح ترافیک، کمک به روان‌سازی ترافیک کاربرد دارد. همچنین به دلیل این که حوزه پردازش تصویر بسیار پرکاربرد است در زمینه کنترل کیفیت محصولات در کارخانه‌ها نیز برنامه‌ای در دست داریم.

با توجه به اینکه استاندارد CE اروپا را دریافت کرده‌ایم، برای محصولات به بلوغ رسیده خود تصمیم داریم در بازارهای جهانی حضور پیدا کنیم.

در آخر اعضای شرکت این مجموعه را بسیار موفق می‌دانستند. اما جای پیشرفت، رشد و توسعه زیادی را نیز برای خود در نظر گرفته‌اند. اعضای این شرکت دلیل این موفقیت را فضای بسیار صمیمی بین اعضا می‌دانستند.

تقدیرنامه خوارزمی

عیارسنج و آنالایزر فلزات گرانبها

به‌عنوان یک محصول شرکت آشکار پرتو پویا، فناوری و فرآیندی که آنالایزر بر مبنای آن عیار طلا را تعیین می‌کند، مطمئن، سریع و کاملا غیر مخرب است. همچنین علاوه بر طلا، آنالایزر قابلیت تحلیل و عیارسنجی قطعات ساخته شده از سایر فلزات گران بها همچون نقره، پلاتین، پلادیوم و رودیوم را دارد. به واسطه عملکرد پایدار و دقت بالای این دستگاه، می‌توان چندین بار تست را تکرار نمود. این محصول برای سازندگان طلا، تامین کنندگان، تصفیه کنندگان، پالایندگان طلا مناسب و مفید است.

شرکت دانش‌بنیان آشکار پرتو پویا

ساخت اولین‌ها در دنیا

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

تاسیس شرکت و اهداف آن

شرکت دانش‌بنیان آشکار پرتو پویا در تاریخ ۲۰ بهمن ۱۳۹۲، به‌ثبت رسید. این شرکت با هدف تولید دانش و فناوری‌های پیشرفته در زمینه آنالیز عنصری، آشکارسازی پرتوی و تجهیزات اکتشافی موادمعدنی و نفت و ...در پارک علم و فناوری امام خمینی (ره) شکل گرفت. شرکت آشکار پرتو پویا علاوه بر ساخت دستگاه عیارسنج و آنالیزور فلزات، طراحی و ساخت دستگاه‌های ارائه‌دهنده آنالیز عنصری با استفاده از پرتوهایی همانند ایکس، آشکارسازنده‌ی پرتوهای پرانرژی و مواد، دستگاه‌های اسپکترومتری و طیف‌سنجی طیف گسترده‌ای از پرتوهای الکترومغناطیسی و تابش ذره‌ای، دوربین‌های صنعتی و پزشکی مبتنی بر اشعه ایکس، پرتوهای نوترونی و نور مرئی به‌منظور عکس‌برداری یا فیلم‌برداری‌های دوبعدی و سه‌بعدی، ارتقاء سیستم‌های رادیوگرافی آنالوگ به دیجیتال و هم‌چنین طراحی و ساخت ابزار و ادوات شناسایی و اکتشاف مواد معدنی و نفت و عناصر ارزشمند مبتنی بر پرتوها را در کارنامه خود دارد. مدیرعامل این شرکت، آقای محمد جواد اسماعیل زاده است.

حوزه‌های فعالیت و ساخت تجهیزات

حوزه اصلی فعالیت شرکت دانش‌بنیان آشکار پرتوی پویا استفاده و آشکارسازی طیف گسترده‌ای از پرتوهای الکترومغناطیسی و یا تابش‌های ذره‌ای یوننده و غیریوننده در ساخت تجهیزات تخصصی، تولید و تجاری‌سازی دانش و فناوری و ارائه راهکارها و خدمات پیشرفته به‌منظور رفع نیازها و مشکلات بخش‌های صنعتی، پزشکی، اکتشافی، علمی و آزمایشگاهی کشور است. به‌همین منظور حوزه‌های فعالیتی شرکت در بخش‌های زیر تقسیم‌بندی می‌گردد:

- آنالیز غیر مخرب
  - طراحی و ساخت دستگاه‌های ارائه‌دهنده‌ی آنالیز عنصری با استفاده از پرتوهایی همانند ایکس که از این دستگاه‌ها به‌منظور تعیین عناصر سازنده‌ی یک سازه یا قطعه بدون نیاز به نمونه‌برداری و تخریب آن و اعلان نتیجه سریع و آنی و با دقت بسیار بالا
- آشکارسازی، طیف‌سنجی و اندازه‌گیری
  - طراحی و ساخت ادوات آشکارسازنده پرتوهای پرانرژی و مواد رادیواکتیو همانند: آشکارسازنده‌های تابش ذرات آلفا و بتا و نوترون، آشکارسازنده‌های پرتوهای گاما و ایکس و

آشکارساز هوشمند ایکس

اسپکترومتر ایکس، اسپکترومتر فرابنفش

- طراحی و ساخت ادوات اندازه‌گیری پرتوی همانند: دوزی‌مترهای محیطی و فردی، سروی‌متر (پیرامون‌سنج)، اپتیکال دنسیتومتر و لوکس‌متر
- طراحی و ساخت دوربین‌های صنعتی و پزشکی مبتنی بر اشعه ایکس، پرتوهای نوترونی و نور مرئی به‌منظور عکس‌برداری یا فیلم‌برداری‌های دوبعدی و سه‌بعدی و همچنین ارتقاء سیستم‌های رادیوگرافی آنالوگ به دیجیتال
- اکتشاف

– طراحی و ساخت ابزار و ادوات شناسایی و اکتشاف مواد معدنی و نفت و عناصر ارزشمند مبتنی بر پرتوها

دیگر محصولات و فعالیت‌ها

طراحی و ساخت انواع تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری لازم و مرتبط با دستگاه‌ها و ادوات اشاره شده، ارائه راهکارهای تخصصی و فناورانه مبتنی بر محصولات و حوزه‌های فعالیت شرکت به‌منظور رفع نیازها و مشکلات صنعتی، پزشکی، معدنی، کشاورزی، آزمایشگاهی در زمینه‌های گوناگونی همچون مانیتورینگ و بازرسی، ایمنی و ایمن سازی، کنترل کیفی، رادیوگرافی و توموگرافی رایانه‌ای ایکس، رادیوگرافی نوترونی، ارائه خدمات مشاوره‌ای و اجرای پروژه در بخش‌های فنی، صنعتی، آزمایشگاهی، علمی و تحقیقاتی، تجهیز آزمایشگاه‌های هسته‌ای و آنالیز مواد، تأمین و تهیه چشمه‌های رادیواکتیو، واردات و صادرات و تأمین قطعات و ادوات مرتبط با حوزه‌های فعالیت شرکت، ارائه خدمات تعمیر و نگهداری و مانیتورینگ پرتوی از جمله فعالیت‌های صورت گرفته، در این شرکت است. با توجه به‌این موضوع، شرکت آشکار پرتو پویا دارای توانمندی بالقوه برای راه‌اندازی فرابنفش، آشکارسازنده مواد رادیواکتیو همانند رادون‌سنج به‌منظور نظارت و تشعشع‌سنجی برای مصارف پزشکی و صنعتی و سنجش آلودگی رادیواکتیو فردی و محیطی

- طراحی و ساخت دستگاه‌های اسپکترومتری و طیف‌سنجی طیف گسترده‌ای از پرتوهای الکترومغناطیسی و تابش ذره‌ای همانند: اسپکترومتر آلفا و بتا، اسپکترومتر گاما،

پردازشگر پالس دیجیتال

بهترین جایگزین برای سیستم آنالوگ و آنالوگ_دیجیتال به سیستم‌های تمام دیجیتال در کاربردهای طیف‌سنجی انرژی و اندازه‌گیری در محدوده آلفا، گاما و حتی محدوده‌های طیف الکترومغناطیسی

سروی متر

به منظور آشکارسازی، رهگیری و اندازه‌گیری پرتوها یا آلودگی‌های حاصل از تشعشعات رادیواکتیو بر مبنای آشکارساز اتاقک یونش هوای آزاد ساخته شده است.

انواع آشکارسازهای پرتوی، اسپکتروسکوپی دیجیتال در تمامی زمینه های طیف‌سنجی با امکان نمونه برداری تا ۱۰ نانو ثانیه، راه‌اندازی انواع سیستم های ردیابی، اندازه گیری و مونیتورینگ پرتوی، ساخت تجهیزات رادیوگرافی اشعه ایکس و نوترون، پیاده سازی پروژه های پردازش تصویر وسیگنال به صورت سخت افزاری و نرم افزاری، انجام‌شبیه‌سازی‌های‌الکترونیکی‌واپتیکی‌به‌کمک نرم‌افزارهای مختلف و بسیاری از حوزه‌های مرتبط دیگر است.

در ضمن این شرکت در راستای کسب رضایت سازمان‌ها، نهادها، شرکت‌ها و اشخاص حقیقی و حقوقی بهره‌مند از محصولات و خدمات خود، ضمانت‌ها و خدمات پس از فروش بلند مدت و ویژه‌ای ارائه کرده‌است.

مجوزها و گواهی‌نامه‌های اخذ شده

این مجموعه، موفق به اخذ مجوزهای از واحد فناوری مستقر در پارک علم و فناوری استان قزوین، مجوز واردات چشمه‌های رادیواکتیو از سازمان انرژی اتمی کشور، مجوز دانش‌بنیان از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری شده است.

حضور در نمایشگاه

این شرکت در نمایشگاه هفته پژوهش در محل دائمی نمایشگاه‌های بین‌المللی تهران و چهارمین نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران حضور داشته‌است.

افتخارات و دستاوردها

شرکت آشکار پرتو پویا موفق به اخذ گواهی ثبت اختراع دستگاه سوند اکسپکترال گامای کامپکت، گواهی ثبت اختراع دستگاه وینچ گمانه‌نگاری تمام زاویه معادن و گواهینامه ثبت علامت تجاری ADE1TEC از سازمان ثبت اسناد و املاک کشور شده است. هم‌چنین در سال ۱۳۹۴ دستگاه آشکارساز هوشمند ایکس در نمایشگاه پژوهش و فناوری، در بین ۱۴ فناوری برتر سال، برگزیده شد.

برخی از دستگاه‌های این شرکت دانش‌بنیان، مانند، وینچ گمانه‌نگاری تمام زاویه، آشکارساز هوشمند ایکس، سوندهای آفلاین برای اولین بار در دنیا طراحی و ساخته شده است. این شرکت عضو کنسرسیوم کریدور تجاری سازی شرکت‌های دانش‌بنیان و انجمن مهندسان مشاور برق، مکانیک و انرژی نیز می‌باشد.

آشکارساز بتا

یک آشکارسازنده‌ی ذرات بتا ـ الکترون‌ها یا پوزیترون‌های پر انرژی ـ می‌باشد که به منظور آشکارسازی ذرات بتا به هنگام کنترل‌ها و مانیتورینگ‌های ایمنی و یا کالیبراسیون و اندازه گیری شدت پرتوهای بتا حاصل از منابع مختلف همچون شتابدهنده‌ها و تفنگ‌های الکترونی و یا چشمه‌هایی با پرتوزایی بالا، مورد استفاده قرار می گیرد. مد کاری این آشکارساز مشخص نمودن شدت پرتوهای بتای دریافتی است.

کانتینر حمل چشمه

به منظور حمل و نگهداری انواع چشمه‌ها رادیواکتیو پزشکی، صنعتی و آزمایشگاهی طراحی و تولید شده است.

بررسی فناوری و اثربخشی لیزرهای رفع موهای زائد

زیبایی با فناوری لیزر: از کلینیک تا خانه

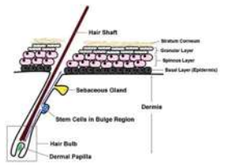
مرضیه سادات حافظی
mhafezi.slpm@gmail.com

بازار تجهیزات مرتبط با حفظ و ارتقای زیبایی انسان یکی از پررونق‌ترین بازارها در سراسر دنیا محسوب می‌شود. این تجهیزات طیف وسیعی از دستگاه‌های خانگی تا تجهیزات پیشرفته جراحی را شامل می‌شوند. در این مقاله انواع دستگاه‌هایی که بر پایه نور و در زمینه رفع موهای زائد کاربرد دارند به طور مختصر مرور شده‌اند.

موهای ناخواسته مشکل زیبایی مشترک در بسیاری از اقوام و فرهنگ‌ها محسوب می‌شود. پرمویی[1] در برخی موارد می‌تواند منجر به مشـــکلات روحی و در نهایت افسردگی فرد شود. از بین بردن موهای زائد با روش‌هایی مانند تراشیدن، موم انداختن، کندن، چیدن، استفاده از مواد شیمیایی یا سنتی و الکترولیز می‌توانند کمک شایانی به رفع این مشـــکل نمایند ولی اکثر آن‌ها راه حل موقتی بوده و پس از مدتی موهای زائد رشد کرده و فرد مجبور است با صرف وقت و هزینه، مجددا اقدام به رفع آن‌ها نماید. از این بین الکترولیز می‌تواند موها را تقریبا به طور دائم از بین ببرد ولی این شیوه کُند بوده و فرایندی است که اثربخشـــی آن به اپراتور دستگاه وابســـته بوده و بازدهی متغیری دارد. در سال ۱۹۹۶ یعنی شش ســـال پس از اختراع لیزر، استفاده از لیزر یاقوت با طول موج ۶۹۴ نانومتر برای اولین بار به منظور رفع موهای زائد مورد بررســـی و مطالعه قرار گرفت. زمان درمان نسبتا طولانی از چند دقیقه برای صورت تا چند ساعت برای پشت، استفاده کاربردی از این لیزر را محدود می‌کرد. چندی بعد، روش تاباندن پرتو لیزر Nd:YAG کیو-سوئیچ در ترکیب با سوسپانسون موضعی بر پایه کربن، به عنوان اولین روش لیزری مورد تایید سازمان غذا و داروی آمریکا[2] معرفی شد. در این روش ذرات کربن توسط پرتو لیزر گرم شده و فولیکول‌هایی که در تماس با آن‌ها هســـتند را از بیـــن می‌برند. در نتیجه این عمل، رشد مجدد موها تا سه ماه به تعویق می‌افتد ولی به صورت دائم قطع نمی‌شـــود. لیزرهای امروزی نتایج طولانی مدت‌تـــری را ایجاد می‌نمایند زیرا سلول‌های جوانه زنی را در فولیکول مو هدف قرار داده و تخریب می‌نمایند. اصل اندرسون[3] در رابطه با فوتوترمولیز[4] انتخابی، مکانیزم چنین درمان‌هایی بر پایه نور را توضیح می‌دهد. لیزر در واقع پرتویی است که به سطح پوست می‌تابد. این پرتو می‌تواند بازتابش یا پراکنده شود از پوست عبور کند و یا جذب شود. در طول موج‌های خاصی در ناحیه قرمز تا فروسرخ طیف تابش الکترومغناطیســـی (۶۰۰-۱۱۰۰ nm) انرژی نورانی جذب شـــده، کروموفور (اتم یا گروه اتمی که حضور آن باعث رنگی دیده شدن یک ترکیب است) سلول هدف در پوست را گرم می‌نماید. معمول‌ترین کروموفورها ملانین، اکسی هموگلوبین، رنگدانه تتو، آب و کلاژن هستند. زمانی که پارامترهای طول موج، شاریدگی و پهنای پالس گرمایش و آسیب‌های ناشی از آن را به کروموفورهای دلخواه محدود می‌نماید بدون آن که بخشی از آن به بافت‌های اطراف منتقل شود، تخریب بافت انتخابی اتفاق می‌افتد. فولیکول مو ساختار منحصر به فردی است که در آن بین کروموفور (ملانین) داخل غلاف مو و هدف بیولوژیکی سلول‌های بنیادی در ناحیه بالج[5] جدایی فضایی وجود دارد. طول موج‌های ۶۰۰ تا ۱۱۰۰ نانومتر جـــذب بالاتری در ملانین و در ماتریس مو دارند. لیزر یاقوت پالس بلند (۶۹۴nm)، لیزر الکساندرایت پالس بلند (۷۵۵nm)، لیزر دیودی پالس

1 Hirsutism
2 Food and Drug Administration (FDA)

3 Anderson and Parrish's principle
4 Photo-thermolysis
5 Bulge region



بین غلاف (shaft) و سلول‌های بنیادی در ناحیه بالج (Bulge) در ساختار مو جدایی فضایی وجود دارد. انرژی پرتو فرودی توسط ملانین در غلاف مو جذب شده و به گرما تبدیل می‌گردد، سپس این گرما به سلول‌های بالج منتقل شده و باعث تخریب آن‌ها می‌گردد.

بلند (۸۱۰nm)، لیزر Nd:YAG پالس بلند (۱۰۶۴nm) و نور پالسی شدید (IPL)[6] (۵۹۰-۱۲۰۰nm) با تابش طول موج‌هایی در این بازه، مو را به صورت فوتوگرمایی از بین می‌برند. ملانین در طول موج‌های کوتاه‌تر جذب بهتری دارد. ملانین انرژی پرتو فرودی را جذب کرده، آن را به گرما تبدیل می‌کند، سپس گرما را پخش می‌نماید که باعث تخریب ثانویه سلول‌های بالج می‌شود.

شـــاریدگی و پهنای پالس، میزان گرمای جذب شده را تحت تاثیر قرار می‌دهد. شاریدگی یا همان چگالی انرژی (J/cm^2) بیشینه گرمایی که در ساختار هدف قابل دستیابی است را تعیین می‌کند. پهنای پالس در زمینه برطرف کردن موهای زائد، مدت زمانی است که از طریق یک شات در دمای ثابت و مشخص گذرانده می‌شود. بیشترین تخریب انتخابی زمانی رخ می‌دهد که پهنای پالس به زمان واهلش گرمایی[7] کروموفور هدف نزدیک می‌شـــود. زمان واهلش گرمایی به صورت زمان لازم برای سرد شدن بافت گرم شده به نصف دمای بیشینه آن تعریف می‌شـــود. اگر پهنای پالس از زمان واهلش گرمایی طولانی‌تر باشد، گرمای کروموفور قبل از آن که تخریب گرمایی برگشت‌ناپذیر رخ دهد به هدر می‌رود. اگر پهنای پالس از زمان واهلش گرمایی بسیار کوتاه‌تر باشد ممکن است تخریب بیش از حد مجاز ایجاد شود و اگر زمان تابش لیزر تنها کمی از زمان واهلش گرمایی کمتر باشد کروموفور نمی‌تواند گرمای خود را از دست بدهد و تخریب گرمایی تنها به هدف محدود می‌شود.

زمان واهلش گرمایی به طور مستقیم به اندازه کروموفور بستگی دارد. هدف‌های کوچک‌تر مانند رنگدانه تتو و ملانین سریع‌تر از ساختارهای بزرگ‌تر مانند عروق خونی گرم و سرد می‌شوند. لیزرهای Q-Switch در بازه نانوثانیه کار می‌کنند و برای هدف‌گیـــری این کروموفورهای کوچک‌تر به کار می‌روند. لیزرهای با پهنای پالس بالا در بازه زمانی میلی‌ثانیه کار می‌کنند و بهترین تناسب را با زمان واهلش گرمایی فولیکول مو (۱۰-۱۰۰ms) دارند. ملانین لایه اپیدرم پوست، رقیب جذب طول موج‌هایی است که برای رفع موهای زائد به کار می‌رود. در افراد با پوست تیره‌تر، ملانین بیشتر موجود در پوست برای جذب نور با فولیکول مو رقابت می‌کند که این امر ریسک ایجاد تاول و هایپرپیگمنتاسیون را افزایش می‌دهد. به علاوه، کاهش میزان انرژی کل که می‌تواند به ملانین در اعماق غلاف مو برسد اثر درمانی هر پالس را کاهش می‌دهد. با توجه به دلایل ذکر شده کاندیدای ایده‌آل برای رفع موهای زائد توسط لیزر باید پوست روشن و موی تیره داشته باشد.

لیزرهای بـــا طول مـــوج بلندتر مانند لیـــزر دیودی (۸۰۸nm) و لیزر Nd:YAG (۱۰۶۴nm) جذب کمتری در ملانین اپیدرمی و در نتیجه عوارض جانبی بالقوه کمتری نسبت به لیزرهای با طول موج کوتاه‌تر دارند.

در این جا انواع لیزرها و دستگاه‌های بر پایه نور که برای از بین بردن موهای زائد به کار می‌روند به طور مختصر مرور شده و تناسب هر کدام با انواع پوست مورد بررسی قرار می‌گیرد.

لیزر الکساندرایت

فرینکل[8] و همکارانش در سال ۱۹۹۷ برای اولین بار گزارش کردند که لیزر الکســـاندرایت با پهنای پالس بلند در طول موج ۷۵۵nm می‌تواند موهای زائد نقاط مختلف بدن را به نحو موثـــری از بین ببرد. تاثیر بلند مدت لیزرهای الکساندرایت با پهنای پالس بلند از ۶۵% تا ۸۰۶% متغیر است. با استفاده از این لیزر با پهنای پالس ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌ثانیه می‌توان تا شش ماه موهای زائد را از بین برد. برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که تاثیر لیزر الکساندرایت برای از بین بردن موهای زائد در پوست‌های نوع I تا IV مشابه لیزر دیودی است در حالی که عوارض جانبی کمتری را به همراه دارد. از آن جا که لیزر الکســـاندرایت می‌تواند پهنای پالس کوتاه‌تری نسبت به لیزر دیودی داشته باشد، برای درمان موهای نازک مناسب‌تر است.

عملکرد لیزر الکساندرایت و IPL بر روی پوست‌های نوع II تا IV مشابه یکدیگر است. در مجموع لیزر الکساندرایت برای پوست‌های نوع I تا III به دلیل کمتر بودن ملانین اپیدرمی و ریسک پایین‌تر سوختگی و یا از دست دادن رنگدانه[9]، بازدهی بهتری دارد.

لیزر دیودی

نرخ کاهش مو با استفاده از لیزر دیودی با پهنای پالس بالا از ۲۲% تا ۵۹% گزارش شـــده است. برای درمان پوست‌های تیره‌تر، لیزرهای با طول موج بلندتر مانند لیزر دیودی و لیزر Nd:YAG ارجح هستند زیرا عوارض جانبی مانند درد و هایپرپیگمانتاسیون پس از التهاب در مورد آن‌ها کمتر است. طول موج‌های بلندتر جذب کمتری در ملانین اپیدرمی دارند. در رابطه با مقایسه اثربخشی این دو نوع لیزر گزارش‌های متفاوتی منتشر شـــده اســـت. لیزر دیودی هنگام درمان پوست افراد آسیایی درد کمتری نسبت به لیزر Nd:YAG به همراه دارد. بسیاری از مطالعات عوارض جانبی کمتری برای لیزر دیودی در استفاده برای افراد دارای پوست نوع III تا V گزارش کرده‌اند.

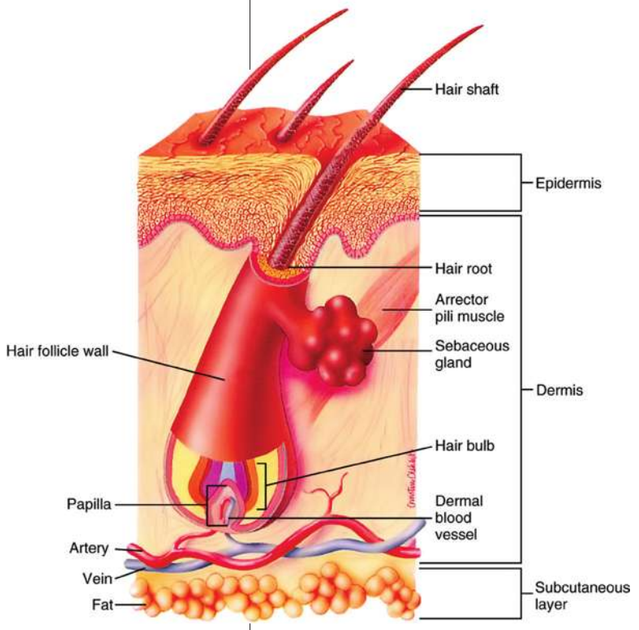
لیزر Neodymium-Doped Yttrium Aluminium Garnet (Nd:YAG)

لیزر ND:YAG بـــا طول مـــوج ۱۰۶۴nm به عنوان بهترین لیـــزر برای رفع موهـــای زائـــد در افراد با پوســـت تیره‌تر شناخته می‌شـــود. به دلیل جذب کمتر طول موج بلند این لیزر در ملانین اپیدرمی، افراد با پوست نوع IV تا VI می‌توانند شاریدگی‌های بالاتر را با کمترین عـــوارض جانبی تحمل نمایند. مطالعات نشان داده‌اند که در افراد با پوست روشن با افزایش شاریدگی کاهش موها بهبود می‌یابد ولی در مورد افراد با پوست تیره با افزایش شاریدگی تفاوت چشم‌گیری در کاهش موها مشاهده نمی‌شود زیرا در این افراد ملانین پوست رقیبی برای جذب انرژی پرتو لیزر به حساب می‌آید. مطالعات نشان داده‌اند که در مورد پوست‌های نوع IV تا VI اثربخشی لیزر Nd:YAG از IPL بیشتر است.

نور پالسی شدید (IPL)

برخلاف پرتو لیزر که تکفام بوده، چگالی توان بالایی دارد و واگرایی آن حداقل میزان ممکن است، دستگاه IPL از فلش لامپ زنون با نور خروجی غیرتکفام شامل تعداد زیادی از طول موج‌ها بهره می‌برد. در این دستگاه از فیلترهای نوری مختلف برای ایجاد پرتوهای نوری غیرهمدوس در بازه مرئی تا مادون قرمز (۱۲۰۰nm-۵۰۰) طیف الکترومغناطیســـی اســـتفاده می‌شود. دستگاه IPL بر اساس طول موج قطع فیلترهای استفاده شده در آن، بازه معینی از طول موج‌ها را برای رسیدن به عمق دلخواه از ساختار هدف ساطع می‌نماید. فناوری IPL هم مانند لیزرها بر مبنای اصل فوتوترمولیز انتخابی عمل می‌کند. از آن جا که این دستگاه طیفی از طول موج‌ها را گسیل می‌نماید، قرار گرفتن در معرض تنها یک شـــات می‌تواند در یک لحظه چندین کروموفور (هموگلوبین، آب و ملانین) را در پوست تحریک نماید.

6 Intense pulsed light (IPL)
7 Thermal relaxation time (TRT)
8 Frinkel
9 dyspigmentation



ساختار پوست و مو: غلاف مو (Hair Shaft)، فولیکول مو (Hair Follicle) و ملانین در لایه اپیدرم (Epidermis) پوست

بنابراین کاربر غیرماهـــر می‌تواند عوارض جدی بر پوست افراد ایجاد نماید.

مزایا و معایب IPL در مقایسه با لیزرها از تفاوت‌های بین مشـــخصه‌های فنی و کاربری ناشی می‌شود. یکی از مزایـــای IPL قیمت پایین‌تر آن اســـت. به علاوه، اندازه بزرگ تر هندپیس آن امکان درمان نواحی بزرگ تر بدن مانند پشت، سینه و پا را در زمان کوتاه تری فراهم مـــی‌آورد. یکی از معایب این دســـتگاه وزن زیاد هندپیس آن در مقایسه با هندپیس لیزرها می‌باشد. همچنین، قرمزی و تورم پوست که معمولا در زمان اســـتفاده از لیزر اتفاق می‌افتد با استفاده از IPL به ندرت رخ می‌دهد که این امر تشخیص ناحیه درمان شده را مشکل کرده و احتمال جا افتادن برخی از نواحی بدن در طول درمان را افزایش می‌دهد. در آخر، دستگاه‌های IPL نشان داده‌اند که شاریدگی و طول موج هر پالس با پالس دیگر دقیقا یکســـان نیست. این امر نتایج کلینیکی را غیر قابل پیش‌بینی می‌نماید.

دستگاه‌های خانگی رفع موهای زائد

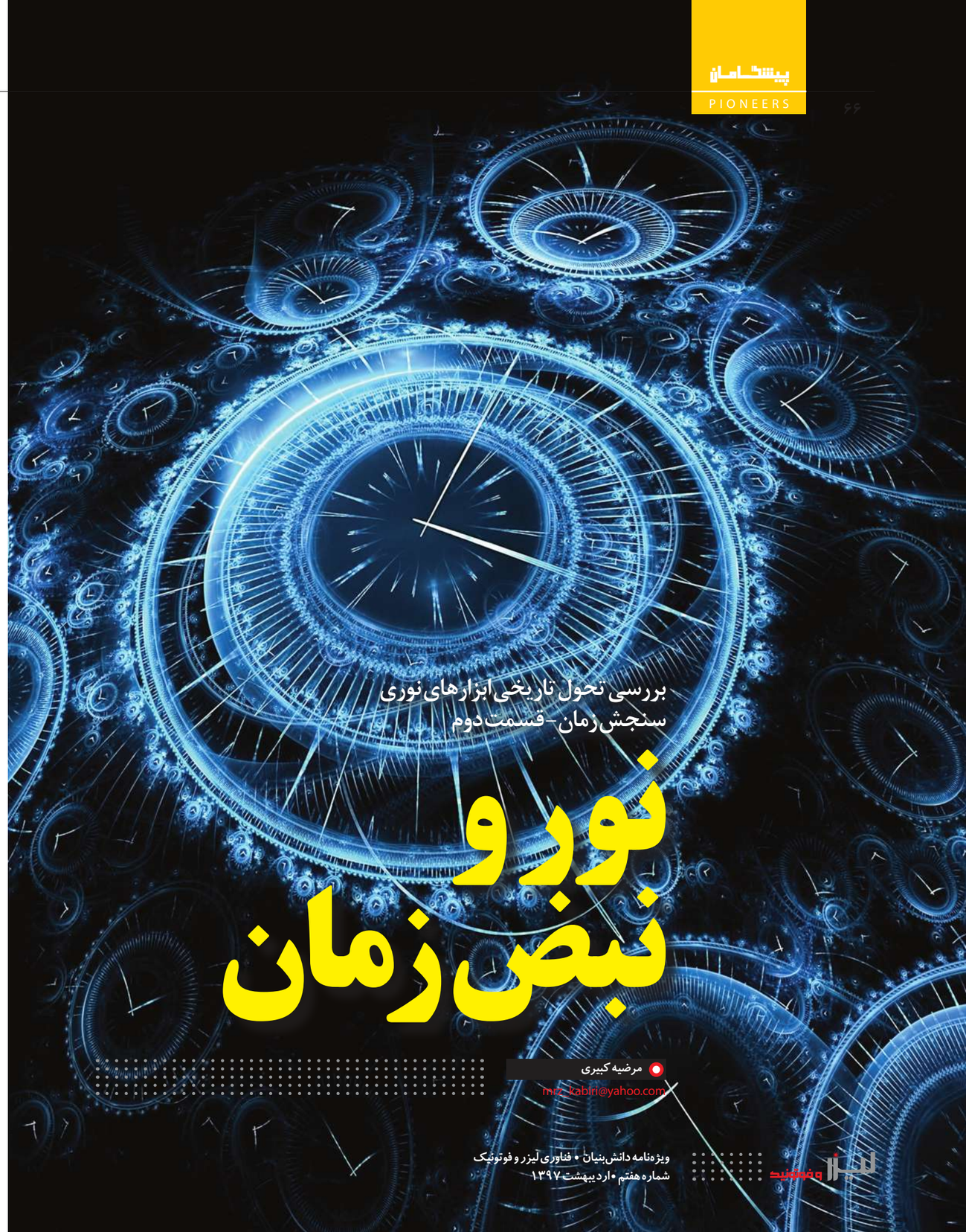
از چند سال گذشته دســـتگاه‌های خانگی به دلیل هزینه پایین و راحت‌تر بـــودن فرایند مو زدایی در منزل محبوبیت پیدا کرده‌انـــد. ملاحظات ایمنی به دلیل استفاده افراد بدون تجربه مسئله مهم این نوع دستگاه‌ها به حســـاب می‌آیند. سازمان غذا و داروی آمریکا[10] برای دستگاه‌های خانگی بر پایه نور تطابق با استانداردها و قوانین معینی را الزام نموده است. این دســـتگاه‌های خانگی از تکنولوژی IPL یا لیزر بهره‌مند هســـتند با این تفاوت که شاریدگی آن‌ها در مقایســـه با دســـتگاه‌های کلینیکی کم‌تر اســـت. علی‌رغم این قوانین، ایمنی و جلوگیری از جراحت‌های تصادفی به چشم و پوست فرد مصرف کننده و افراد مجاور او دغدغه اصلی این محصولات محســـوب می‌شـــوند. یکی از ابزارهای ایمنی در بسیاری از دســـتگاه‌های خانگی مو زدایی، حسگر تماس اســـت که زمانی که سطح هندپیس تماس مناســـب با پوســـت ندارد از خروج نور جلوگیری می‌نماید. در این حالت ظاهرا نور در داخل دستگاه گیر افتاده و خارج نمی‌شود، بنابراین نیاز به عینک محافظ نمی‌باشد. ولی اگر نکات ایمنی رعایت نگردد امکان صدمات جبران ناپذیر برای چشم وجود دارد. برخی بررسی‌ها نامناســـب بودن سطح ایمنی این نوع دستگاه‌ها را نشـــان داده‌اند. مطالعات حاکی از آن بوده که به طور کلی اثربخشـــی دستگاه‌های خانگی معادل پایین‌ترین سطح اثربخشی لیزرهای کلینیکی است.

در مجموع فناوری لیزر برای رفع موهای زائد طیف وسیعی از انواع پوست می‌تواند اثربخشی مناسب و رضایت بخش داشته باشـــد و امروزه استفاده از این فناوری برای مو زدایی در سراسر دنیا به روشی معمول و جذاب تبدیل شده است. شرکت‌های فعال در این زمینه در حال تحقیق و توســـعه این نوع از لیزرها هستند و هر ساله شاهد فناوری‌های تکمیلی و نوین در این عرصه هستیم.

10 Food and drug administration (FDA)

پیشکامان
PIONEERS

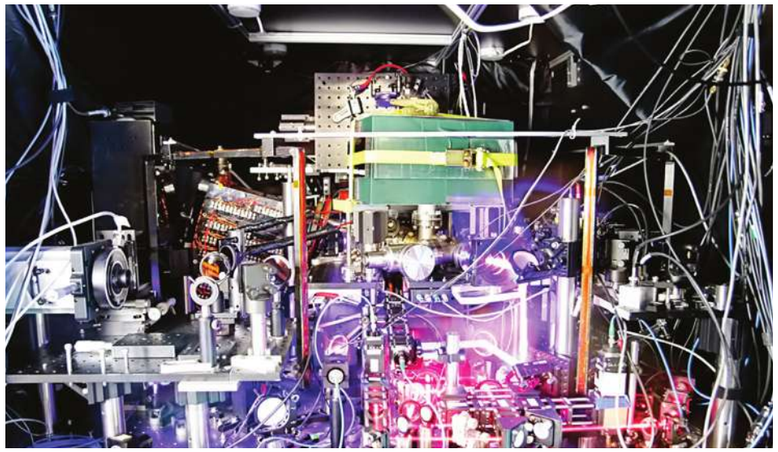
۶۴ نـــور و نبض زمـــان
۶۸ لیزر چگونه استفاده شد؟
۷۲ وات‌وب



نور و نبض زمان

بررسی تحول تاریخی ابزارهای نوری سنجش زمان - قسمت دوم

مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com



برای موقعیت یابی جهانی اختلاف یک نانو ثانیه به معنی ســـی سانتیمتر (۱۲ اینچ) جابجایی و خطا در اندازه گیری مکان است.

در ایالات متحده آمریکا ساعت‌های برجسته در موسســـه ملی استاندارد و تکنولـــوژی (NIST) در بولدور و در دیده‌بانـــی دریایی ایـــالات متحده (USNO) نگهداری می‌شوند.

زمان و نور از نخســـتین دوره‌های حیات انسان به هم وابسته بودند. انســـان فهمیده بود پدیده‌های تکرار شونده و قابل مشـــاهده می‌تواند گذر زمان را برای او آشکار کند و در این میان روشنایی و تاریکی روز و شب و مشاهده موقعیت اجرام آسمانی با ابزار نوری-نجومی مانند ساعت‌های خورشیدی و اسطرلاب مهمترین ابزار برای اندازه‌گیری زمان به‌شمار می‌رفت. گردش روزگار، سال، ماه و اوقات شـــب و روز، مهمترین نیاز انسان به شناخت زمان را شکل می‌داد. در دوره اسلامی شناخت زمان نیاز به دقت بیشـــتری پیدا کـــرد زیرا در طول روز توجه به اوقات شـــرعی مهم بود. به‌طور کل دقت اندازه‌گیری زمان که با مشاهدات و محاسبات ریاضی به‌دست می‌آمد، متناسب با نیاز محدود مردم آن زمان بود. سپس روش‌های مکانیکی دقت اندازه‌گیری زمان را افزایش داد و ســـال‌ها ابزار مکانیکی مانند پاندول بهترین وسیله اندازه‌گیری زمان به‌شمار می‌رفت.

با شروع قرن بیستم فلسفه زمان در نظر انسان دگرگون شد. با تحول و ظهور دیدگاه نسبیتی و کوانتومی در فیزیک، ارتباط نور و زمان به‌طور چشمگیری بیش از پیش نمایان شد. ارتباطی که نسبت به دید کلاسیک آن بسیار متفاوت بود و مفاهیم تازه‌ای از نور را به انسان نشان می‌داد.

از منظر نظریه نسبیت خاص سرعت نور، ثابتی برای انجام محاســـبات در هر دستگاه مختصات و معیاری برای مشـــاهده ما از زمان و مکان به‌حساب می‌آید. همین اصل باعث شد تا برای اثبات برداشت‌هایی که در مورد زمان و نور در ذهن انیشتین براساس نسبیت خاص شکل گرفته بود یک مدل ذهنی با عنوان ساعت نوری ظهور پیدا کند.

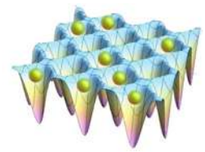
دیدگاه کوانتومی در فیزیک هم که به دنیای فوق ریز ذرات از جمله اتم‌ها و الکترون‌ها توجه نشان می‌داد، قادر به شناخت درست‌تری از مشخصات نور ذره‌ای شـــد. همین شـــناخت از اتم‌ها و نور، این‌بار نه فقط به‌صورت نظری که به‌صورت تجربی انسان را قادر به یافتن روش ویژه‌ای در ســـنجش واحد زمان ساخت. ســـاخت ســـاعت‌های نوری این چنینی کاربردها و فناوری‌های تازه‌ای را پیش روی بشر قرار داد. دنیای فناوری ارتباطات برای ارسال دقیق داده‌ها از طریق اینترنت، مکان‌یابی ماهواره‌ای و فنـــاوری هوافضا و ستاره شناسی به این ساعت‌ها نیاز پیدا کرد. اینجا بود که نبض زمان با دقتـــی خارق‌العاده و به کمک نور در دل اتم‌ها شناسایی شد. دقتی که همچنان در مراکز

300

میلیون سال

باید بگذرد تا یک ثانیه خطا در ساعت اتمی ســـزیم NIST-F2 در موسسه ملی اســـتاندارد و تکنولوژی ایالات متحده ایجاد شـــود. این ســـاعت دقیق‌ترین نگهدارنده زمان در جهان به حســـاب می‌آیـــد. NIST-F1 که ســـاعت اتمی استاندارد است و اساس و پایه NIST-F2 است چنان فرکانس دقیقی ایجاد می‌کند که در هر روز تنها ۰/۰۳ نانوثانیه خطای زمانی دارد و این به‌معنی یک ثانیه خطا در ۱۰۰ میلیون سال است.

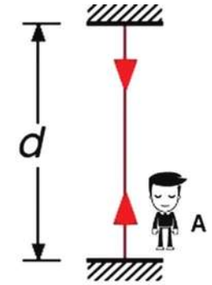
سمت چپ ساعتی با سرعت ۰% نسبت به سرعت نور و ساعت سمت راست ساعتی با سرعت ۹۰% نسبت به سرعت نور



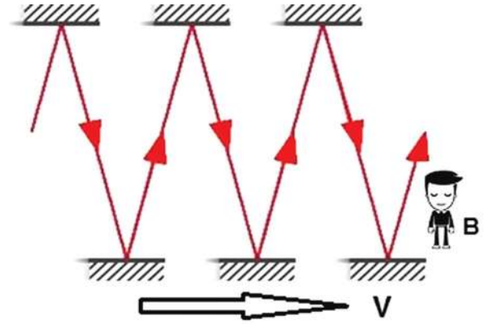
16 میلیارد سال

ساخت یکی از دقیق‌ترین ساعت‌های جهان با خطای کمتر از یک ثانیه در عمر جهان!

محققان ژاپنی موفق به ساخت ساعت‌های شبکه نوری فوق دقیق شده‌اند که هر ۱۶ میلیارد سال تنها یک ثانیه از دست می‌دهد. ساعت‌های با این درجه دقت می‌توانند حوزه‌های جدیدی از علم را با اندازه‌گیری تغییرات کوچک نوسانات در نیروی گرانش ایجاد کنند. و حتی برای زمین‌شناسان در تشخیص، اندازه‌گیری و حتی پیش‌بینی لیزره مفید هستند. این ساعت که با استفاده از اتم‌های فوق سرد در شبکه‌ای از پرتوهای لیزری ساخته شده، حدود ۱۰۰۰ برابر دقیق‌تر از ساعت‌های اتمی مورد استفاده کنونی برای تعریف زمان است. هر اتم استرانسیوم در هر نقطه پیاله‌ای شکل از یک شبکه لیزری مانند جعبه تخم مرغ و درون مخزنی با سرمای منفی ۱۸۰ درجه سانتیگراد نگهداری می‌شود. دانشمندان با اندازه‌گیری فرکانس نور جذب شده توسط میلیون‌ها اتم توانستند از آن برای اندازه‌گیری زمان استفاده کنند.



scenario 1
stationary



scenario 2
moving

تحقیقاتی با پیشرفت فناوری لیزر افزایش می‌یابد.

ساعت نوری:

ساعت نوری تنها یک مدل ذهنی و نه تجربی برای اثبات نظری خصوصیتی از زمان است که در نظریه نسبیت خاص انیشتین مطرح شده است. براساس آن وقتی ساعتی در حال حرکت است خصوصا با سرعت خیلی بالا و نزدیک به سرعت نور، زمان را آهسته‌تر از مقدار آن در مقایسه با زمانی که ساکن است به ما نشان دهد. این مدل یک ساعت نوری ساده را در نظر می‌گیرد که در آن دو آینه به فاصله ۱۵۰ هزار کیلومتر از هم قرار گرفته‌اند و پرتو لیزری بین آینه‌ها در حال رفت و برگشت است (باز هم یک پدیده تکرار شونده مانند ساعت آفتابی، شنی یا پاندول و...)؛ از آنجا که سرعت نور ۳۰۰هزار کیلومتر در ثانیه است هر کدام از آینه‌ها هر یک ثانیه یک‌بار پالس نور را بازتاب می‌دهد. اگر آینه با سرعتی در حد نصف سرعت نور حرکت کند، از دید ناظر ساکن، نور باید مسافت طولانی‌تری طی کند تا به آینه دوم برسد. با توجه به‌اینکه مسافتی طی شده، پالس نور افزایش می‌یابد در حالی که سرعت نور ثابت است تنها وقتی این معما قابل حل است که از دید ناظر ساکن زمان کند شده باشد، یا به‌عبارتی زمان بیشتری برای ساعت متحرک نسبت به ساعتی که ثابت است گذشته باشد.

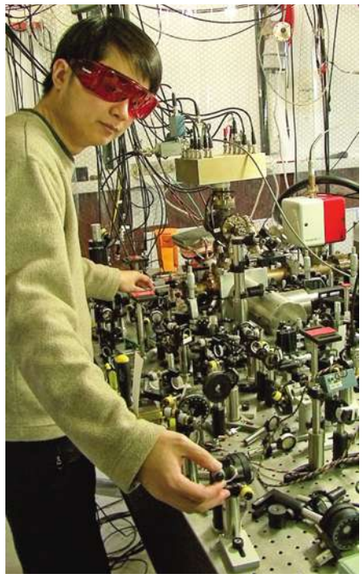
این تمام ماجرای ساعت نوری نسبیت خاص است. ساعتی که ادعایی درباره اندازه‌گیری دقیق زمان ندارد و تنها می‌خواهد یکی از دیدگاه‌های شگفت‌انگیز قرن بیستم درباره زمان را بیان کند! در حقیقت حرکت با سرعتی نزدیک به سرعت نور، نبض زمان را کند می‌کند!

ساعت‌های اتمی:

اما در قرن بیستم یک فعالیت درواقع تجربی برای اندازه‌گیری دقیق‌تر زمان اتفاق افتاد. و آن اختراع ساعت اتمی بود. از سال‌های دهه ۱۹۵۰ که اولین ساعت اتمی ظهور یافت تا به امروز دقیق‌ترین ابزار برای اندازه‌گیری زمان ساعت‌های اتمی بوده‌اند.

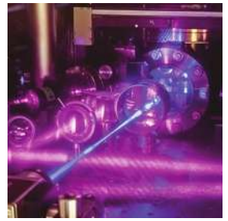
ساعت اتمی استاندارد از سال ۱۹۶۸ میلادی، ساعت اتمی سزیم در نظر گرفته شده است که در آن به اتم‌های سزیم سرد شده با لیزر موج ماکرو ویو تابانده می‌شود، در این حالت اتم سزیم با فرکانسی مشابه فرکانس موج ماکرو ویو جذب شده، شروع به نوسان می‌کند. در حقیقت در این پدیده الکترون لایه بیرونی اتم سزیم با همین فرکانس بین حالت آخرین تراز انرژی و حالت تراز انرژی بالاتر که حالت برانگیخته است، رفت و برگشت می‌کند. فرکانس این عمل ۹,۱۹۹,۶۳۱,۷۷۰ هرتز است. یعنی آنچه که یک ثانیه را شکل می‌دهد تعداد ۹,۱۹۹,۶۳۱,۷۷۰ رفت و برگشت الکترون اتم سزیم بین تراز نهایی انرژی و تراز بالایی است. ساعت اتمی یک تحول مهم برای اندازه‌شناسی دقیق زمان به حساب می‌آمد و از این‌رو نوسان اتم سزیم به‌عنوان استانداردی از زمان حفظ شد.

با وجود لیزر ساعت‌های اتمی دقیق‌تر شدند و امروزه باز هم آزمایشگاه‌های مهم اندازه‌شناسی در سراسر دنیا در حال پژوهش برای بهبود دقت و کارایی ساعت‌های اپتیکی اتمی خود هستند. دقت و پایداری دو مشخصه حایز اهمیت برای ساعت‌های اتمی است. برای به‌دست آمدن دقت باید این اطمینان حاصل شود که ساعت با یک آهنگ کاملا منظم «تیک تاک» می‌کند. تا به‌حال ساعت‌های اپتیکی اتمی از یون‌های آلومینیوم، استرانسیوم خنثی و یون یتربیوم ساخته‌شده‌اند که البته هیچ‌کدام موفق نشده‌اند جای ساعت اتمی سزیم را بگیرند. دقت یک ساعت اپتیکی اتمی به‌شدت به امکان کنترل شرایط محیطی بستگی دارد؛ دمای محیط، وجود میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به‌عنوان نوفه و حتی اثر جاذبه زمین، به‌دلیل اینکه ساعت‌های اتمی براساس نظریه نسبیت عام انیشتین در ارتفاعات مختلف زمان‌های متفاوتی می‌خوانند، بر عملکرد ساعت اتمی تاثیرگذار است. برای اینکه یک ساعت اتمی به‌عنوان مرجع شناخته شود باید در هرجایی زمان را به‌یک شکل اندازه‌گیری کند و یا با ساعت‌های مشابه خود هماهنگ باشد؛ به‌عبارتی



فرکانس آن تغییر نکند که دستیابی به این امر دشوار است. از سوی دیگر بحث پایداری ساعت اتمی بسیار مهم است، اینکه در درازمدت در رفتار و آهنگ نوسانات ساعت اتمی تغییری ایجاد نشود. این عامل نیز علاوه بر شرایط محیطی به پرتو لیزری که به اتم تابیده می‌شود بستگی دارد.

در هر صورت تلاش‌ها ادامه دارد، همچنان نور در حال متحول کردن مفهوم زمان برای انسان است و همواره دانش‌ها و فناوری‌های نوین به کمک پرتو نوری که زمان را نگه‌داشته است خلق می‌شود. تا به‌حال علوم ارتباطات و شبکه، مکان‌یابی جهانی (GPS) و علم گرانش و اختر فیزیک از دستاوردهای آن بهره‌برده‌اند و می‌توان گفت به‌زودی حوزه‌های تازه و ناشناخته‌تری از دانش مانند تجربه ماده تاریک و یا پیش‌بینی زلزله را پیش‌روی انسان خواهد گشود. می‌توان گفت حالا که چرخ‌های زمان با نور لیزر تنظیم می‌شود نبض زمان از همیشه تندتر می‌تپد.



ساخت دقیق‌ترین ساعت اتمی جهان توسط JILA (Joint Institute for Laboratory Astrophysics)

این ساعت گاز کوانتومی از سرد کردن اتم‌های استرانسیوم و گیراندختن آن‌ها در یک شبکه لیزری با لیزرهای چندگانه ساخته شده است. همچنین پرتو آبی لیزر ابری از اتم‌های استرانسیوم برانگیخته به‌شکل مکعب ایجاد می‌کند. این ساعت صد برابر یکنواخت‌تر از عمر جهان کار می‌کند، یعنی در هر ۹۰ میلیارد سال یک ثانیه خطا دارد و در هر ثانیه یک تریلیون بار نوسان می‌کند. دانشمندان از رابطه زمان و نور به‌دنبال یافتن ارتباط نور با نیروهای بنیادی هستند و در این کار احتمال پی‌بردن به این راز و رمز که مدت‌هاست فیزیکدانان را به خود مشغول کرده به‌دست آمده است.

نخستین کاربردهای لیزر پس از اختراع

لیزر چگونه استفاده شد؟

فاطمه کبیری
ftm_kabiri@yahoo.com

هدفی از جنس استیل مورد استفاده در سال ۱۹۸۴ برای آزمایش لیزر نظامی در ارتش ایالات متحده آمریکا. با وجود تلاش‌های بسیار، لیزر هنوز به‌طور گسترده به‌عنوان یک سلاح کشنده استفاده نشده اما در صنعت و پزشکی بسیار مفید بوده است.

لیزرها به بسیاری از کاربردهای نظامی پیش بینی نشده دست یافته‌اند. این تصویر یک «نشان گذار هدف» به نام Hughes AN/PAQ-1 است که در دهه ۱۹۸۰ برای هدایت بمب یا موشک به نقطه‌ای که توسط پرتوی لیزر مشخص شده بود، مورد استفاده قرار گرفته است.

با گذشت بیش از ۵۰ سال از ساخت اولین لیزر تعداد کمی از افراد را در اطراف خود پیدا خواهید کرد که آگاهانه یا ناخودآگاه تحت تاثیر این اختراع بزرگ قرار نگرفته اند. برخی از تاثیرات فراگیری که لیزر بر زندگی امروز جوامع داشته است، از این قرارند:

انقلابی در ارتباطات؛

در سال ۱۹۸۰ سیستم‌های ارتباطی دوربرد با تکیه بر کابل‌های مسی عمل می‌کرد که فضای خیابان‌های شهر را پر کرده بود اما امروزه پرتوی نور لیزر با استفاده از یک رشته فیبر نوری شیشه‌ای که نازک‌تر از تار موی انسان است، می‌تواند بیش از نیم میلیون مکالمه تلفنی یا هزاران اتصال کامپیوتری و کانال‌های تلویزیونی را حمل کند. بدون فیبر نوری، اینترنت که بسیاری از فعالیت‌های ما با آن انجام می‌شود، وجود نداشت.

بهبود تجارت، صنعت و سرگرمی؛

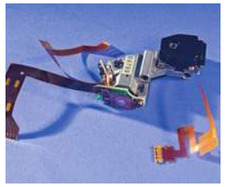
یکی از نخستین کاربردهای لیزر در نقشه‌برداری بوده است. به عنوان مثال، برای تونل زیر کانال انگلیس، کندن تونل‌های مجزایی از جانب کشورهای فرانسه و انگلیس شروع شده بود. با بهره‌گیری از نقشه برداری لیزری تنها با اختلاف کمی بیشتر از ۱۵ اینچ، این دو کانال به هم رسانده شد. امروزه اسکنرهای پرداخت سوپر مارکت، سی دی‌ها، دی وی دی‌ها، هولوگرام‌های لیزری برای امنیت کارت‌های اعتباری و پرینترهای لیزری، فقط تعداد کمی از محصولات بی‌شماری هستند که به لیزر متکی اند. لیزر صنعتی برش، مته و جوش مواد اعم از کاغذ و پارچه برای الماس و آلیاژهای عجیب، بسیار موثرتر و دقیق تر از ابزارهای فلزی است.

جراحی بدون درد؛

هر ساله میلیون‌ها جراحی پزشکی انجام می‌شود، لیزر نیاز به بیهوشی عمومی را کاهش می‌دهد. با استفاده از یک پرتوی گرم، بافت را داغ می کنند به طوری که برش داده می‌شود، این کار خونریزی و عفونت حاصل از جراحی را کمتر می کند. برای مثال، سالانه جدا شدن شبکیه از بافت چشم باعث کوری هزاران نفر می‌شود. اگر سریع اقدام شود، می‌توان با کمک یک لیزر شبکیه چشم را دوباره جوش داد، قبل از اینکه آسیبی دایمی به چشم وارد شود. فیبرهای نوری همچنین می‌توانند با استفاده از پرتوهای لیزری در داخل بدن باعث کاهش جراحی تهاجمی شوند.

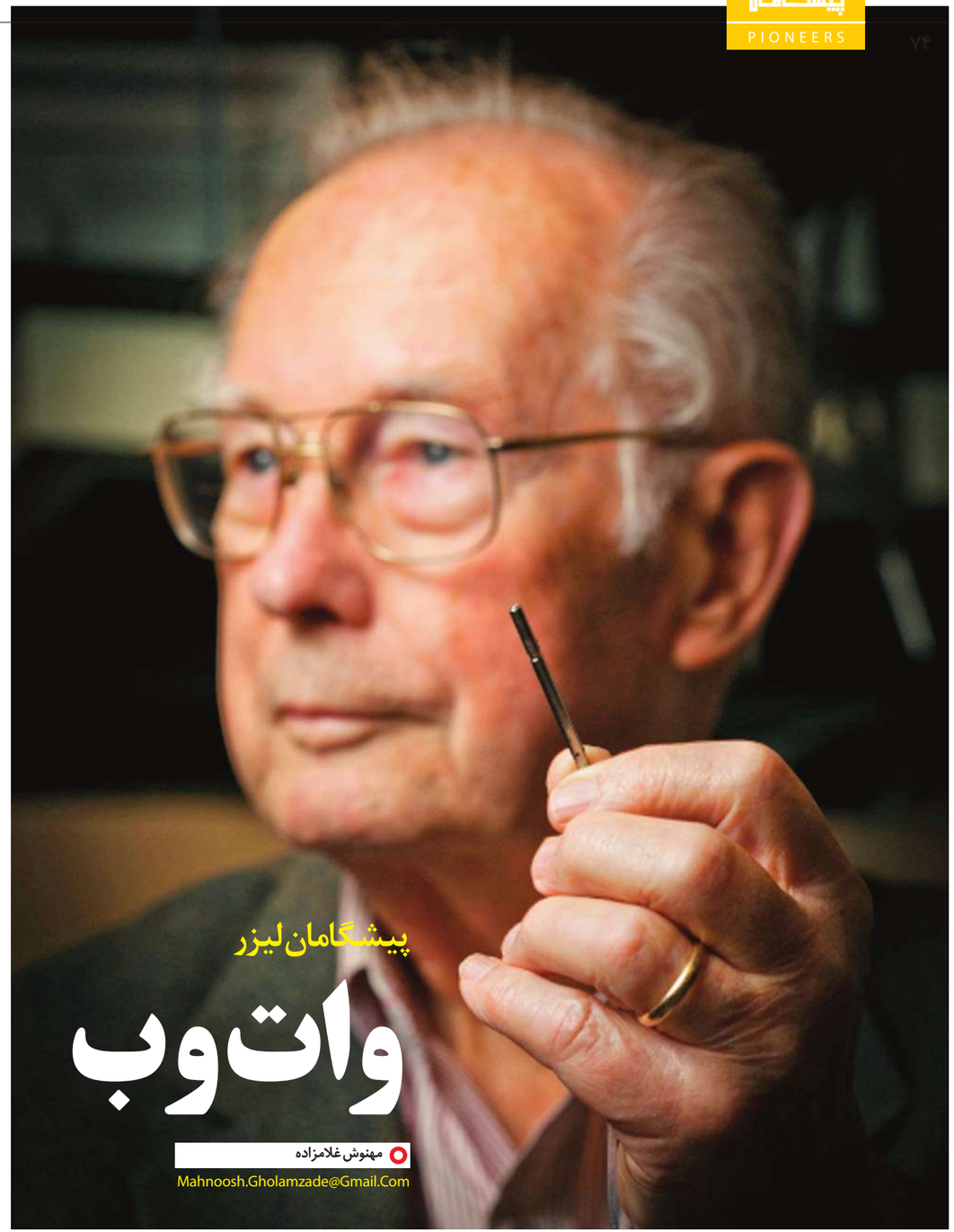
پیشرفت دانش؛

قبل از هر چیز دیگری، لیزرها برای تحقیقات علمی مورد استفاده قرار گرفتند. در ابتدا مانند میزر، برای مطالعه فیزیک اتمی و شیمی از آن ها بهره بردند. اما از زمانی نگذشت که از آن‌ها در تمام زمینه ها استفاده شد. به عنوان مثال پرتوهای لیزری متمرکز، «انبرک‌های نوری» برای دستکاری نمونه‌های بیولوژیکی مانند گلبول‌های قرمز و میکرو ارگانیسم‌ها استفاده می‌شود. پنج محقق برای سرد کردن و به دام انداختن اتم‌ها و ساختن حالت جدید و عجیب ماده (میعانات بوز انیشتین) که از تحقیقات اساسی فیزیک هستند، موفق به دریافت جایزه نوبل شدند. در طول این مدت طولانی، یکی از مهم‌ترین کاربردهای لیزر کمک برای به وجود آمدن اکتشافات غیر قابل پیش‌بینی و جدید بوده است.



مونتاژ داخلی برای نمایش سی دی «Discman» D-5 سونی با استفاده از لیزر مینیاتوری حالت جامد در سال ۱۹۸۵.

یک مدل از اسکنر سوپر مارکت . در سال ۱۹۷۴ ده اسکنر سوپر مارکت مارش در تروی، اوهایو نصب شد که این اسکنر یکی از آن هاست.



پیشگامان لیزر

وات وب

مهنوش غلامزاده
Mahnoosh.Gholamzade@Gmail.Com

وات دبلیووب[1] سال ۱۹۲۷ در میسوری امریکا متولد شد. او به دلیل بیماری ریوی تا ۹ سالگی به مدرسه نرفته بود. وب تحصیلات ابتدایی اش را در نیومکزیکو گذراند. در سال ۱۹۳۸ به میسوری برگشت و در بانک مشغول به کار شد.

در سال ۱۹۴۷ وات وب کارشناسی خود را در رشته تجارت و مهندسی از MIT دریافت کرد. این رشته او را به سمت تحقیق در آزمایشگاه‌های Union Carbide تا سال ۱۹۵۲ سوق داد، سپس به MIT برگشت و کارشناسی ارشد خود را در رشته متالوژی در سال ۱۹۵۵ دریافت کرد و تا سال ۱۹۶۱ دکترایش را در MIT گذراند و پس از آن مجدداً به Union Carbide بازگشت و مطالعاتش را در فیزیک حالت جامد و شیمی فیزیک ادامه داد.

وی تحقیقات گسترده‌ای در بسیاری از زمینه‌های غیر مرتبط مثل متالوژی، ابررسانایی، علوم اعصاب و فلورسنت بافت-های بیولوژیکی و اپتیک لیزر انجام داده است. ولی در نهایت لیزر سبب تنوع اختراعات و شهرت وی شد. او از پیشگامان حوزه لیزر گشت و اعتبار زیادی در آن به دست آورد.

وب در سال ۱۹۶۱ به دانشکده فیزیک مهندسی دانشگاه کرنل پیوست، اوج کار او با لیزر در اوایل فعالیتش در آن دانشگاه بود. وب در متالوژی مشغول تحقیقاتی شد که هدفش اندازه‌گیری دمای پلاسما به همان روش اندازه‌گیری دمای ستارگان بود. او در آن جا به تحقیقات تجربی در ابررسانایی و انتقال فاز پیوسته پرداخت و از سال ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۹ رییس دانشکده فیزیک کاربردی و مهندسی فیزیک دانشگاه کرنل بود. وی در حال حاضر عضو هیات علمی دانشکده تحصیلات تکمیلی آن دانشگاه در هشت رشته است که نشان دهنده پژوهش‌های بین رشته‌ای اوست. پروفسور وب ۲۰ سال است که مدیر رشد منابع NIH برای تصویربرداری بیوفیزیکی اپتو الکترونیک است. او عضو هیئت مدیره و رییس کمیته اجرایی مرکز فناوری، کارآفرینی و تجاری سازی کرنل، رییس مرکز تحقیقات مواد کرنل، رییس مرکز فن آوری نانو بیوتکنولوژی و عضو کمیته اجرایی علوم اعصاب است. وی همچنین استاد مدعو دانشگاه استنفورد و محقق مرکز بین المللی مطالعات پیشرفته Fogarty NIH است.

شهرت پروفسور وب به خاطر تکنیک های طیف سنجی همبستگی فلورسانس (FCS) در سال ۱۹۷۲ و اختراع میکروسکوپ چند فوتونی (MPM) در سال ۱۹۹۰ است. FCS باعث تشخیص تک مولکول در محلول نانومولار می‌شود و رزولوشن بالایی برای فرایندهای دینامیکی مولکول‌های مجزا که توسط نور فلورسانس آن ها نشان داده می‌شود را فراهم می کند. تحرک مولکولی و واکنش‌های شیمیایی در محلول‌ها را نشان می‌دهد و اجازه می‌دهد تا مولکول‌ها و ذرات بسیار ریز تشخیص داده شوند. این تکنولوژی دانشمندان را قادر می‌سازد تا فرایندهای بیولوژیکی و مکانیسم‌های مولکولی بیماری را تشخیص دهند. همچنین برای مشاهده دینامیک پروتئین‌های موجود در DNA و تقسیم بندی مارپیچ دوگانه DNA با استفاده از لیزر آرگون، به کار می‌رود. میکروسکوپ چندفوتونی، وضوح بالا و تصویربرداری از سلول‌های زنده با نسبت سیگنال به نویز بالا را فراهم می کند. این میکروسکوپ از ابزارهای تصویربرداری غیر مخرب بافت بیولوژیکی است. وب و گروهش میکروسکوپ چند فوتونی را برای آشکارسازی لیزر برانگیخته و تصویربرداری از سروتونین در مغز، به کار برده-اند. آن ها از لیزر استفاده کردند تا روش جدیدی برای بررسی یک سیستم توالی مناسب در DNA ایجاد کنند. میکروسکوپ اسکن لیزری چند فوتونی جراحان را قادر می‌سازد تا «تصویر بافت زنده را ببینند و ساختار آن و میزان بدخیمی آن را تشخیص دهند.» وب سیستم‌های تصویربرداری لیزری که شامل آندوسکوپ‌هایی با لنزهای اپتیکی با قطر کمتر از ۵ mm و یا آندوسکوپ های مینیاتوری با سوزن‌های Refractive Index Gradient (لنز GRIN) با قطر ۱

1 WATTW.WEBB

آندوسکوپ چند فوتونی می تواند بیوپسی‌ها را به حداقل برساند.

پروفسور وب در هشتمین سمپوزیم نانوبیوتکنولوژی (NBTC) سال ۲۰۰۸ در اکادمی علوم نیویورک

مدرسه فناوری
ACADEMY

نور و تصاویر پویا ۸۰

۷۶ انتخاب نور

۸۰ نور و تصاویر پویا

اهدای جایزه
Ezra Technology Innovator
در سال ۲۰۰۹ به پروفسور
وات وب

میلی متر را برای شناسایی و تشخیص در زمان واقعی در بافت‌های عمیق مانند ریه اختراع کرد. این آندوسکوپ‌ها برای شناسایی و تشخیص فلورسانس و انتشار رزونانس هارمونیک توسط بافت، استفاده می‌شوند در نتیجه دانشمندان می‌توانند سلول‌های سالم و سرطانی را با استفاده از طول موج موجود در تصاویر ایجاد شده توسط آن ها، با هم مقایسه کنند. اگر چه این طرح هنوز در مراحل اولیه است.

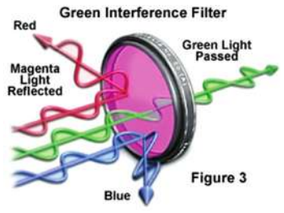
آزمایشگاه او در دانشگاه کرنل همچنان مرزهای این فناوری را گسترش می‌دهد، در حال حاضر MPM و FCS برای پردازش مولکولی و تصویربرداری در هسته سلول ها برای بررسی ژن‌ها به کار گرفته می‌شود.

او عضو انجمن فیزیک آمریکا (APS)، انجمن آمریکایی علوم پیشرفته و یکی از بنیانگذاران موسسه مهندسی پزشکی و زیست شناسی آمریکا، عضو آکادمی ملی مهندسی، آکادمی ملی علوم و آکادمی هنر و علوم آمریکا است. وب جایزه فیزیک زیست شناسی APS در سال ۱۹۹۰، جایزه Ernst Abbe از انجمن جامعه میکروسکوپ سلطنتی انگلستان، جایزه Carl Zeiss از آلمان در سال ۱۹۹۷، جایزه Michelson-Morley در سال ۱۹۹۹، جایزه اپتو الکترونیک در سال ۲۰۰۰، جایزه Jablonski در سال ۲۰۰۱، عنوان سخنران برتر جامعه بیوفیزیک در سال ۲۰۰۲، عنوان مدرس ارشد MIT در سال ۲۰۰۴، جایزه Rohm and Haas در سال ۲۰۰۵، عنوان مدرس برتر دانشگاه Vita-Salute San Raffaele میلان ایتالیا در سال ۲۰۰۷ و جایزه Ernst Abbe انجمن میکروسکوپ نیویورک را دریافت کرده است. در سال ۲۰۱۰ وی از سوی آکادمی ملی علوم برنده جایزه Alexander Hollaender در بیوفیزیک شد. او به عنوان رئیس بخش فیزیک بیولوژیکی APS و سردبیر مجله Physical Review Letters فعالیت می کند و بیش از ۳۱۰ مقاله در فیزیک حالت جامد و شیمی فیزیک و بیولوژی منتشر کرده است. وی دارای ۲۲ پتنت در امریکاست.

انتخاب نور

فاطمه کبیری
ftm_kabir@yahoo.com

فیلترهـــای رنگی از شـــناخته شـــده‌ترین انواع فیلترهای اپتیکی هســـتند. کاراصلی فیلترهای نوری انتقال نور از یک طـــول موج یا طیف رنگی خاص است که بخشـــی از طیف رنگی عبور داده می‌شود و بخشی باقی می‌ماند. فیلترها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: جذبی و تراکمی. فیلترهای جذبی با جذب طول موج‌هـــای نامطلوب، مابقی را انتقـــال می‌دهند، این فیلترها معمولا شـــامل شیشه‌های رنگ شـــده و نســـبتا ارزان هستند. فیلترهای تراکمی یا (Dichroic)، قسمتی از طول موج‌ها را بر می‌گردانند و بقیه را عبور می‌دهند، واژه Dichroic از واژه‌ای یونانـــی به معنی دورنگ مشتق شده است. این فیلترها با استفاده از تکنیک فیلم نازک ساخته می‌شوند.

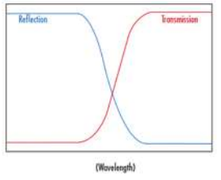


فیلترهای نوری را می‌توان بر اســـاس ســـاخت، کاربرد و نور آن‌ها به انـــواع مختلفی طبقه بندی کرد. فیلترهـــای تک‌رنگ فقط یـــک طول موج را انتقال می‌دهند و دارای نـــوار باریکی از طول موج‌های عبور یافته هستند. فیلترهای فرابنفش، فیلترهای مادون قرمز دسته دیگری از فیلترهای نوری هستند. فیلترهای چگالی خنثی (Neutral Density Filters) شـــدت همـــه نورهای عبوری را کاهـــش می‌دهند. ایـــن فیلترها بـــه صورت لگاریتمی شدت طول‌موج‌های مختلف را کاهش می‌دهند و کاربرد اصلی آنهـــا در تصویربرداری اســـت. فیلترهای بلندگـــذر (longpass filters) طول موج‌های بلند طیف نـــور و فیلترهای کوتاه گذر (shortpass filters) طول موج‌های کوتاه را گذر می‌دهند این فیلترها برای میکروســـکوپی فلورسانت و ســـاخت آینه‌های یک طرفه کاربرد دارند. نوع دیگـــری از فیلترهای نوری فیلترهای پلاریزاسیون می‌باشـــند. در این نوع فیلترها نور براساس قطبش فیلتر می‌شـــود این نوع فیلترها در لنز دوربین‌ها و در عینک‌های آفتابی استفاده می‌شـــوند. به‌کمک این نـــوع فیلتـــر برخی از بازتاب‌های اضافـــی حذف شـــده و دید بهتری ایجاد می‌شـــود. فیلترهای رنگی، شیشـــه هایی با رنگ‌هـــای متمایز یا با طول مـــوج خاص خود هستند. در صورتی که این فیلترها در طیف رنگی قابل مشـــاهده قرار بگیرند، به‌صورت رنگی دیده می‌شوند.

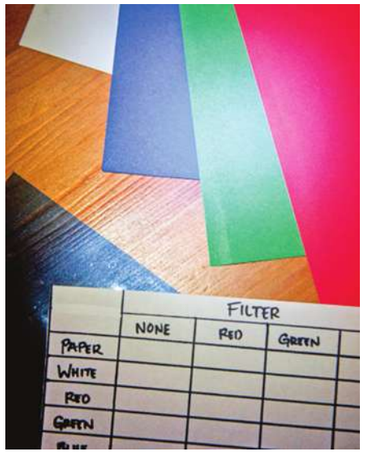
فیلتر جذب نور و رنگ

هنگامی که نور ســـفید بر روی یک جسم قرمز می‌تابد، تمام رنگ‌های تشکیل دهنده نور سفید توسط جسم جذب می‌شود به جز رنگ قرمز که منعکس می‌گردد؛ به همین علت است که شیء قرمز دیده می‌شود. فیلتر ماده‌ای شفاف است که برخی از رنگ‌ها را جذب می‌کند و اجازه می‌دهد تا بقیه آن‌ها از فیلترعبور کنند.

نور تنها منبع رنـــگ اســـت. رنگدانه‌های رنگ (paints, dyes, or inks) بـــا جذب بخش خاصی از طیف نوری و انعـــکاس بخش باقی‌مانده، رنگ را نشان می‌دهند. فیلترهای رنگی نیز به همین روش کار می‌کنند یعنـــی جذب طول موج‌هایی مشخص از رنگ و پراکندن طول موج‌های دیگر. فیلتر رنگ زرد فقط به زرد اجازه عبور می‌دهد و بقیه رنگ‌ها را جذب می‌کند. بنابراین هنگامی که نور آبی از یک فیلتر آبی عبور می‌کند و به جسمی آبی می‌تابد، آن جسم همچنان رنگ آبی را نشان می‌دهد. اما وقتی که نور آبی از یک فیلتر آبی عبور کند و به یک جسم قرمز رنگ برخورد کند، آبی جذب می‌شـــود و هیچ نوری منعکس نمی‌گردد پس جسم به رنگ سیاه دیده می‌شود.



تصویر یک فیلتر Dichroic که دارای طول‌موج‌های بازتابی و طول‌موج‌های عبوری است.

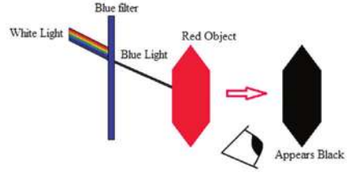


وسایل مورد نیاز

- چراغ قوه
- کاغذ قرمز، آبی و سبز
- کاغذ سلفون شفاف
- فیلترهـــای دوربین در رنگ‌هـــای قرمز، آبی و سبز
- نوار چسب یا کش لاستیکی

سوالات تحقیق

- چرا ورق‌های آبی، قرمز و ســـبز در نور سفید، سفید دیده نمی‌شوند؟
- فیلترها روی پرتوی ســـفید چراغ قوه چگونه تاثیری داشتند؟
- چرا وقتی نور قرمز بر کاغذ های آبی و ســـبز می‌تابد، آن‌ها رنگ خود را از دست می‌دهند؟



روش کار

۱- اتاق را تا آنجا که ممکن است تاریک کنید.
۲- چراغ قوه را روشن کنید و آن را به سمت کاغذ سفید نشانه بروید. مشاهدات خود را از رنگ کاغذ در جدول داده‌ها ثبت کنید.
۳- مرحله ۲ را با کاغذهای قرمز، آبی و سبز تکرار کنید.
۴- فیلتر قرمز را در مقابل پرتوی نور چراغ قوه قرار دهید. مانند تصویر کاغذ سلفون را با چسب یا کش برروی چراغ قوه ثابت کنید. پرتوی فیلترشده را بر روی کاغذ سفید، قرمز، آبی و سبز نمایش دهید و مشاهدات خود را ثبت کنید.
۵- مرحله قبل را با استفاده از فیلتر آبی وسپس سبز تکرار کنید و نتایج خود را ثبت کنید.

بررسی‌های دقیق‌تر

ابتدا یک فیلتر در مقابل منبع نـــور قرار دهید و سپس دو فیلتر رنگی و ســـه فیلتر رنگی را باهم ترکیب کنید و آزمایش را بـــا ترکیبات مختلف انجام دهید.

جدول نتایج

کاغذ فیلتر	بدون فیلتر	قرمز	سبز	آبی
سفید				
آبی				
قرمز				
سبز				

یکی از کاربردهای فیلترهای اپتیکی در عکاسی اســـت. فیلترها می‌توانند بازتاب‌های اضافی جوی را کم کنند. همچنین برای تنظیم کنتراست مناطق رنگی در عکس های ســـیاه و سفید، در ایجاد جلوه‌های ویژه در عکاســـی رنگی، برای عکاســـی در شـــب و ... استفاده می‌شوند.

فیلترهای رنگی
نور و تصاویر پویا

سمیرا کشمیری
samira.keshmiri@gmail.com

فیلترها صفحاتی از جنس شیشه، پلاستیک یا ژلاتین هستند که باعث تغییراتی در کیفیت یا کمیت نور می‌شوند. طلق‌ها گروهی از فیلترهای رنگی هستند که بر اساس جذب بخشی از رنگ‌های نور اصلی و عبور بخشی دیگر عمل می کنند و نور را رنگی جلوه می‌دهند. مثلا وقتی شما فیلتر قرمز را جلوی نور سفید قرار می‌دهید تنها رنگ قرمز از آن عبور می کند و نور پس از آن به رنگ قرمز دیده می‌شود. فیلترهای رنگی در عکاسی و در آزمایش‌های اپتیکی کاربرد زیادی دارند پس گاهی اوقات از آن ها به عنوان طیف سنج برای جدا کردن رنگ‌های مختلف نور استفاده می‌شود.

پیرامون ما پر شده از اجسامی که دارای رنگ‌هایی متنوع و متفاوت هستند. می‌دانید این اجسام چگونه به این رنگ‌ها دیده می‌شوند؟ ما اغلب اجسام را به دو شکل مشاهده می کنیم؛ اجسام غیرشفاف و اجسام شفاف.

اجسام غیرشفاف: اگر نور سفید را به جسم غیرشفاف بتابانیم این جسم مقداری از نور را جذب می کند و مقداری را نیز پراکنده می کند یا باز می‌تاباند. رنگ جسم مزبور بستگی به نور بازتابیده خواهد داشت. اگر به جسمی نور رنگی تابیده شود و آن جسم نور را بازتاب دهد، جسم به رنگ نور تابیده شده دیده می‌شود.

اجسام شفاف: اگر به یک جسم شفاف، مانند شیشه خالص، نوری بتابانیم تمام نور را بدون تغییر در شدت و طول موج از خود عبور می‌دهد. در حقیقت یک محیط شفاف نور را نه جذب و نه پراکنده می کند. از طرفی اجسام شفاف که آنها را به‌صورت رنگی می‌بینیم کاملا شفاف به‌حساب نمی‌آیند. این مواد در حقیقت برای قسمتی از طول موج‌های طیف شفاف محسوب می‌شوند و نور را عبور می‌دهند و برای قسمت‌های دیگر طیف غیر شفاف هستند، بنابراین ما آنها را به رنگ نوری که عبور می‌دهند مشاهده می کنیم. این مواد می‌توانند نقش یک فیلتر رنگی را بازی کنند زیرا می‌توانند قسمتی از رنگ قابل مشاهده جسم غیر شفاف پشت خود را بازتاب داده و عبور ندهد، بنابراین آن رنگ حذف شده و قابل مشاهده نخواهد بود. به‌عنوان مثال یک ورق ساده طلق رنگی می‌تواند این خاصیت را داشته باشد.

حالا بیایید با طلق‌ها، نقاشی متحرک بسازیم!

اگر می‌خواهید یک مشاهده علمی جالب داشته باشید کافی است یک برگه طلق قرمز و یک برگه طلق آبی تهیه کنید و از جعبه مداد رنگی ها مداد قرمز و آبی را بیاورید.

با مداد قرمز یک دایره روی برگه بکشید.طلق قرمز

مرکز ارتباطات و اطلاع رسانی
www.isti.ir

The 7th International
Innovation and Technology Exhibition
+ Forum
INOTEX
2018
Tehran-Iran/29June - 2July

هفتمین نمایشـــگاه بین‌المللی نوآوری و فناوری به همت پارک فناوری پردیس با موضوع «شهر هوشمند» طی ۳ روز از ۱۴ تا ۱۶ تیرماه ۱۳۹۷ در محل نمایشگاه‌های تخصصی شهرداری تهران دایر خواهد شد.

را روی آن قرار دهید. اتفاق جالبی افتاد!؟ بله دایره قرمز ناپدید می شود. حالا طلق آبی را جایگزین کنید. دایره را مشاهده خواهید کرد. همین کار را برای دایره آبی انجام دهید. می توانید حدس بزنید چه اتفاقی می افتد؟

شما با اســـتفاده از این خاصیت می‌توانید نقاشی متحرک درست کنید. کافی‌ست یک طرح را که می توان دو حالت برایش در نظر گرفت به عنوان سوژه انتخاب کنید. مثلا یک چتر باز و بسته. حالا با مداد آبی چتر بسته و دقیقا روی آن با مداد قرمز چتر باز را بکشید(به‌شکل بالا دقت کنید).

طلق آبی و قرمز را پشـــت ســـر هم روی تصویر حرکـــت دهد و بـــاز و بســـته شـــدن چتـــر را مشاهده کنید.

علت این اتفاق چیست؟

در این آزمایش با قرار دادن طلق قرمز، نور قرمز به صفحه کاغذ می رسد. کاغذ یک جسم کدر است بنابراین به رنگ قرمز دیده خواهد شد. وقتی شما با مداد قرمـــز روی کاغذ طرحی کشـــیده اید به دلیل همرنگی با رنگ کاغذ دیده نخواهد شد در حالی که طرح به رنگ آبی قابل مشاهده است.

خلاقیت تان را به‌کار گیریـــد و تصاویر متحرک بیشتری خلق کنید.

مرحله ۱ آزمایش: کشیدن نقاشی چتر باز و بسته به رنگهای قرمز و آبی

مرحله ۲ آزمایش: جابه جا کردن متناوب فیلتر آبی و قرمز

دریافت نسخه الکترونیک

نور در معماری سنتی و اسلامی

در شماره آینده بخوانید...