دانش‌بنیان

ویژه‌نامه لیزر و فوتونیک

ویژه‌نامه علمی، تخصصی، پژوهشی فناوری لیزر و فوتونیک
سال اول • شماره ۴ • دی ۱۳۹۶ • ۸۲ صفحه

گفت‌و گو با دکتر حبیب الله تجلی

دلسوزانه‌های استاد برتر علم لیزر و فوتونیک ایران

گفتگو با دکتر رضا فکر آزاد

موجیم که آسودگی ما عدم ماست

کمال‌الدین فارسی

ایرانی نوآور عرصه نورشناسی

لیدار در اتومبیل‌های آینده

جنرال موتورز، یک گام فاصله تا خودروهای خودران

بـــــــنام خداوند مهربان

امام علی علیه السلام:
هر کس در حال طلب دانش مرگش فرا رسد، میان او و پیامبران تنها یک درجه تفاوت باشد.

مجمع البیان: ۳۸۰/۹
منتخب میزان الحکمه: ۳۹۸

سخن سردبیر

گذر زمان نیاز جوامع مختلف بشری به فناوری های نو، کم هزینه و با کارایی بالا را بیشـــتر نموده و دارا بودن علوم روز باعث عدم وابستگی، پیشرفت و رفاه هرچه بیشـــتر مردم و از همه مهم تر عدم زورگویی کشورهای به اصطلاح قدرتمند، تولید و اشتغال با اتکا به توانمندی های داخلی و برآوردن بخشی از انتظارات اقتصاد مقاومتی خواهد شد.
«فناوری لیزر» از آن دســـت علومی است که پایه گذاری صنایع مختلف بر آن می تواند دســـتیابی به اهداف اقتصاد دانش بنیان را جامه عمل بپوشـــاند؛ یکی از این صنایع اساسی، صنعت لیزر پزشکی است که با تلاش محققان کشور عزیزمان در این زمینه و در بخش هایی مانند: تشخیص و درمان سلول های سرطانی، بخش هایی از جراحی مغز و علوم اعصاب (بیماری های مغزی، ام اس، پارکینسون)، جراحی عروق، دندانپزشکی، کمک به درمان ناباروری، جراحی و درمان پروســـتات و بیماری های ارولوژی، سنگ شکن های کلیوی، انواع جراحی های بسته دیسک کمر و ستون فقرات - گردن و ارتوپدی، جراحی های متنوع عیوب انکساری در چشم (مانند لیزیک - لازک - اپی لازک و PRK)، آنالیز هر چه دقیق تر نمونه های آزمایشگاهی، عمل های زیبایی ترمیم پوست و مو و .... به چشم اندازهای مناسبی دست یافته ایم.
امید است با تلاش روزافزون محققان و علاقه مندان این حوزه و توجه و حمایت شایسته مسئولان در راه رسیدن به سعادت مردم و این مرزوبوم مؤثر باشیم.

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

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
ستاد توسعه فناوری های نانو، فوتونیک و ساختارهای میکروفنی
ستاد توسعه فرهنگ علم، فناوری و اقتصاد دانش بنیان
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
دانش‌بنیان
لیزر و فوتونیک

ویژه‌نامه دانش‌بنیان
فناوری لیزر و فوتونیک
شماره چهارم • دی ۱۳۹۶

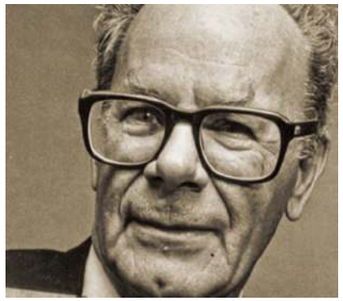
صاحب امتیاز: **معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری**
مدیر مسئول: **سورنا ستاری**
سردبیر: **پرویز کرمی**
جانشین سردبیر: **مهدی انصاری فر**
دبیر تحریریه: **مرضیه کبیری**
دبیر علمی: **آرین گودرزی**
ناظر تحریریه: **ایرج مشایخی اصل**
تحریریه: **مرضیه سادات حافظی، نجمه‌سادات حسینی مطلق، میترا رفاهی‌زاده، فاطمه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

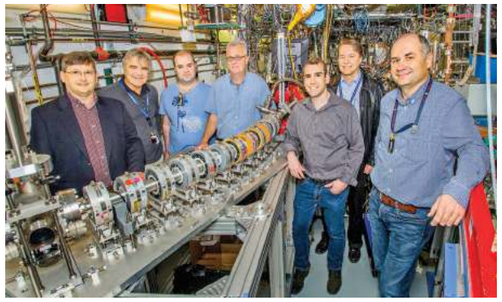
از تمامی خوانندگان محترم، فناوران و اعضای محترم پارک‌های علم و فناوری، شرکت‌های دانش‌بنیان، مراکز فناوری و شتاب‌دهنده‌ها دعوت به همکاری می‌گردد. لطفا نظرات، انتقادات و پیشنهادات خود را به آدرس ایمیل نشریه ارسال فرمائید.
ایمیل: mag.slpm@isti.ir

آلبوم ALBUM
آلبوم ۶

سخن اول EDITORIAL
سخن اول ۸

گفتگو INTERVIEW
دلسوزانه‌های استاد برتر علم لیزر و فوتونیک ایران ۱۰
موجیم که آسودگی ما عدم ماست ۱۴





از علم تا ثروت LASERTECH
گامی دیگر در توسعه محصولات داخلی ۲۰
چهار، صفربرای در اوج ماندن یک قهرمان ۲۴
فناوری روز در دستان ماست ۲۸

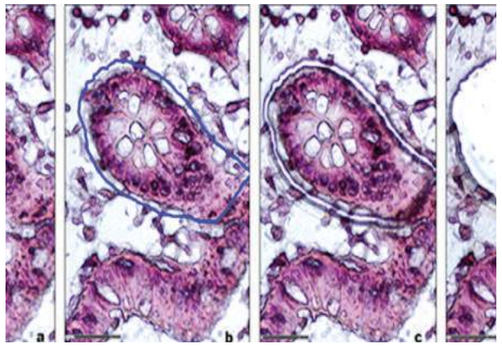
چشم‌انداز VISION
نقاط صفر بعدی با آستانه پایین‌تر لیزر می‌دهند! ۳۴
شتاب‌دهنده با بهره‌گیری از لیزر گازکربنیک ۴۰
لیزر و رنگینه های درون زاد ۵۰

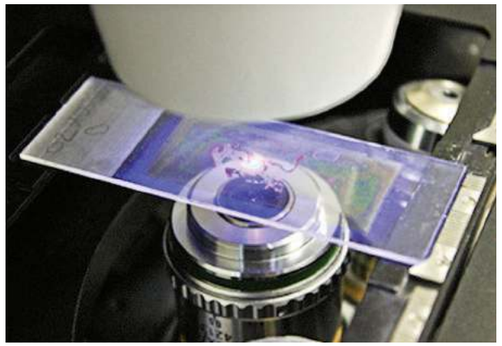
لیزرنیوز LASERNEWS
جایزه «پریزم» برای نوآوری در فوتونیک ۵۴
استفاده از لیدار در اتومبیل های آینده ۵۶

پیشتازان PIONEERS
کمال الدین فارسی ایرانی نوآور عرصه نورشناسی ۶۰
چه کسی لیزر را اختراع کرد ۶۶

راهنما GUIDE
راهنمای کاربردهای درمانی لیزرهای کم توان ۷۰
کامسول یک نرم‌افزار جامع فیزیکی ۷۲

مدرسه فناوری ACADEMY
پلاریزاسیون ۷۶
ایجاد شیشه‌های رنگی بدون استفاده از شیشه ۸۱





کاربردهای لیزر در زیست‌شناسی

محققان به کمک لیزر اشعه ایکس می‌توانند تغییرات ساختار یک پروتئین را در طول زمان نمایش می‌دهند، در شکل شبیه‌سازی تحول یک پروتئین مهم در یک باکتری را هنگام برخورد با نور نشان می‌دهد که در آزمایشگاه شتاب‌دهنده ملی SLAC تهیه شده است.

از دیگر کاربردهای لیزر در زیست‌شناسی سلولی و آسیب‌شناسی مولکولی امکان برش دادن قسمتی از یک بافت به کمک لیزر با نور آبی اســـت. در این روش با جداسازی قسمتی از نمونه تجزیه و تحلیل بدون خطر آلودگی انجام می‌شود.

توسعه لیزر و فوتونیک در مسیر اقتصاد

آرین گودرزی
مسئول واحد توسعه پژوهش و فناوری ستاد توسعه فناوری لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی

لیزر و فوتونیک به عنوان یـــک فناوری نوظهور، توسعه و رشد شـــگفت انگیزی در سال‌های اخیر داشـــته و هر روز دریچه‌های جدیدی از کاربرد این حوزه در دنیا گشوده می‌شـــود. در این میان کشور ما، با وجود سابقه طولانی در توسعه دانش و تحقیقات مربوط به این علم، و علیرغم اقدامات ارزشمند صورت گرفته، در زمینه توسعه فناوری همچنان در کســـب جایگاهی که مســـتحق آن می‌باشـــد ناکام مانده اســـت. این ناکامی شاید ریشـــه در فاصله گرفتن متخصصین، فناوران و دانشـــمندان از واقعیت حال حاضر این فناوری در کشور و نیاز واقعی صنایع داخل داشته باشد. مساله‌ای که موجب شده است توسعه و پژوهش به‌جای تمرکز بر رفع نیاز داخل، به حل مســـائل غیرضروری برای کشـــور منجر شـــود و در عمل نتایج تحقیقات ارزشـــمند محققـــان داخل تنها مورد بهره‌برداری بیگانگان قرار گیرد. در راستای رفع این چالش، معاونت علمی فناوری ریاســـت جمهوری در چارچوب ایجاد ستادی با محوریت لیزر و فوتونیک بر آن شـــده اســـت تـــا علاوه بر ساختاردهی به این فناوری، با ارائه حمایت‌های متنوع به متخصصان و فناوران، مسیر توسعه آن را در راستای تجاری‌سازی و تولید ثروت جهت‌دهی نماید. به نظر می‌رسد امروز جامعه متخصص ما کمبودی از لحاظ تسلط بر دانش فنی، شناخت نســـبت به حوزه‌های کاربرد و آگاهی از بازار این محصول احســـاس نمی‌کنـــد. در واقع حلقه گم شـــده تحقق اهداف فناورانه بحث تجاری سازی و ورود دانش فنی ایجاد شـــده به دنیای کســـب و کار و صنعت کشور است. رســـالت اصلی ستاد توســـعه فناوری لیزر، فوتونیک و ســـاختارهای میکرونی حمایت از تمامی ذینفعانی اســـت که به‌نحوی در زمینه ایجاد دانش‌فنی منجر به تولید محصول فعالیت می‌کنند، گسترش کاربرد و بازار محصولات را در دستور کار دارند و یا به نحوی در ترویج و ارتقای شـــناخت عمومی در زمینه این فناوری تلاش می‌کنند. امید است پیشگامان لیزر و فوتونیک در کشور، صنعت‌گران، متخصصان و فناوران جوان و با انگیزه، با مشارکت هرچه بیشتر و با قرار گرفتن در کنار این ســـتاد، ما را در انجام وظایف خود یاری نموده و راه را برای دست یابی به تحول، توسعه و آنچه که با توجه به ظرفیت‌ها و زیرساخت‌های کشور عزیزمان دور از ذهن نیست هموار نمایند.

گفتگو
INTERVIEW

دلسوزانه‌های استادبرتر علم لیزر و فوتونیک ایران ۱۰

۱۰ دلسوزانه‌های استادبرتر علم لیزر و فوتونیک ایران
۱۴ موجیم که آسودگی ما عدم ماست

گفت‌وگو با دکتر حبیب‌الله تجلی

دلسوزانه‌های استاد برتر علم لیزر و فوتونیک ایران

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

درباره دکتر حبیب‌الله تجلی

دکتر حبیب تجلی عضو هیئت علمی پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی دانشگاه تبریز است. از سوابق اجرایی و علمی ایشان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

معاونت دانشکده علوم، معاونت پژوهشی، مدیر گروه اتمی و مولکولی و ریاست پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی دانشگاه تبریز، عضو هیأت مدیره انجمن فیزیک ایران، عضو فرهنگستان علوم، رییس واژه گزینی فرهنگستان ادب فارسی، عضو انجمن اپتیک آمریکا، عضو انجمن لیزر هندوستان، دبیری و عضویت در هیأت تحریریه چند مجله بین‌المللی و داخلی، عضویت در هیأت امنای دانشگاه محقق اردبیلی اردبیل و مؤسسه آموزشی الغدیر، عضو مؤسسین خانه علوم تبریز و استاد دانشگاه تبریز.

دکتر حبیب الله تجلی از پیشکسوتان و بزرگان کشور در زمینه لیزر و فوتونیک است که از هیچ تلاشی برای نوآوری در زمینه آموزش اپتیک و فوتونیک فروگذار نکرده است و روزگاران بسیار صرف اعتلای دانش و فناوری لیزر نموده‌است. وی که دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را در رشته فیزیک دانشگاه تبریز گذرانده است تمام علاقه درونی خود را از دوره دبیرستان در ریاضیات وفیزیک یافته بود به طوری که به محض پذیرفته شدن در رشته فیزیک دانشگاه تبریز، بدون تردید از ثبت‌نام در رشته‌های فنی دانشگاه پلی‌تکنیک تهران، که دانشگاه برجسته آن زمان در رشته‌های فنی بود، صرف نظر کرده و در رشته مورد علاقه خود در شهر تبریز تحصیلات خود را آغاز نمود. دوره کارشناسی ارشد ایشان نیز در همین دانشگاه و زیر نظر اساتید هندی و آلمانی سپری شد. حبیب‌ا.. تجلی در دوران تحصیل در دانشگاه فعالیت‌های تجربی و آزمایشگاهی گسترده‌ای انجام می‌داد. بعد از اتمام کارشناسی ارشد بلافاصله بورسیه تحصیل در دانشگاه یورک انگلستان را اخذ کرده و در آنجا کارهای تجربی خود را این‌بار در زمینه لیزر که در آن زمان در جهان موضوعی بسیار تازه بود ادامه داد. تجلی پس از بازگشت به ایران فعالیت‌های علمی و آموزشی خود را در دانشگاه تبریز آغاز نمود، وی با توجه به اعتقادی که در مورد ضرورت پرداختن به کارهای تجربی داشت پژوهشکده فیزیک کاربردی و تحقیقات ستاره شناسی تبریز را تاسیس کرد. در گفتگویی که با وی داشتیم بر نیاز کشور به دلسوزی، ایمان و از خودگذشتگی توانمندان علمی کشور برای پیشرفت و رفع مشکلات تاکید داشت، در ادامه می‌توانید گفتگوی ما با دکتر حبیب‌الله تجلی را بخوانید...

لطفا ضمن معرفی خودتون بفرمایید چگونه به عرصه لیزر و فوتونیک وارد شدید؟

بعد از پایان دوره کارشناسی ارشد بلافاصله به من بورس تحصیل در کشور انگلستان را دادند از میان دانشگاه‌ها دانشگاه یورک را انتخاب کردم و در آنجا کارهای تجربی را ادامه دادم در آن زمان لیزر بسیار جوان بود و من چون به این موضوع علاقه‌مند شده بودم وارد این حوزه شدم. بیشتر فعالیت من در آزمایشگاه برای ساخت نوعی از لیزرهای حالت جامد بود. لیزرهای حالت جامد شامل لیزرهای یاقوت و اضافه کردن ناخالصی نئودیمیوم در ساختارهای مختلف است، کار من هم نئودیمیوم در استانیوم آمونیا بود و باید ترازهای انرژی را مشخص و بررسی می کردم آیا برای لیزرزایی مناسب و قابل مقایسه با Nd:YAG هست یا خیر. در چهار سالی که در دانشگاه یورک بودم تمام کارهای تجربی را خودم انجام می‌دادم، هم به واسطه مشغولیت زیاد استاد که درگیر مسابقه و مباحثه شدیدی بود که در دنیا در زمینه لیزر شکل گرفته بود و هم به‌سبب تحقیقات بسیار تخصصی که روی موضوع پایان‌نامه خود و اطلاعات وسیع‌تری که نیاز داشتم و هم از حوزه فعالیت‌های علمی و اطلاعات استاد خارج بود. پایان‌نامه من در بین کل پایان‌نامه‌های انگلستان موفق به اخذ جایزه برترین تز دکترای این کشور شد. بعد از دکترا بی‌درنگ به تبریز برگشتم و از آنجا که به دنبال کار تجربی بودم از تجهیزات آزمایشگاهی موجود استفاده کردم و کارهای تجربی را آغاز نمودم، هرچند امکانات دانشگاه تبریز برای ادامه کارهایی که در انگلستان انجام می‌دادم مناسب نبود اما کارهای دیگری را با این امکانات اپتیکی شروع کردم.

چگونه پژوهشکده فیزیک کاربردی و تحقیقات ستاره شناسی تبریز تشکیل شد و چه فعالیت هایی در آن انجام گرفت؟

در دانشگاه آن زمان تمرکز بیشتر بر آموزش بود تا کار تجربی. از طرفی در تبریز یک مرکز تحقیقات ستاره‌شناسی داشتیم که در زمان جنگ محل تعلیمات نظامی شده بود اما برای کارهای تجربی مکان مناسبی بود، در آنجا یک آزمایشگاه اسپکتروسکوپی تشکیل دادم که بعد از مدتی همین مکان به پژوهشکده فیزیک کاربردی و تحقیقات ستاره‌شناسی تبدیل شد. این محل پژوهشکده‌ای سطح بالا در کشور شد و در زمان مسئولیت بنده دومین پژوهشکده برتر در میان پژوهشکده‌های همه کشور شد در حال حاضر هم مسئولیت این پژوهشکده با آقای دکتر عسگری است. این پژوهشکده در ابتدا مرکز تحقیقات بود همان‌طور که می‌دانیم برای تبدیل یک مرکز تحقیقات به پژوهشکده نیاز به فعالیت سه گروه تحقیقاتی است، در ابتدا در این محل تنها روی اسپکتروسکوپی و اپتیک کار می کردیم بعد از آن گروه حالت جامد را تشکیل دادیم در این دوره همکارانی را به صورت پاره وقت پذیرفتیم و دانشجویان دکترا را در اینجا فعال و بعد از همین دانشجویان استفاده کردیم. گروه ستاره‌شناسی هم که در حقیقت این محل و رصدخانه مراغه محل فعالیت آنها بود هم در پژوهشکده مستقر شدند و به‌این ترتیب شرایط مهیا شد و تبدیل به پژوهشکده شدیم، البته در عمل به نتیجه رسیدن این کار به‌سادگی آنچه گفته می‌شود نبود و به پشتکار و پیگیری زیادی نیاز داشت.

بعد از تشکیل پژوهشکده یک دوره کالج بین‌المللی در سال ۲۰۰۰ در زمینه فوتونیک ایجاد کردم در حالیکه در آن زمان فوتونیک در کشور شناخته شده نبود. از این دوره از بهترین‌های فوتونیک دنیا برای شرکت و تدریس در آن دعوت کردم و به دانشجویان دکترای خود گفتم که با این متخصصان و پژوهش گران برجسته جهانی ارتباط برقرار کنند این کار باعث شد فوتونیک در ایران شناخته شود و بسیاری از بزرگان حال حاضر عرصه فوتونیک کشور راه ادامه تحقیقات خود را در این زمینه از همین جا شروع کردند.

کالج بین‌المللی دیگری هم در زمینه فوتوکریستالهای مایع برگزار کردم. که هم‌اکنون در برخی دانشگاه‌ها در سطح خوبی روی آن کار می‌شود.

پس طبق گفته شما فوتونیک در کشور از اینجا شکل گرفت و چگونه به یک رشته تحصیلی تبدیل شد؟

بعد از این کالج، توجهات به موضوع مباحث نوین فوتونیک که در دنیا کار می‌شد جلب شد. در آن موقع برنامه فوتونیک ایران را برای کارشناسی ارشد نوشتم و وزارت علوم تصویب کرد. به این ترتیب رشته

افتخارات دکتر تجلی به عنوان استاد و پژوهشگر نخبه کشور

این استاد دانشگاه تبریز ترجمه شش عنوان کتاب، چاپ یکصد و پنجاه مقاله در مجلات ISI و علمی پژوهشی، ارایه ۱۴۰ مقاله در سمینارها و کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی، راهنمایی و مشاوره ۷۶ پایان نامه کارشناسی ارشد و رساله دکتری و اجرای ۳۰ طرح پژوهشی را در کارنامه دارد.

این استاد برجسته بارها به عنوان استاد نمونه کشور و استاد نمونه آموزشی دانشگاه، پژوهشگر نمونه استان و دانشگاه انتخاب شده‌است.

دکتر تجلی رییس ستاد ملی سال جهانی نور در کشور بوده است، وی در این مورد می گوید:
"عمدتا بنا بود در این سال به شناسایی و شناساندن نور و کاربردهای آن به جامعه کمک کنیم. در سی استان کمیته اپتیک تشکیل دادیم تا برنامه‌ای بگذاریم که اهمیت و کاربرد نور را از سطح دانشگاه تا افراد عادی جامعه بشناسانیم. بزرگداشت و معرفی ابن هیثم که سال جهانی نور، میلاد او بود در جاهای مختلفی انجام گرفت کارهای علمی و عملی برای دبیرستان‌ها و دبستان‌ها انجام شد و کتابی در زمینه فعالیت‌های سال جهانی نور با نام سال جهانی نور در حال انتشار است."
وی افزود: "یکی از مهمترین کارهایی که در این سال انجام شد جمع آوری یک مجموعه در مورد افراد متخصص و پژوهشگران برجسته عرصه لیزر و فوتونیک در کشور و فعالیت‌های آنها است."
در ضمن ایشان یکی از کارهای ماندگار این سال را پیگیری ایجاد ستاد توسعه فناوری‌های لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی دانست که به تشکیل آن در کشور منجر شد.
تشکیل موزه علم و تصویب نامگذاری روز شانزدهم ماه می به‌عنوان روز جهانی نور را در یونسکو به پیشنهاد ایران از دستاوردهای برنامه‌های این سال است.

فوتونیک در ایران شکل گرفت و بعد از چند سال دکترای فوتونیک تصویب شد بعد از آن، از سال ۱۳۸۷ تصمیم گرفتم رشته بیوفوتونیک را در کشور را راه‌اندازی کنم. برای این کار نیز سومین کالج بین‌المللی با موافقت دانشگاه تبریز و همکاری دانشگاه علوم پزشکی را ترتیب دادیم، اما متاسفانه علی‌رغم دعوت از برترین‌های بیوفوتونیک و تلاش زیاد ما و دوستانمان در دیگر کشورها، از جمله آقای دکتر صندوق‌دار که مسئول شاخه بیوفوتونیک موسسه ماکس پلانک بود، بخاطر محدودیت‌های سیاسی ایجاد شده اساتید بین‌المللی از شرکت در آن سرباززدند و این دوره در حد گردهمایی داخلی در سطح کشور برگزار شد. البته برنامه بیوفوتونیک کشور را نوشتم و به وزارت علوم ارایه کردم، اما هنوز به تصویب نرسیده است. در هر حال یک گروه بیوفوتونیک با همکاری دانشگاه تبریز و پژوهشکده فیزیک کاربردی و تحقیقات ستاره شناسی و معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تشکیل داده شد و خود من هم در آنجا فعال هستم و خوشبختانه به موفقیت‌های خوبی هم در زمینه تجهیزات آزمایشگاهی، تولید مواد بیوفوتونیکی و انتشار مقالات رسیدیم.

در حال حاضر در پژوهشکده فیزیک کاربردی چه کارهایی انجام می‌شود؟

پژوهشکده بیشتر بر کاربردهای لیزر متمرکز بوده است نه ساخت لیزر. عمده فعالیت‌های ما در این پژوهشکده در شاخه اتمی مولکولی و لیزر و اپتیک در زمینه اسپکتروسکوپی و طیف نمایی لیزری، بلورهای مایع و نیم رساناها بوده است، در حال حاضر تحقیقات روی نانو ذرات و اخیرا هم بر روی تصویربرداری و سالیتون‌ها کار می کنیم. در شاخه حالت جامد تحقیقات در زمینه سلول‌های خورشیدی، کوانتوم لیزرها به‌صورت نظری انجام می‌شود. گروه پلاسما هم کارهای بزرگی در سطح کشور انجام می‌دهد. همان‌طور که گفتم در زمینه لیزر در مسئله ساخت ورود نکرده‌ایم، چون هم جاهای مختلفی در کشور هستند که وارد این کار شده‌اند و هم اینکه به شخصه از فرایند ساخت لیزر در اینجا راضی نیستم.

چرا از فرایند ساخت لیزر راضی نیستید؟

چون اینکار چندان که باید به نتیجه مطلوب نرسیده است ما چندین بار تکنولوژی‌های بالا را با صرف هزینه‌های زیاد وارد کشور کرده‌ایم ولی ادامه داده نشده است، مثلا با این اوصاف باید وضع ما در زمینه لیزرهای حالت جامد بسیار بهتر از آنچه امروز می‌بینیم باشد. متاسفانه تضمینی در مورد عملکرد مناسب اغلب دستگاه‌ها وجود ندارد و در بعضی کارها جنبه نمایشی بیشتر است. ما از روز اول برنامه ساخت لیزر در پژوهشکده نداشتیم، هرچند بعضی از دانشجویان ساخت را در گذشته انجام دادند و استفاده‌هایی شد ولی به‌اعتقاد من لیزر باید سال‌های متمادی بتواند عملکرد مناسب داشته باشد.

به نظر شما وضعیت صنعت لیزر ایران در مقایسه با دیگر کشورها چگونه است؟

عمده متخصصان لیزر پیشکسوت در کشور ما تربیت‌یافته کشورهای دیگر و افرادی با توان بالا هستند. اما عدم وجود هماهنگی، دلسوزی و برنامه‌ریزی باعث می‌شود ما نیروهای متفرق را ببینیم که گاهی برآیند بردار کارها یکدیگر را خنثی می کنند. می‌توانم بگویم در خاورمیانه وضعیت ما بسیار مطلوب است البته ترکیه با سرعت زیادی در حال پیشرفت است. در سطح دنیا هم از نظر توان علمی عاملین اصلی و امکاناتی که توانسته‌ایم خریداری کنیم قابل مقایسه با کشورهای بزرگ هستیم اما نتوانسته‌ایم اینها را تبدیل به نتایجی کنیم که قابل مقایسه با نتیجه کشورهای پیشرفته باشد. باید بگویم که در این کشور امکانات بسیار زیادی تهیه شده است که متاسفانه بسیاری از آن‌ها استفاده عمومی نشده و به‌صورت اختصاصی درآمده یا اصلا از آن استفاده مناسب صورت نگرفته است.

توزیع امکانات لیزری کشور در شهرستان‌ها نسبت به تهران چگونه است؟

متاسفانه عمده امکانات در تهران جمع شده و از آنجا که منابع مالی و پول هم اینجاست، توزیع خودبه خود متناسب نیست و عملا شهرستان‌ها بی‌نصیب هستند مگر اینکه پیگیری‌های مداوم و نفس گیر داشته باشند، مثلا هنوز برای خیلی‌ها نام پژوهشکده فیزیک کاربردی به عنوان یک مرکز فعال در زمینه لیزر و فوتونیک شناخته شده نیست در حالی که از اولین مراکز فعال لیزر و فوتونیک کشور است، البته اینکه بعضا کارهای خوبی در شهرستان‌ها دیده می‌شود به این دلیل است که آنجا مشغولیت افراد به بعضی حواشی کمتر است و بیشتر بر کار خود تمرکز دارند، در نتیجه آنهایی رشد می کنند که می‌دانند کارهای علمی و فعالیت بیشتر باید داشته باشند تا شناخته شوند وگرنه عمدتا کارها به درجه ترقی تهران نرسیده است.

به نظر شما چگونه می توان بر مشکلات و چالش های موجود فایق آمد و علم لیزر را بیش از پیش در جامعه گسترش داد؟

اولین پارامتر را در بهبود شرایط، ایمان متخصصان به کارشان می‌دانم، به‌نظر من مردم و دانشجویان آگاه هستند بنابراین عملکرد و علاقه واقعی متخصصان بر روی افراد و حس کنجکاوی آن‌ها بسیار تاثیرگذار است. بسیار مطلوب است برنامه‌های فرهنگی وجود داشته باشد و با زبان ساده کار لیزر را در زمینه‌های مختلف خصوصا زمینه‌هایی که با زندگی افراد مرتبط است مانند سلامت به آنها شناساند، مثلا یکی از مسایلی که به نظر من امروز در زندگی افراد اثر خواهد داشت بیوفوتونیک است.
به نظر من «باور کردن، دلسوزی و حمایت» سه پارامتر اصلی برای رفع مشکلات بزرگ در سر راه پیشرفت دانش این کشور هستند. اگر برنامه‌ریزی‌ها توسط افراد دلسوز و علاقه‌مند، با توانایی علمی، تخصص و از خود گذشته انجام شود موثر خواهند بود و به نظر من حتی وجود یک نفر با همه این خصوصیات کافی است که بسیاری از مشکلات را حل کند.

گفتگو با دکتر فکر آزاد
نماینده ایران و دبیر انجمن جهانی لیزر در پزشکی (WALT)

موجیم که آسودگی ما عدم ماست

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

دکتر رضا فکر آزاد، جراح و متخصص بیماری‌های لثه، فلوشیپ لیزر در دندان‌پزشکی و استاد تمام دانشگاه علوم پزشکی ارتش است. وی رییس مرکز تحقیقات لیزر در پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ارتش و همچنین رییس انجمن پزشکی لیزری ایران می‌باشد. دکتر فکر آزاد در بعد بین‌المللی پزشکی لیزری نیز چهره‌ای شناخته شده به حساب می آید. وی دبیری انجمن جهانی لیزر تراپی پزشکی (WALT) را بر عهده دارد؛ به عبارتی دکتر فکر آزاد تنها نماینده ایران در جامعه بین‌المللی لیزر پزشکی، بعد از بیست و دو سال فعالیت است.

یازدهمین کنگره سالانه انجمن لیزر در پزشکی ایران در ۶ام تا ۸ام دی ماه در زمینه‌های مختلف پزشکی لیزری برگزار شد.

در مورد تاریخچه لیزر و ورود آن به ایران برای خوانندگان ویژه نامه بفرمایید.

نزدیک به ۵۵ سال است که لیزر در پزشکی دنیا مطرح شده است. تاریخچه ورود آن به ایران به اوایل انقلاب برمی گردد. سازمان انرژی اتمی، یک سری دستگاه‌های لیزری را به کشور وارد کرد و شروع به مطالعه و ساخت آن‌ها نمود. در شروع، تکنیک‌های گوناگونی در استفاده از لیزر وجود نداشت. از حدود ۳۰ سال پیش، بیشتر لیزرهای پر توان برای برداشتن ضایعات پوستی و همچنین کنترل بینایی افراد دیابتی و حتی لیزرهای دندان پزشکی در حد تحقیقات در کشور وجود داشته‌اند. لیزرهای زیبایی و پوست در طی ۲۰ سال گذشته به طور جدی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. حدود ۱۵ سال پیش، شرکت‌ها فعالیت خود را مبنی بر ورود دستگاه‌های لیزر کم توان به شکلی جدی تر آغاز کردند. این لیزرها با اقبال بسیار زیادی روبه رو شد و به آسانی نیز در دسترس پزشکان قرار گرفت. و در حال حاضر بیشتر در حیطه چشم پزشکی و پوست و طب فیزیکی و فیزیوتراپی فراگیر شده‌است. طب لیزرهای اربیوم و دیودی نیز در دندانپزشکی به‌شدت در حال گسترش می‌باشد.

کاربردهای لیزر در پزشکی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟

لیزر در سه زمینه درمان، تشخیص و لیزرهای تراپیوتیک که اثر شبه دارویی دارند به کمک پزشکان می‌آید. در بحث تشخیص، از آثار مختلف لیزر در برهم‌کنش با بافت‌هایی که در بدن وجود دارد، استفاده می‌کنیم. به عنوان مثال برای مشکلات پوست و تشخیص تومورها در اجزای مختلف بدن کاربرد دارند. همچنین برای تشخیص نوع بیماری دستگاه‌های لیزری وجود دارد که قسمت‌هایی نمونه‌برداری شده از بدن را در آن قرار می‌دهند. به‌طور مثال با قرار دادن مقداری از بزاق بیمار مبتلا به سرطان دهان در دستگاه و تاباندن لیزر به ان تشخیص می‌دهند که این فرد مبتلا به یک ضایعه پاتولوژیک هست یا نه؛ که روشی بدون تهاجم و بدون استفاده از چاقو برای انجام عمل نمونه‌برداری یا همان بیوپسی است. حتی از پدیده فلورسانس در تشخیص پوسیدگی دندانی استفاده می‌شود.

در بخش دیگر، لیزر می‌تواند مثل چاقوی جراحی عمل کند. یعنی برای برش بافت نرم در جراحی‌ها، برداشتن تومور، استخوان و حتی مینای دندان که سخت‌ترین عضو بدن است کاربرد دارد. در کنار آن، برای مسائلی همچون سنگ‌شکنی، درمان پروستات، حذف ضایعات تخمدانی و درمان ضایعات عروقی نیز از لیزر استفاده می‌شود. کاربرد درمانی لیزر به دلیل اینکه لیزر انتخابی عمل می کند و کمترین آسیب را به بافت‌های سالم اطراف نقطه هدف وارد می کند، بسیار گسترده است. شایع ترین کاربرد این لیزرها برهمکنش فوتو ترمال است که فوتون‌های پرقدرت با تبدیل انرژی به حرارت باعث کنده شدن و از بین رفتن هدف مورد نظر می‌شود. البته در بعضی موارد چون درمان عیوب انکساری چشم می‌توان با دانسیته انرژی بسیار بالا و عرض پالس بسیار کوتاه در حد فمتوثانیه برهمکنشی فتوابلیشن یا فتومکانیکال را نیز مشاهده کرد.

در آخر کاربرد لیزرهای کم شدت یا فتوبیومدولیشن مطرح می‌شود. این لیزرها چهار اثر متابولیک، ایمونولوژیک، ضد دردی و ضد التهابی دارند. لیزرهای کم شدت مانند لیزرهای پرشدت اثر تخریبی ندارند و بالعکس اثر ترمیمی دارند. مثل درمان زخم‌های دیابتی و زخم بستر. اخیرا از این لیزرها در علوم اعصاب در بهبود بیماری‌هایی مانند افسردگی، آسیب به نخاع و آسیب های ناشی از سکته مغزی و قلبی استفاده شده است. درامر باز توانی سلول و ارگانی می توانند در بسیاری از رشته‌های علوم پزشکی از جمله بیماریهای عضلانی اسکلتی؛ بیماریهای قلبی و ریوی؛ بهبود المانهای خونی و حتی در بیماران سرطانی در کنار روشهای تشخیصی چون فتودیاگنوزیز و درمانی و حذف سرطان چون فتودینامیک تراپی برای کاهش عوارض درمانهای شیمی درمانی و رادیو تراپی چون درماتیت یا موکوسیت دهانی به طور موثری نیز از این اثرات فتوبیومدلیشن تراپی با لیزرهای کم شدت بهره می‌برند و کیفیت زندگی انها را بهبود می‌بخشند.

آقای دکتر انجمن پزشکی لیزری ایران در چه سالی و با چه هدفی تاسیس شد؟ هم‌اکنون چه جایگاهی دارد؟

این انجمن ۱۵ سال پیش، یعنی سال ۸۱، توسط افرادی چون دکتر هاشمی وزیر بهداشت، دکتر فرهادی، دکتر دولتی و دکتر کامروا و چند فعال این عرصه تاسیس شد. این انجمن در حال حاضر بالغ بر ۴۰۰ عضو رسمی دارد. انجمن پزشکی لیزری ایران یک نهاد مردم نهاد هست که از میان پزشکان و متخصصین؛ همچنین

گفتگو
INTERVIEW

فعالیت‌های فرهنگی انجمن

در سال ۲۰۱۲ هیئت مدیره انجمن، یک حرکت فرهنگی ویـــژه به‌عمل اورد و یـــک فرش مزین بـــه لوگوی انجمن جهانـــی لیزر تراپـــی WALT و انجمن پزشکی لیزر ایران و یک بیت شعر معروف از ادبیات ایران (ما زنده به آنیم کـــه آرام نگیریم / موجیم که آسودگی ما عدم ماست) طراحی شد و به کنگره سالانه انجمن فوق که در پرینسبن اســـترالیا برگزار می‌شد در مراسم افتتاحیه تقدیم شد. این هدیه حامل پیامی فرهنگی به جهت شـــعر ادبی؛ هنری به لحاظ بافـــت فرش و علمی با ارائه چندین سخنرانی علمی بود به همراه متن پیامی بود که توسط نماینده ایران در آن جلســـه خوانده شـــد. متن پیام صلح و دوستی از یک تمدن ۷ هزار ســـاله به این انجمن در وبسایت این انجمن جهانی درج گردیده اســـت. جالب تر اینکه انجمن فوق به جهت سپاسگذاری و ارج نهادن به این حرکت تیم ایرانی، این فرش را به عنوان سمبل خود پذیرفته و هر دو سال به یک کشور برده می‌شود و در ایام کنگره در معرض دید همگان قرار می گیرد. این فرش از استرالیا به امریکا، بعد به برزیل رفته و در حال حاضر در کشـــور نروژ می‌باشد. سپس برای کنگره سال ۲۰۱۸ به فرانسه منتقل می‌شود.

علوم وابسته پزشکی و متخصین فیزیک لیزر و علوم وابسته عضوگیری می کند و زیر نظر وزارت بهداشت فعالیت می کند. رسالت انجمن، بسط و توسعه دانش لیزر در کلیه علوم پزشکی است. انجمن لیزر در پزشکی ایران از یازده ســـال پیش عضو چندین فدراســـیون جهانی همچـــون،WFLD،WALAT ،WALA ،PPM می باشـــد. علاوه بر این، حضور یک نماینده از این انجمن در هیئت برد انجمن جهانی نقطه مثبت برای پزشکی لیزری ایران محسوب می‌شود. انجمن جهانی لیزر در پزشکی به راحتی از هر کشـــوری عضو نمی گیرد و در کنگره‌های ســـالانه، مقالات و تحقیقات را به راحتی پذیرش نمی کند. ولی در ســـال‌های گذشته به تعداد قابل توجهی از محققین ایران عزیـــز در آنها پذیرفته شده و پرزنت شده است. لذا حضور ایران در این عرصه نشان‌دهنده جایگاه ارزشـــمند او در بین کشورهای صاحب نام لیزر در حوزه پزشکی می‌باشد.

■ فعالیت های گوناگون انجمن شـــامل چه اقدامات و اهدافی می‌شود.

دامنه فعالیت انجمن، همه رشته‌های علوم پزشکی و حتی در بعضی موارد مهندسی پزشکی را در بر می گیرد. بر مبنای رسالت این گونه انجمن‌های علمی، انجمن لیزر نیز کنگره‌ها، سمینارها و کارگاه‌هایی برای گروه مخاطبین خود که بیشـــتر همکاران علوم پزشـــکی هستند، برگزار می کند تا دانش لیزر به صورت علمی و دانشگاهی عرضه بشود. در کنگره‌ها، کاربرد لیزر در زمینه‌هایی همچون، پوســـت و زیبایی، بیماری‌های داخلی، جراحی، دندان‌پزشکی، علوم اعصاب، درمان و تشخیص سرطان‌ها و حتی طب سوزنی مطرح می‌شود. همچنین، مبانی فیزیکی لیـــزر، برهم کنش‌های آن با بافت‌های بدن، اسپکتروســـکوپی یا طیف سنجی برای تشخیص بیماری‌ها مورد بررسی قرار می گیرد. در کنار این موارد ذکر شـــده، به موضـــوع اخلاق در پزشکی نیز توجه ویژه می‌شود. در حاشیه کنگره‌ها نیز، نمایشگاه‌هایی برگزار می‌شود. همچنین انجمن سعی می کند با تولید برنامه‌های تلویزیونی و بروشـــورهای اموزشـــی برای عموم مردم در جهت افزایش آگاهی مردم کشورمان قدمی بردارد. از کارهای دیگر انجمن، می‌توان به برگزاری کارگاه‌هایی برای فارغ‌التحصیلان رشته‌های مختلف علوم پزشکی در تعامل با انجمن‌های دیگر اشاره کرد.

برگزاری نهمین کنگره جهانی لیزر در دندان پزشکی توســـط این انجمن، در فروردین امســـال، با وجود تحریم‌هـــا و فشـــارها بـــرای جلوگیـــری از ورود متخصصان خارجی به کشور، نقطه عطفی در تاریخ پزشکی کشور محسوب می‌شد. از کارهای مطبوعاتی ما، می‌توانم به مجله لیزر در مدیکال ساینس اشاره کنم که به زبان انگلیسی و با همکاری دانشگاه شهید بهشتی، منتشر می‌شود. این مجله در ســـامانه ISI و PubMed ایندکس شده هست و در آن مقاله‌هایی از محققین بین‌المللی و ایرانی به چاپ می‌رسد.

■ جایگاه ایران در موضوعاتی همچون آموزش، پژوهش و درمان در لیزر پزشکی به چه صورت است؟ آیا همگام با کشورهای پیشرفته در این زمینه هستیم؟

متاســـفانه به بحث‌های آموزشـــی در سطح کل دنیا کمتر پرداخته می‌شود. در ایران نیز چون تکنولوژی لیزر از طریق شرکت‌ها وارد کشـــور شده، جنبه‌های مالی پراهمیت‌تر از جنبه علمی و آموزشی بوده است. به همین خاطر در دوره‌های عمومی و تخصصی بسیار کم به آموزش در این حوزه پرداخته می‌شود. یکی از برنامه‌های انجمن، برگزاری دوره‌های تکمیلی برای فارغ‌التحصیلان اســـت که ســـعی دارد به این طریق مشکل را کم‌رنگ‌تر کند. اما به طور کلی اگر بخواهیم به عنوان پیشرو در این زمینه شناسایی شویم و یا طبق افق ۱۴۰۴ به قطب علمی در منطقه تبدیل شویم، در بحث آموزش استانداردهای مطلوب نیاز داریم که هنوز به آن حد نرسیده‌ایم. در مورد پژوهش، خوشبختانه در دندان‌پزشـــکی، اورولوژی و چشم پزشکی جایگاه مناسبی داریم. در خاورمیانه هم‌تراز کشوری همچون ترکیه عمل می کنیم. همچنین مرکز ملی لیزر، فناوری لیزرهای دایودی را بومی‌سازی کرده است. اما دنیا در این زمینه به سرعت در حال پیشرفت است. ما باید خود را با این ســـرعت منطبق کنیم که از نظر بنده، راه دور و سختی نیست. قطعا با وجود حرکت‌های حمایتی و جهادی، مانند تاسیس ستاد توسعه فناوری‌های لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی این امر می‌تواند میسر گردد. در بحث درمان، در بسیاری از حوزه‌ها همگام با کشورهای پیشـــرفته و مجهز دنیا هستیم. با وجود مقاومت برخی از پزشکان و اساتید قدیمی‌تر، لیزر در حوزه‌های چشم‌پزشـــکی، جراحی، پوست و زیبایی، فیزیوتراپی، طب فیزیکی و توان‌بخشی و تا حدودی دندانپزشکی جا افتاده اســـت. البته در بخش زیبایی، پوســـت و درمان چاقی، به دلیل تقاضای زیاد جامعه فعالیت در این بخش زیاد شده و گاها سواستفاده هایی به طور غیرقانونی توسط افراد غیر آگاه به دانش فوق و حتی بعضی مراکز غیر رسمی و غیر مرتبط رخ می‌دهد.

■ شما با تولیدکنندگان داخلی هم در ارتباط هستید و از آن‌ها حمایت می کنید؟

بله. به دلیل اینکه ورود به بازار رقابت با دســـتگاه‌های

در کنگره جهانی لیزر در دندانپزشکی ایران نیز یک فـــرش دیگر به انجمن SOLA اهدا گردید که مزین به پرچم ۱۷۰ کشور بوده و همچنین منقش به لوگوی انجمن لیزر ایران و زولا، همراه با یک بیت شعر معروف سعدی، «بنی آدم اعضای یکدیگرند»، می‌باشد. این حرکت نیز بسیار مورد توجه انجمن جهانی لیـــزر در دندانپزشـــکی قرار گرفتن و در حال حاضر این فرش در دفتر رئیس دانشکده دندانپزشکی وین در اطریش نصب می‌باشد.

لیزر و فوتونیک
ویژه‌نامه دانش‌بنیان • فناوری لیزر و فوتونیک
شماره چهارم • دی ۱۳۹۶

ارتقا آموزش در کشور:
یکی از طرح هایی که در چند سال گذشته شروع کردیم به نام PDALD، (طرح توسعه و بسط دانش لیزر در دندان‌پزشکی)، بود که سعی کرد به صورت پایه‌ای به مقوله لیزر در دندانپزشکی بپردازد. در این طرح ۲۰ نفر از اعضا هیئت علمی دانشکده‌های سراسر کشور را با همکاری دانشگاه آخن المان به عنوان مدرس آموزش دادیم. درادامه واحد درسی اموزشی لیزر را با تمام مقاومت‌ها وارد کوریکولوم آموزشی دندانپزشکی نمودیم. در حال حاضر این افراد در دانشکده‌های خود مشغول فعالیت هستند و به عنوان مراکز تحقیقاتی فعال نقش ارزشمندی در تولیدات علمی در حیطه دانش لیزر در دندانپزشکی ایفا می کنند. این تجربه موفق می تواند یک الگوی مناسب برای برگزاری در حیطه‌های دیگر علوم پزشکی در آینده باشد.

خارجی برای تولیدکنندگان داخلی بسیار سخت می‌باشد و این شرکت‌ها نیاز به معرفی بیشتری دارند، انجمن در کنگره‌هایی که برگزار می کند شرایطی را مثل در نظر گرفتن تخفیف ویژه برای حضور شرکت‌ها و معرفی محصولات داخلی در نظر می گیرد. اما به‌طور کلی، خرید از محصولات داخلی با دو مشکل مواجه است؛ یکی از این مشکلات طراحی نامناسب ظاهر دستگاه است که جلب مشتری نمی کند، دومین مانع این است که وقتی تولید دستگاه‌ها از جنبه دولتی خارج می‌شوند، بحث فناوری آن‌ها تحت‌الشعاع جنبه مادی و فروش آن قرار می گیرد. البته گرایش گروه پزشکی به محصولات با برند ایرانی نیز مثل باقی کالاهای ایرانی در سطح عامه کمتر بوده و نیاز به زمان و جا افتادن دارد . البته به جهت رشد سریع این تکنولوژی این روند برای برند شدن نیز نمیتواند همگام با رشد سریع ان جایگاه خود را در میان کاربران پیدا کند. البته با برنامه‌ریزی دقیق و سریع امکان اینکه در آینده ما هم بتوانیم به عنوان یک مرکز تولیدکننده لیزرحداقل در سطح خاورمیانه معرفی شویم دور از دسترس نخواهد بود. همچنین با عنایت به وجود فناوری بومی شده لیزری و درمانگران کاربلد ؛ امیدواریم در آینده در بحث توریسم سلامت هم بتوانیم مراکز و کلینیک‌های لیزری با استانداردهای ویژه و بالا تاسیس کنیم تا مردم از کشورهای همسایه برای درمان لیزری به ایران مراجعه کنند.

■ همان‌طور که می‌دانید، هزینه های درمان لیزری بسیار بالاست. برای رفع این مشکل چه کاری باید انجام شود؟

بلی درست هست به جهت تحریم‌ها این دستگاهها چند دست چرخیده و بسیار گران به دست کاربر می‌رسد و دست اخر برای بیماران جزو خدمات گران به حساب می‌آید.یکی از معضلاتی که در این زمینه مطرح می‌شود بحث بیمه است. بیمه، بیشترین کاربرد لیزر را برای مسائلی همچون پوست وزیبایی در نظر می گیرد و تحت پوشش قرار نمی‌دهد. امیدواریم بتوانیم طی مذاکراتی که با بیمه در اینده به عمل می‌آوریم کاربردهای دیگر درمان با لیزر همچون درمان زخم بستر، مشکلات بیماری‌های دیابتی را مطرح کنیم و امور درمانی لیزرتراپی را حداقل جز خدمات درمانی پزشکی تحت پوشش بیمه قرار دهیم.

■ آقای دکتر به نظر شما راه درست ترویج این دانش برای عموم مردم به چه صورت است؟ به طوری که راه سوءاستفاده از لیزر و کاربردهای آن بسته شود؟

با وارد کردن این دانش در کتب درسی دبیرستانی و همچنین مطرح کردن آن در سطح رسانه های ملی همچون صدا و سیما و رسانه های مجازی میتوان به صورت غیر جانبدارانه به ترویج این دانش پرداخت. البته ما در انجمن وبسایت و در شبکه های اجتماعی در فضای مجازی چون تلگرام و لینکداین؛ کانال ترویجی داریم که هم برای همکاران و هم برای عموم مردم مطالب مفید واخرین یافته‌های علمی قرار می‌دهیم. همچنین لیستی از پزشکان دوره دیده، تهیه کرده‌ایم و در وبسایت انجمن به طور آزاد در اختیار مردم قرار می‌دهیم. البته مراکز معتبر لیزری از طریق شبکه‌های بهداشت مناطق نیز قابل شناسایی هستند. رسانه‌های پر مخاطب مانند صدا و سیما نیز با ساخت برنامه‌های گوناگون در این زمینه می تواند بسیار اثربخش باشد. همچنین، برگزاری کارگاه‌هایی در مدارس که از پایه با علوم نور و لیزر و کاربردهای آن آشنا شوند، بسیار تاثیر گذار است. تهیه بورشورهایی برای معرفی ساده لیزر و محاسن و معایب آن و توزیع در اماکن درمانی نیز یکی از راه های ترویج صحیح است. سخنم را با این درس بزرگ که مکتب نور به من اموخت به پایان می‌رسانم: در عالم نورانی دو گروه هستند؛ آن‌هایی که چون خورشیدند و از خود نور ساطع می کنند یا اینکه چون آینه پرتوهای منابع نوری دیگر را به نیازمندان اعطا می کنند. زیباتر آنکه در تابش این الطاف هیچ مرزی چون جنس؛ رنگ؛ دین؛ جغرافیا و... را بر نمی تابند.
ادرس وبسایت و کانال انجمن: irmla , www.irmla.ir@

از علم تا ثروت
LASERTECH

۲۰ کامی دیگر در توسعه محصولات داخلی
۲۴ چهار، صفر برای در اوج ماندن یک قهرمان
۳۰ فناوری روز در دستان ماست

گزارشی از شرکت تجهیزات پیشرفته الکتروآپتیک پارس

گامی دیگر در توسعه محصولات داخلی

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

معرفی اعضای شرکت

مجتبی زمانی: کارشناسی ارشد فوتونیک، دانشگاه شهید بهشتی، طراحی اپتومکانیک و چیدمان های اپتیکی، دیجیتال مارکتینگ

امید چوپانیان: کارشناسی ارشد فیزیک اتمی، دانشگاه امیر کبیر، طراحی اپتومکانیک، طراحی مدارهای الکترونیکی، برنامه نویسی

مریم کلانتر هرمزی: کارشناسی ارشد فیزیک اتمی، دانشگاه الزهرا، طراحی مدارهای الکترونیکی، کنترل کیفی

تاسیس شرکت

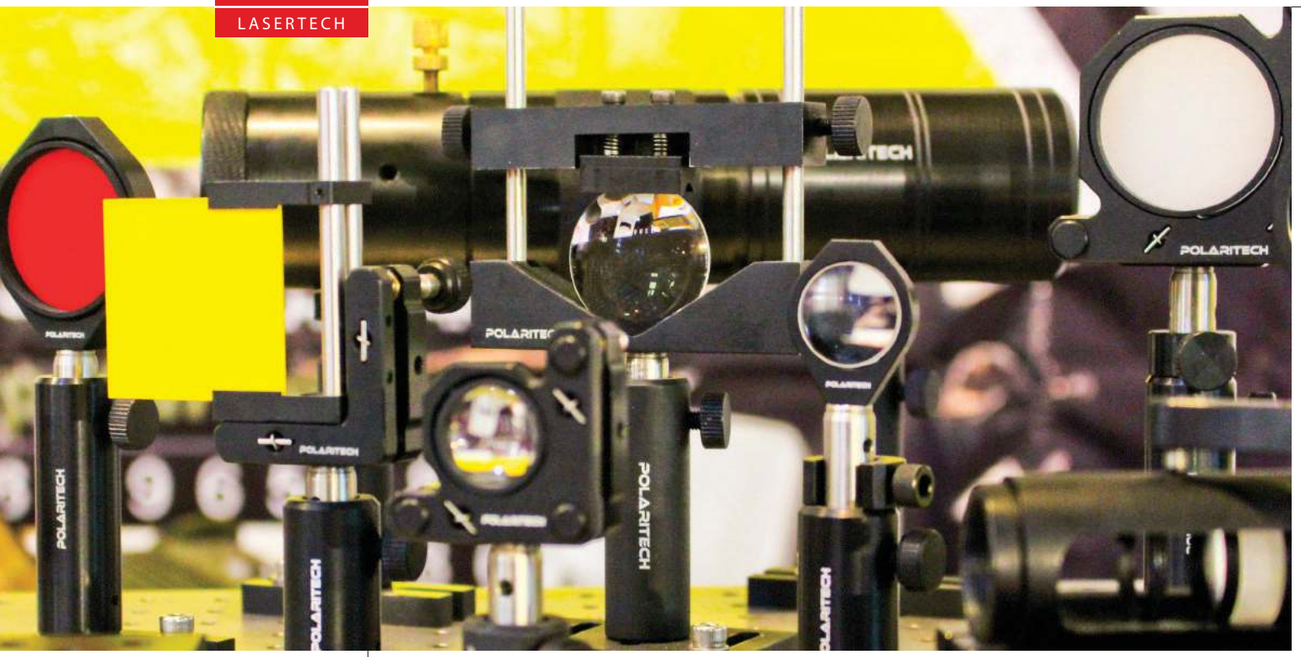
شـــرکت پلاریتک به صورت رسمی در اسفندماه سال ۱۳۹۴ به ثبت رسیده است. با این وجود ایده تاسیس شرکتی در حوزه‌های عملکردی فعلی، از مدت ها قبل در ذهن موسسان شکل گرفته بود. قبل از تاسیس شرکت، تعداد زیادی از محصولات به صورت نمونه ســازی اولیه و یــا نمونه نهایی درآمده و تعداد بیشـــتری جهـــت فرآیند تولید، طراحی شـــده بود. بنابراین پیش از ثبت رسمی شـــرکت، مقدار زیادی از مســـیر پیش روی آن ترسیم شده بود.

این شرکت توســـط ســـه نفر از فارغ‌التحصیلان رشـــته‌های فیزیک و فوتونیک راه‌اندازی شـــد. موسسان شرکت قبل از ثبت آن دارای تجربه قبلی در زمینه ساخت تجهیزات آزمایشگاهی اپتیک و لیزر بودند. اعضای موســـس این شرکت، آقایان، مجتبی زمانی (مدیرعامل و کارشناس فنی)، امید چوپانیان (رییس هیئت مدیره و کارشناس فنی) و خانم مریم کلانتر هرمزی (عضو هیئت مدیره و کارشناس فنی) بودند.

شرکت "تجهیزات پیشرفته الکتروآپتیک پارس" با نام تجاری "پلاریتک" با هدف دسترســـی سریع، ارزان و مطمئن پژوهشگران علم اپتیک و فوتونیک به تجهیزات و قطعات آزمایشگاهی ساخت داخل تاسیس شده است.

زمینه فعالیت شرکت

حوزه فعالیت این شرکت شـــامل تولید و عرضه طیف وسیعی از تجهیزات آزمایشگاهی از قبیل ماژول لیزرهای دیودی، قطعـــات اپتومکانیک و نگهدارنده‌های اپتیکی، انواع میز و بردبورد اپتیکی ضد ارتعاش، انواع چیدمان‌های اندازه‌گیری اپتیکی (مانند چیدمان های تداخل‌ســـنج مایکلسون و ماخ‌زندر، چیدمان z-scan، چیدمان طیف‌ســـنج تشدید پلاسمون ســـطحی، انحراف‌سنج ماره، چیدمان‌های اثر مگنتو اپتیکی کر و فارادی و ...)، انواع جابه‌جاگرهای خطـــی و چرخان موتوردار، آشکارســـازهای فوتونی و قطعات اپتیکی است. در این شـــرکت سعی شـــده پاســـخ به نیازهای مشـــتری در اولویت قرار گیـــرد. بنابراین بخش مشـــاوره شـــرکت جهت راهنمایی مشتریان در فرآیند تصمیم‌گیری و خریـــد، مخصوصا جهت سفارشی‌ســـازی محصولات و یا بهینه‌ســـازی چیدمان‌های آزمایشـــگاهی، به‌عنـــوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های شـــرکت پلاریتک در نظر گرفته شده است.



آشنایی با ساختار شرکت پلاریتک

این شـــرکت از بخش‌هـــای تحقیـــق، طراحی و مهندسی معکوس، ساخت و تولید، کنترل کیفیت و فروش، خدمات پس از فروش و ارزیابی تشکیل شده است.

بخش تحقیق وظیفه بررســـی منابع معتبر ملی و بین‌المللی و نیازســـنجی تجهیـــزات مورد نیاز آزمایشگاه‌های سطح کشـــور را برعهده دارد. در بخش طراحی و مهندسی معکوس، طراحی قطعات و تجهیزات جدیـــد، عیب یابـــی و بهبود قطعات قبلی و مهندسی معکوس تجهیزات دارای دانش فنی متوسط و بالا انجام می گیرد. مراحل ساخت تجهیزات و قطعات طراحی شده، در بخش ساخت و تولید انجام می شود. این بخش دارای زیرشاخه‌های مکانیک، اپتیک و الکترونیک اســـت که رابطه‌ای تنگاتنگ و همگرا دارند. بخش کنترل کیفیت به صورت قسمتی مســـتقل از بخش ساخت و تولید طراحی شده است. این بخش وظیفه کنترل کیفیت محصولات و تطابق آن با استانداردها و معیارهای تدوین شده توسط شرکت را دارد.

در نهایـــت بخش فروش، خدمـــات پس ازفروش و بازاریابی، وظیفه معرفی محصـــولات از طریق رسانه‌های در دسترس شرکت (سایت اینترنتی، فروشـــگاه اینترنتی شـــرکت، کانال‌های عرضه محصولات در شبکه‌های اجتماعی)، انجام خدمات پس از فروش نظیـــر تعمیر و گارانتـــی و فروش محصولات شرکت را برعهده دارد.

همکاران شرکت

در حال حاضـــر ۸ نفر به صورت مســـتقیم و یا به صورت برون‌ســـپاری پروژه‌ها از طریق شـــرکت مشغول به فعالیت هســـتند. افراد مشغول در این شرکت جزو متخصصین این حوزه و حوزه‌های بین رشته‌ای مانند الکترومکانیک هستند.

فعالیت‌های پژوهشی در پلاریتک

فعالیت‌های پژوهشـــی تیم تحقیق و توسعه این شـــرکت عمدتا بر روی روش جدیدی در ساخت حس‌گرهای پلاسمون سطحی متمرکز است که به دلیل نوآوری های موجود در آن امکان انتشار مقاله

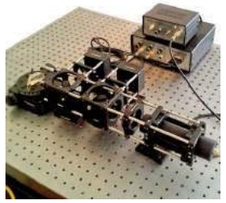
ماژول‌های لیزرهای دیودی، قطعات اپتومکانیک، نگهدارنده‌های اپتیکی، انواع میز و برد بورد اپتیکی ضد ارتعاش.

جابجاگر چرخان موتوردار

در مورد آن‌ها وجود ندارد. نگاه این تیم بیشتر به سمت تجاری‌سازی این ایده و استفاده از آن در حوزه‌های فنی بین رشته‌ای مانند پزشکی و بیوفوتونیک است.

از ایده تا محصول

در این شرکت فارغ از اینکه ایده از سمت چه کسی مطرح شده، بیشتر به قابلیت‌های تجاری‌سازی ایده‌ها و نیاز بازار به محصول نهایی توجه می‌شود.
تاکنون تعدادی از پژوهش‌های پیشین اعضا مانند اسپکترومتر تشدید پلاسمون سطحی به محصول تجاری تبدیل شده است. کاربرد این دستگاه در تشخیص تغییرات کوچک در ضریب شکست محیط های مرجع، تعیین زمان برهمکنش آنتی بادی ها، تشخیص زمان برهمکنش شکر و پروتئین، تشخیص وجود ملامین در شیر و ... است.
اگرچه نمونه‌های خارجی دستگاه‌های ساخته شده این شرکت، توسط تولیدکننده‌های معتبر جهانی در بازار موجود است، اما به دلیل قیمت مناسب‌تر محصولات داخلی در مقایسه با محصولات خارجی و امکان ارائه خدمات پس از فروش و سفارشی سازی، سهم قابل توجهی از بازار توسط محصولات ساخت داخل تامین می‌شود. با بررسی‌های میدانی و آنالیزهای صورت گرفته می توان گفت که بین ۱۵ الی ۲۰ درصد از کل حجم این بازار در اختیار این شرکت قرار دارد.
از نظر کیفیت، سطح محصولات تولید شده در شرکت پلاریتک در میان محصولات داخلی، بالا و مطلوب است؛ هرچند در مقایسه با محصولات شرکت‌های مطرح خارجی، با وجود کم شدن فاصله‌ها، طرح چنین ادعایی واقعی به‌نظر نمی‌رسد. بنابراین بارزترین ویژگی‌های محصولات پلاریتک در رقابت با شرکت‌های خارجی را باید قیمت مناسب، قابلیت سفارشی‌سازی با توجه به نیاز مشتری، ضمانت‌نامه و خدمات پس از فروش در دسترس دانست.
عمده مشتریان محصولات این شرکت، مراکز پژوهشی، دانشگاه‌ها، مراکز نظامی و مراکز تحقیق و توسعه صنایع هستند.
در حال حاضر علاوه بر تولید محصولات، انجام امور بازرگانی نیز توسط شرکت به صورت واردات تجهیزات مورد نیاز مشتریان انجام می‌پذیرد.



چیدمان آزمایشگاهی اسپکترومتر تشدید پلاسمون سطحی

حضور در نمایشگاه

این شرکت سال ۱۳۹۵ در نمایشگاه‌های نانو، فن بازار، کنفرانس فوتونیک و کنفرانس لیزر شرکت داشته و امسال نیز در نمایشگاه تجهیزات آزمایشگاهی ساخت ایران حضور پیدا کرد.

حمایت های صورت گرفته از پلاریتک

به طور کلی حمایت‌های صورت گرفته از شرکت‌های دانش‌بنیان در حال حاضر دارای تنوع و گستردگی مناسبی است. با این وجود اثر بخشی آن‌ها بیشتر متاثر از امکانات و توانایی شرکت‌ها است. حمایت‌های انجام شده از شرکت پلاریتک تاکنون به صورت مستقیم باعث کاهش چشمگیر هزینه‌های تولید و همچنین افزایش مشتریان شرکت شده است.
یکی از مهم‌ترین حمایت‌هایی که اختیار این شرکت قرار گرفته حضور در نمایشگاه تجهیزات آزمایشگاهی ساخت ایران با حمایت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری بوده است. همچنین با توجه به اهمیت مکان استقرار شرکت‌ها، امکان حضور و استقرار در مرکز رشد واحدهای فناور دانشگاه الزهرا از بدو تاسیس شرکت فراهم گردیده. همچنین این شرکت جهت دریافت حمایت برای طرح‌های پیش رو در حال مذاکره با کریدور صادرات محصولات دانش‌بنیان و صندوق نوآوری و شکوفایی است.

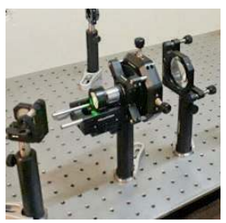
چالش‌ها؛ موانع توسعه

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها و موانع بر سر راه توسعه چنین شرکت‌هایی کمبود نقدینگی به صورت سرمایه در گردش است. عدم وجود سرمایه در گردش منجر به طولانی شدن انجام پروژه‌ها و کُندشدن مراحل اتمام کار می‌شود. مساله دوم بوروکراسی اداری نهادهای متولی حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان و به درازا کشیده شدن درخواست حمایت از این ارگان‌ها است.
با توجه به اینکه به تازگی ستاد لیزر تشکیل شده وفعالیت‌های صورت گرفته توسط آن هنوز قابل ارزیابی نیست ولی با این وجود عزم دولت جهت ایجاد پیشرفت در این حوزه و حمایت از شرکت‌های فعال در این زمینه، می تواند موجب کاهش مشکلات عدیده تولیدکنندگان شود.

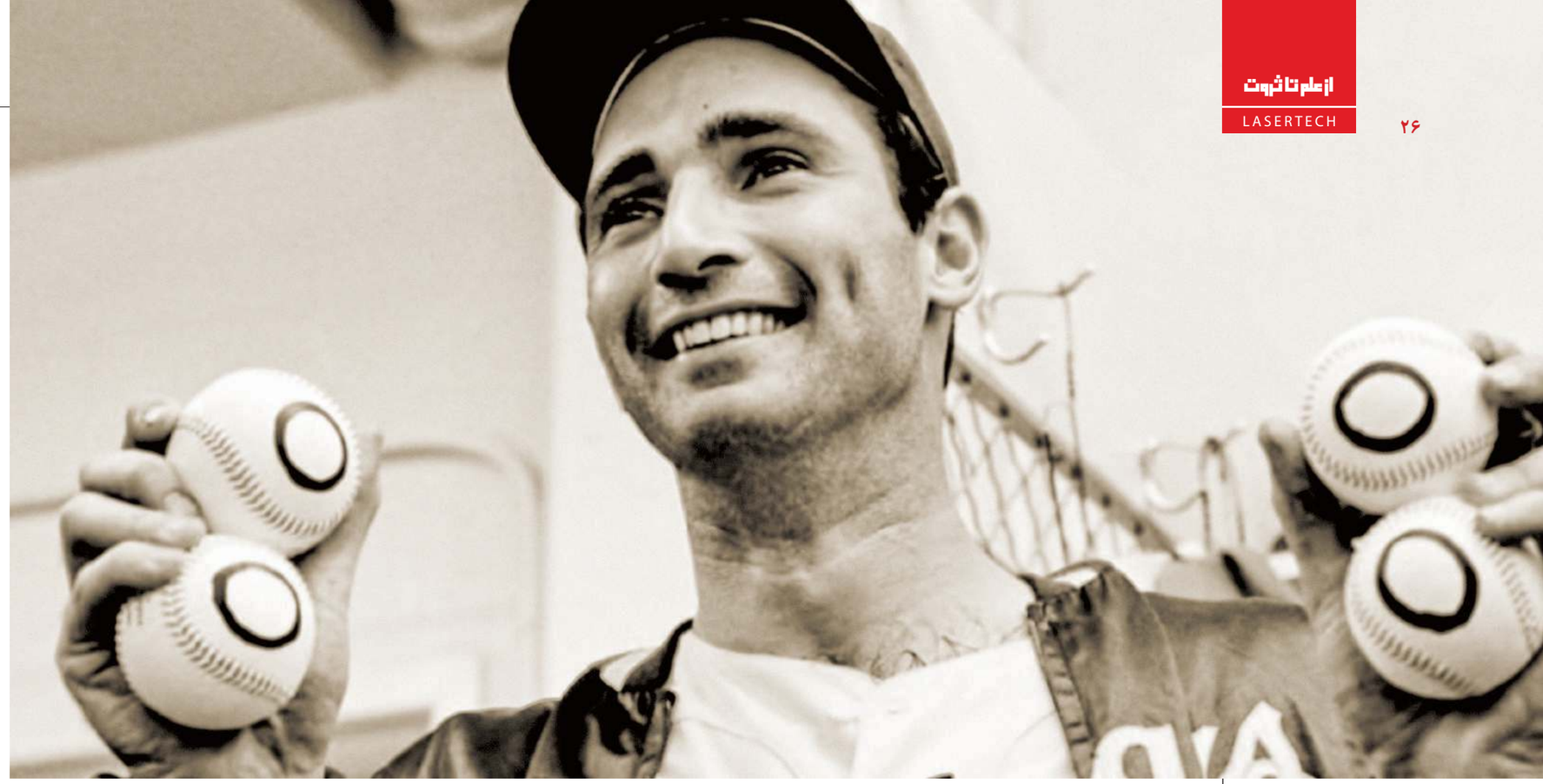
و آینده...

تکمیل سبد قطعات اپتومکانیک و چیدمان های اندازه‌گیری اپتیکی به همراه توجه مضاعف به ساخت حسگرهای مبتنی بر تشدید پلاسمون سطحی از جمله برنامه‌های آتی شرکت پلاریتک است.
به‌طور کلی نیز باید توجه داشت که در حال حاضر بازار لیزر در سطح جهانی رو به گسترش است. بنابراین در صورت وجود امکان صادرات محصولات این حوزه، می‌توان قابلیت بهره‌گیری از این گستردگی بازار را برای شرکت‌های داخلی فعال در این زمینه فراهم کرد.

نمونه ای از نگهدارنده های اپتیکی ساخت شرکت پلاریتک



چیدمان آزمایشگاهی انحراف سنج ماره



چهار، صفر برای در اوج ماندن یک قهرمان

در سال ۱۹۲۳ میلادی کریستین ترومپف و دو تن از شرکای تجاری او، جولیوس گیگر (Julius Geiger)، فروشگاه ماشین آلات مستقر در اشتوتگارت را خریداری کردند. این شرکت نام خود را به Trumpf & Co تغییر داد.

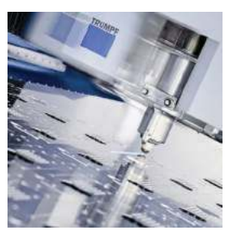
مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com

هدف از این نوشتار تنها معرفی یک شرکت فعال در زمینه لیزر نیست، هدف اصلی آشنایی با مسیری است که اصولا شرکت‌های موفق در دنیا برای نیل به اهداف خود طی می کنند. از ویژگی‌های قابل توجه شرکت‌های پیشرو، توانایی در ایجاد تحولات ساختاری و برنامه‌ریزی برای همسویی با پیشرفت‌های فناوری است که آنها را برای حرکت رو به جلو یاری می‌رساند. یکی از شرکت‌های بزرگ فعال و شناخته شده در زمینه ابزار آلات ماشینی و فناوری لیزر در دنیا، شرکت ترومپف (TRUMPF) است. این شرکت به سرعت خود را آماده رویارویی با تحولات دیجیتالی دوره حاضر می‌نماید. در ادامه به رویکرد حال حاضر و مسیر گذشته این شرکت نگاهی خواهیم انداخت و ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن را بررسی خواهیم کرد، ویژگی‌هایی که باعث شده بعضی ترومپف را با عنوان "قهرمان قدیم و جدید" بشناسند.

راه یابی ترومپف به ۴,۰

مدل تجاری جدید به عنوان انقلاب چهارم صنعتی، یا "تحول دیجیتالی صنایع" در دنیا موجی تازه به راه انداخته است، این مدل با عنوان ۴,۰ شناخته می‌شود. تحولاتی که در سال ۲۰۱۶ موضوع اصلی مجمع جهانی اقتصاد (WEF) در داووس به آن اختصاص یافت. پدیده‌ای نوظهور که شرکت‌های بزرگ نیز یکی‌یکی خود را در این مسیر قرار می‌دهند، مسیری که انتظار می‌رود منجر به تغییر اساسی در روش‌های تولید و مدل‌های کسب‌وکار حال حاضر در کشورهای صنعتی شود. در ۴,۰ به اعتقاد کارشناسان داده‌های مجازی با تجهیزات تولیدی واقعی ادغام خواهد شد و نتیجه این تولید هوشمند نزدیک شدن مصرف کننده و تامین کننده به یکدیگر است، به‌طوری که مشتری می‌تواند سفارش خود را مستقیم برای ماشین ارسال کند و محصول نیز به محض تولید در اختیار توزیع کننده قرار خواهد گرفت. خلاصه اینکه باید آماده ظهور بازارهایی بسیار سریع، کوچک، نحیف و مشتری محور در سراسر دنیا بود، حقیقتی که بعضی شرکت‌های بزرگ صنعتی از آن غافل نیستند و اتفاقا توانایی ویژه‌ای در گسترش و حضور قدرتمندتر در آن خواهند داشت.

شرکت ترومپف که سال‌هاست در زمینه ماشین آلات و لیزرهای صنعتی فعالیت می کند، طبق جدیدترین گزارش سالیانه خود، با عنوان "چهار، صفر[1]" (۴,۰) به تبیین چشم‌اندازها، ماموریت‌ها و اقدامات خود در این زمینه پرداخته است. این شرکت بهینه‌سازی فرآیندهای کسب‌وکار خود را نیز در گرو تحول دیجیتال یافته است و مسئولان شرکت اذعان می کنند دیگر از این سوال که این روند "له" یا "علیه" منافع شرکت است گذر کرده‌اند و به‌جای نگرانی در مورد پاسخ احتمالی این پرسش، به‌دنبال این هستند



1 Four Zero

در ۱۸ نوامبر، پس از گذشت بیش از ۴۰ سال سکان‌داری شرکت، پروفسور برتولد لایبینگر، Berthold Leibinger، مدیریت شرکت را به نسل بعدی خانواده منتقل کرد. خود او رئیس هیئت نظارت، دکتر نیکل لایبینگر- کاملر، Nicola Leibinger-Kammüller رئیس هیئت مدیره و پیتر لایبینگر، Peter Leibinger، معاون رئیس شرکت شدند.

که چطور می‌توان آینده را به‌طور فعال در این مسیر شکل داد. آنها عقیده دارند که حتما یافتن راه حلی که اجازه پیشرفت در این مسیر را بدهد میسر است. راه حلی که بدون به خطر انداختن سرمایه‌های این گروه فعال تجاری چه از نظر کاری و چه از نظر نیروی انسانی اهداف مد نظر شرکت را پیش می‌برد.

نگاهی به گذشته این شرکت نشان می‌دهد که آنان سابقه رویارویی و حتی خلق چنین موقعیت‌هایی را داشتند؛ مثلا در سال ۱۹۶۷ اولین دستگاه پانچ و ورق فلزی با سیستم کنترل عددی را با نام TRUMATIC ۲۰ راه اندازی کردند، دستگاهی که برای اولین بار به اتوماسیون کامل فعالیت‌های ماشینی انجامید. زنجیره چنین رخدادهایی شرکت ترومپف را در عرصه صنعت به یک شرکت مشهور و پیشرو تبدیل نموده است. ترومپف در راستای دستیابی به تولیدات هوشمند، برنامه‌ها و طرح‌های مدونی دارد و برای رسیدن به اهداف خود در این راه، در سپتامبر ۲۰۱۷ اقدام به راه‌اندازی یک مرکز تکنولوژی در شیکاگو نموده است، این شرکت به‌دنبال راه حلی برای طراحی فرآیندهای دیجیتالی تولید است. اما نکته جالب توجه این است که افتتاح این طرح در شیکاگو خود با اهداف خاصی صورت گرفته و هدف اصلی از تلاش برای هرچه نزدیک‌تر شدن به مرکز تولیدات دیجیتال در دنیا و ارتباط از نوع نزدیک با این فرآیند بوده است.

ترومپف بازیکن موفق گذشته

در سال ۱۹۲۳ شرکت ترومپف توسط کریستین ترومپف[2] آغاز به کار کرد، به این ترتیب تاریخ ۹۰ ساله شرکت سازنده ابزار آلات ماشینی و فناوری لیزر آغاز شد. این شرکت در ابتدا شفت‌های انعطاف پذیر برای استفاده در کارهای دندان‌سازی و چاپ تولید می‌کرد. با توسعه راه‌اندازهای موتوری، تولید شفت‌ها برای مقاصد صنعتی مانند پردازش فلز و چوب آغاز شد. عملا از اینجا بود که شرکت کار خود را به عنوان یک تولیدکننده ابزار آلات ماشینی آغاز کرد. شرکت در دهه پنجاه میلادی تعداد نیروی کار

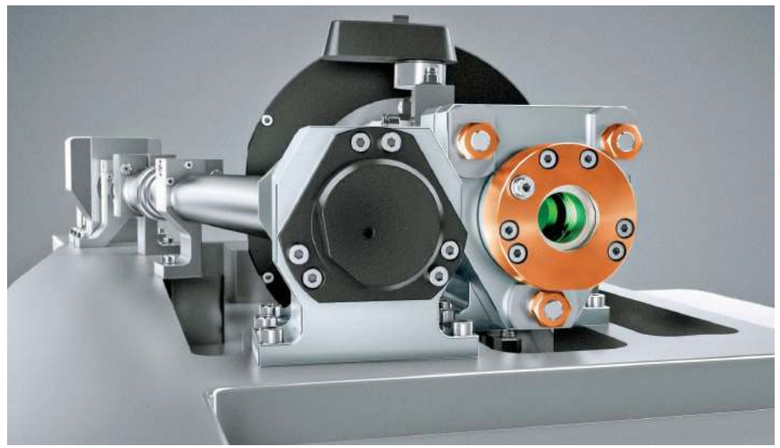
2 Christian Trumpf

خود را به ۱۴۵ نفر رساند در این مدت به یک شرکت بین المللی تبدیل شد. توسعه شرکت در این زمان به‌خاطر تولید و فروش دستگاه‌های برش منحنی فلزات بود.

ورود لیزر به شرکت ترومپف را باید سرآغاز یک تحول بزرگ در رویکردهای شرکت دانست. می‌توان گفت اولین نشانه‌های ورود لیزر به این شرکت در سال ۱۹۶۴ آشکار شد. در این سال موسسه‌های تحقیقاتی هاس[3] و فرانکفورت بتل[4] به کاربردهای لیزر در تولید شاه فنرها و همچنین دقت و کیفیت بالای جوش لیزری برای ساخت ساعت‌های مکانیکی پی بردند، بعدها و در سال ۱۹۹۲ ترومپف سهام‌دار هاس لیزر شد. موفقیت بزرگ دیگر شرکت ترومپف در سال ۱۹۶۷ اجرای موفقیت آمیز ماشین پردازش ورق فلزی با کنترل عددی[5] بود، طرحی که کار پردازش فلز را به صورت کاملا خودکار پیش می‌برد. از طرفی اوایل دهه هفتاد میلادی یک بخش داخلی برای حضور لیزرهای حالت جامد، بنیان گذاشته شد. در پایان این دهه شرکت ترومپف به آسیا نیز راه یافت و یک دفتر در یوکوهاماى ژاپن تاسیس کرد. سال ۱۹۷۹ زمان ورود ترومپف به دنیای لیزر، همزمان با ظهور یک نوآوری تازه بود، در این سال دستگاه پانچ لیزری TRUMATIC LASERPRESS ۱۸۰ توسط شرکت رونمایی شد. منبع آن یک لیزر CO_2 با توان ۵۰۰ و ۷۰۰ واتی ساخت ایالات متحده بود. در سالهای بعد این شرکت دنیای لیزر را به تسخیر خود درمی‌آورد و با تولید و گسترش دستگاه‌ها و منابع لیزری خود سال به سال توانمندی‌های خود را در فتح بازارهای جهانی افزایش داد.

لیزرهای CO_2 از دستاوردهای مهم شرکت است که دامنه فعالیت‌های آن را بسیار گسترش داد. تولید اولین لیزر CO_2 ساخت شرکت با توان بیش از 1WK و با رزوناتور لیزری فشرده برای ایجاد برانگیختگی فرکانس رادیویی[6] بود. لیزرهای CO_2 سبب شد

3 HAAS
4 Frankfurt Battelle
5 Numerical control
6 RF excitation



شرکت به نوآوری‌های متعدد در زمینه ساخت‌وتولید ماشین‌های لیزری دست یابد و در این زمینه به شهرت جهانی برسد. ترومپف به کمک شرکت هاس لیزر که دیگر کاملا به آن تعلق داشت وارد دنیای لیزرهای حالت‌جامد شد و مطالعات خود را برای ارایه اولین لیزر چندین کیلو وات پیوسته حالت‌جامد با کاربرد صنعتی به نمایش گذاشت. این شرکت لیزر دیسک را برای افزایش پتانسیل کارایی لیزرهای حالت جامد با پمپاژ دیودی ساخت و به‌این ترتیب تجهیزات آزمایشگاهی را به محصولات خود اضافه نمود. ترومپف با دستگاه لیزری جدید[7] خود به بالاترین قدرت و سرعت برای برش دست یافت. پس از سال ۲۰۰۰ تا به امروز نیز نوآوری‌های روز افزون این شرکت با ارایه نسل جدید دستگاه‌های پردازش لیزری ترکیب شده با لیزرهای توان بالا و قابلیت‌هایی چون اتوماسیون مدولار و استفاده از کدهای صنعتی استاندارد برای شناسایی سریع و قابل اطمینان قطعات ادامه داشته است. از دیگر پیشرفت‌های شرکت تولید منابع لیزر صنعتی چندین کیلووات و استفاده از فیبر نوری به‌عنوان یک راه حل برای بهره‌وری بیشتر لیزرهای حالت جامد و لیزرهای دیسک و افزایش کیفیت ورق کاری فلزات نازک و ضخیم بوده است.

7 TRUMATIC L3050

قهرمان امروز

این شرکت هم اکنون در دو بخش مجزای ابزار ماشینی و فناوری لیزر فعالیت می کند. شرکت ترومپف در گذشته دارای یک بخش پزشکی نیز بوده که این بخش را واگذار کرده است و این شرکت آلمانی دارای مالکیت خانوادگی بوده که محل دفتر مرکزی آن در دیت زینکن نزدیک اشتوتگارت است. این شرکت دارای سازمان یکپارچه عمودی است و حدود ۷۰ شرکت تابعه داشته و تقریبا همه بازارهای مهم دنیا را در زمینه ابزار ماشینی و لیزرهای صنعتی در دست دارد.

می‌توان گفت تا سال ۲۰۰۰ شرکت ترومپف عموما برای جامعه علمی جهان ناشناخته بود چرا که تقریبا ۱۰۰٪ از فروش آن به بازارهای صنعتی تعلق داشت اما امروزه شرکت بخاطر تولید لیزرهای دیسک و

لیزرهای صنعتی فموتوثانیه برای پژوهشگران و دانشمندان کاملا شناخته شده است.

شرکت ترومپف با راه‌اندازی پلت فرم کسب و کار دیجیتال AXOOM GmbH و ارایه خدمات فناوری اطلاعات برای شرکت‌های تولید کننده، تمام زنجیره ارزش را به طور مستقل از تولید کنندگان اداره می کند که این خود راهکاری برای حرکت گام به گام به سمت اهداف ۴,۰ شرکت به‌شمار می‌رود. در ضمن تاسیس بانک و تاسیس شرکت‌های سرمایه‌گذاری برای جذب سرمایه‌های خود، از اقدامات اقتصادی شرکت است. از طرفی شرکت ترومپف برای دستیابی به افق‌های تازه فناوری بیشترین استخدام نیروی انسانی را در حوزه تحقیق و توسعه (R&D) طی سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۵ داشته است.

در حال حاضر این شرکت دارای ۱۱۸۸۳ نفر نیروی فعال در سراسر دنیاست، از این تعداد ۶۰۲۳ نفر در کشور آلمان و بقیه در خارج از مرزهای این کشور، در آمریکا، آسیا و اقیانوسیه و دیگر کشورهای اروپایی فعالیت می کنند. تعداد نیروی انسانی شرکت بر خلاف تصور بسیاری از افراد، علی‌رغم برنامه‌های شرکت برای دستیابی به تولیدات دیجیتالی رشد ۶/۳ درصدی را تجربه نموده است.

تمام این اقدامات شرکت ترومپف را به یکی از پردرآمدترین شرکت‌های فعال در زمینه لیزر جهان تبدیل نموده‌است به طوری که در سال مالی ۲۰۱۶، فقط از بخش لیزر بیش از یک میلیارد یورو (از کل درآمد ۲/۸ میلیارد یورویی این شرکت) درآمد داشته است. ثروتی که آن را در زمره چهار شرکت لیزری در جهان با درآمد بیش از یک میلیارد دلار در این سال (۲۰۱۶) قرار داده است.

شرکت ترومپف حقیقتا یک شرکت پیشرو در جهان به حساب می آید که با گسترش فناوری و نوآوری مسیر موفقی را به سوی آینده طی کرده است. نوآوری‌های آن در بخش‌های ماشین‌آلات و فناوری لیزر، برآمده از حرکت شرکت در مسیر تحولات دیجیتال و تولید نرم‌افزارهایی است که راه را برای کارخانه‌های هوشمند هموار می کند و راهکاری برای دسترسی به فرآیندهای فناوری پیشرفته (هایتک) در الکترونیک و انقلاب صنعتی پیش رو به‌شمار می‌رود.

دایود لیزر شرکت پرنیان گستر پرتو سنج

فناوری روز در دستان ماست

زهرا متولیان
z.motevalian@yahoo.com

1393

سال تاسیس شرکت پرنیان گستر پرتوسنج.

دکتر ناصر شاهین‌فر فارغ‌التحصیل رشته پزشکی از دانشگاه مشهد در سال ۱۳۷۲، مدیر عامل شرکت پرنیان گستر پرتو سنج است.

از بین بردن موهای زاید به کمک لیزر مؤثرترین راه برای کاهش دایمی موی بدن می‌باشد. با تابش پرتوهای لیزر پرتوان با شدت بالا در سطح مقطع مشخصی از پوست فرآیند رفع دایمی موی زاید آغاز می‌شود؛ این سطح بالا از توان نور، توسط رنگدانه‌هایی که در فولیکول های مو قرار دارند جذب می شود. در بازه زمانی بسیار محدودی که هر پالس لیزری ایجاد می کند، انرژی بالایی توسط موهای بدن جذب شده و موجب افزایش دمای آنها می‌شود. در این حالت ساقه و ریشه مو به شدت آسیب دیده و توان رشد مجدد آن تا حد بسیار بالایی کاهش می‌یابد. سطح مقطع بزرگ تابش پالس لیزر موجب خواهد شد تا در مدت بسیار کوتاهی تعداد زیادی از موهای بدن حذف شده و فرآیند حذف موهای زاید در زمان کوتاه‌تری انجام شود. انطباق طول موج لیزر با باند جذب در رنگدانه‌های فولیکول مو، موجب افزایش بازده و توان لیزر در مقایسه با سایر روش‌های رایج مانند تکنولوژی IPL خواهد شد.

لیزر دایود رفع موهای زائد شرکت پرنیان گستر پرتو سنج با طول موج ۸۰۸ نانومتر یکی از محصولات دانش‌بنیان شرکت پرنیان گستر می‌باشد. این دستگاه لیزری بسیار پرتوان است و شدت بالایی از پرتو لیزری را در سطح مقطع خروجی دستگاه ایجاد می کند.

مشخصات دستگاه

لیزر دایود رفع موهای زائد این شرکت به صورت پالسی و با طول موج های ۸۰۰ یا ۸۱۰ نانومتر کار می کند. این دستگاه به علت محدوده وسیع تنظیمات طول پالس و انرژی، کاربردهای وسیعی داشته و قابلیت استفاده در پوست‌های تیره را نیز میسر می‌سازد. در این لیزر سرعت پوشش نواحی مختلف بدن بسیار بالاتر از روش‌های رایج مانند IPL است. این امر به‌دلیل سطح مقطع بزرگ و فرکانس کاری بالای دایود به‌کار رفته در آن، موجب شده کل فرآیند حذف موهای زاید چهار برابر سریع‌تر از روش‌های رایج مانند ، IPL Alexandrite و الکترولیز باشد. همچنین با استفاده از قابلیت خنک‌سازی چندلایه و پیچیده‌ای که در این دستگاه تعبیه شده گرمای محبوس در بافت به سرعت انتقال یافته و مانع از ایجاد هرگونه عارضه و سوختگی خواهد شد. همچنین عدم کنترل دمای بافت یا ایجاد خنک‌سازی موثر مانع از تسریع در فرآیند حذف موهای زاید و همچنین افزایش توان اپتیکی موثر و لازم برای بافت خواهد شد. یکی از بهترین سیستم‌های خنک‌سازی روز دنیا سیستم ICC (Integrated Contact Cooling) است. بنابراین بسیار مهم است که لیزر دایود از این سیستم پشتیبانی کند. هیچ یک از روش‌های دیگر (شامل خنک‌سازی به‌وسیله دمش هوای سرد یا ژل) تاثیر لازم را نخواهند داشت.

دستگاه دایود لیزر پرنیان از دو ماژول خنک‌ساز دمایی ICC در سر هندپیس خود به‌صورت همزمان بهره می‌برد. این امر باعث کاهش دمای سر هندپیس لیزر تا پنج درجه سانتی گراد برای تمام طول زمان به‌کارگیری خواهد شد. در این لیزر، عرض زمانی پالس قابل تعریف است همچنین نرخ تکرار پالس نیز در این سیستم قابل کنترل خواهد بود. قابلیت ایجاد پالس‌هایی با طول زمانی بالا یکی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد در میزان تاثیرگذاری این لیزر است. در این لیزر پهنای پالس بین ۱۰۰-۵۰۰ ms به صورت اتوماتیک بر اساس نرخ تکرار پالس کنترل خواهد شد. مقادیر تنظیم شده روی دستگاه بر اساس بهترین نتایج برای ایمنی و تاثیرگذاری تعریف شده است.

فناوری در محصول

این دستگاه از سه بخش اصلی مکانیک، الکترونیک و اپتیک تشکیل شده است. بخش مکانیک شامل طراحی و ساخت بدنه دستگاه و اتصال بخش‌های مختلف به بدنه است. بخش الکترونیک شامل سه قسمت عمده صفحه نمایش و بورد راه‌انداز (که شامل فرامین کنترلی نیز می باشد)، قسمت بورد راه‌انداز دایود، کنترل جریان و قسمت سیستم خنک‌ساز می گردد. بخش اپتیکی نیز شامل ساخت هندپیس (قطعه‌ای که دایود لیزر در آن قرار دارد و کاربر آن را به منظور ارسال تشعشع لیزر بر روی بدن درمان‌جو قرار می‌دهد) است. از جمله مزایایی که شرکت سازنده این محصول دانش‌بنیان ارایه کرده، ارایه خدمات پس از فروش مناسب به مشتریان (ضعف اساسی برندهای خارجی وارد شده به کشور) است. علاوه براین از میان دیگر خدمات شرکت می‌توان به برگزاری کلاس‌های آموزشی قبل و حین استفاده از دستگاه برای مشتریان و همچنین کنترل دوره‌ای وضعیت سلامت دستگاه

مهندس جلال جعفری فارغ‌التحصیل رشته فوتونیک از دانشگاه شهید بهشتی است. وی نزدیک به ده سال است سابقه طراحی و ساخت لیزرهای صنعتی و پزشکی را دارد و از ابتدای فعالیت شرکت پرنیان گستر پرتو سنج به‌عنوان رییس هیئت مدیره و مدیر فنی شرکت حضور داشته است.

این محصول دانش‌بنیان تاییدیه رسمی اداره کل نظارت و ارزیابی تجهیزات و ملزومات پزشکی، تاییدیه رسمی مرکز تحقیقات لیزر در علوم پزشکی دانشگاه علوم‌پزشکی و خدمات درمانی شهید بهشتی را دریافت کرده‌است. همچنین موفق به کسب کد IRC و استانداردهای متعدد IEC شده‌است.

توسط کارشناسان شرکت اشاره کرد.

برتری محصول بر محصولات خارجی

ارایه خدمات پس از فروش به مشتریان از ضعف‌های اساسی دستگاه‌های وارداتی است. در شرکت پرنیان گستر پرتوسنج با تکیه بر دانش فنی متخصصین با تجربه و مسلط بر دستگاه دایود لیزر هرگونه ایراد یا نقصی که در دستگاه دیده شود، ظرف کمترین زمان ممکن قابل حل می‌باشد. بسیاری از رفع نقص‌ها در محل کار مشتری و بدون ایجاد وقفه در سیر خدمت‌دهی آنان به درمان‌جوها انجام می‌گیرد و تعداد انگشت‌شماری نیز برای بررسی بیشتر به شرکت ارجاع داده می‌شوند. با توجه به بومی بودن این فناوری، دیگر نیازی به طی فرآیندهای طولانی بازرگانی و واردات به منظور تهیه قطعات و خدمات وجود ندارد و بنابراین سرعت ارائه خدمات پس از فروش بسیار بالاتر می‌رود.

مشکلات و چالش‌ها

توسعه محصولات شرکت در حوزه زیبایی نیازمند جذب سرمایه است که تاکنون مذاکراتی با بانک‌ها صورت پذیرفته و موفقیت‌هایی نیز حاصل شده است، همچنین شرکت قصد دارد در حوزه Photodynamic Therapy نیز محصولاتی را عرضه کند که همه این موارد نیازمند اعتماد و سرمایه گذاری بخش خصوصی است.

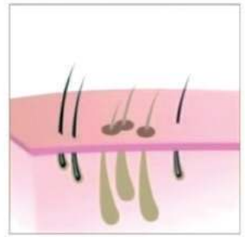
افتخارات

این شرکت هم اکنون دارای مجوز دانش‌بنیانی برای محصول دایود لیزر خود می‌باشد. همچنین این محصول دارای پروانه ساخت از اداره تجهیزات پزشکی، کد IRC، تاییدیه رسمی از مرکز تحقیقات لیزر در علوم پزشکی و دارای استانداردهای IEC 60601-1:2012، IEC 60825:2014، IEC 60601-2:2012 می‌باشد.

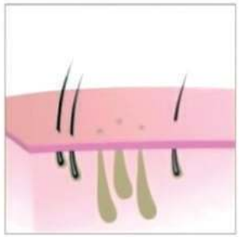
اعتماد به محصولات داخلی در زمینه لیزر پزشکی به علت وجود امکان نظارت دقیق‌تر بر ایمنی دستگاه، دسترسی به اطلاعات مورد نیاز، حضور کارشناسان با دانش فنی بالا و با توجه به این که سال‌هاست کشور عزیزمان از نظر پیشرفت در زمینه لیزر در سطح بالای جهانی قرار گرفته کاملا منطقی و توجیه‌پذیر است و امید آن می‌رود که با تلاش‌های صورت گرفته و در این عرصه و ترویج فرهنگ استفاده از فناوری داخلی، بازار محصولات دانش‌بنیان مانند این محصول به جایگاه مطلوب برسد.

اصول کاری لیزر حذف موهای زاید با طول موج ۸۰۸ نانومتر

لیزر فولیکال‌های مو را هدف قرار می‌دهد.



فولیکول‌ها کوچک می‌شوند.



فولیکول‌های مو توانایی رشد خود را از دست می‌دهند.

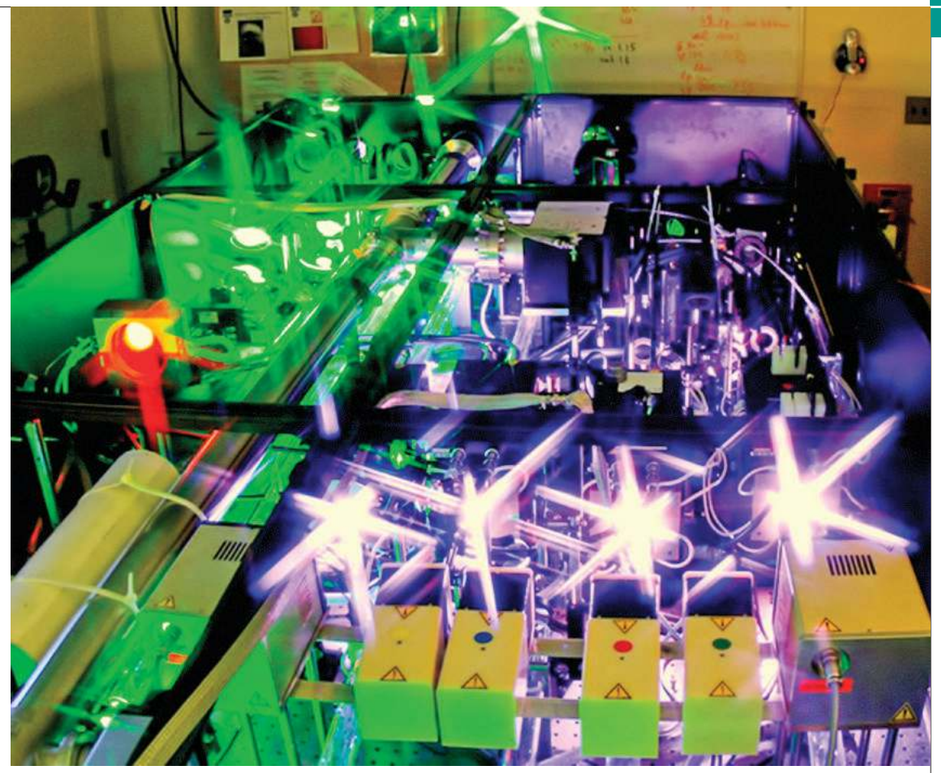
چشم‌انداز VISION

شتابدهنده با بهره‌گیری از لیزر گاز کربنیک ۴۰

۳۴ نقاط صفر بعدی با آستانه پایین‌تر لیزر می‌دهند!

۴۰ شتاب‌دهنده با بهره‌گیری از لیزر گاز کربنیک

۵۰ لیزر و رنگینه‌های درون‌زاد



لیزر نقطه کوانتومی (Quantum dot laser)

نقاط صفر بعدی با آستانه پایین تر لیزر می‌دهند!

میترا رفاهی زاده
mrefahizadeh@yahoo.com

برخی از کاربردهای نقاط کوانتومی

یکی از ویژگی‌های ارزشمند نقاط کوانتومی برای کاربردهای گوناگون، امکان تنظیم اندازه آنها و بهره گیری از ویژگی‌های متفاوت آنهاست. به عنوان مثال نقاط کوانتومی بزرگتر نسبت به نقاط کوچکتر، جابه‌جایی طیفی بیشتری به سمت قرمز دارند و خواص کوانتومی کمتری را نشان می دهند. در عوض، ذرات کوچکتر می توانند اثرات کوانتومی ظریفتر را نشان دهند.

برای بهبود بازدهی کوانتومی فلورسانس، می توان نقاط کوانتومی را با "پوسته" یک ماده نیم‌رسانا با گاف نواری بزرگتر پوشاند. به نظر می‌رسد این بهبود به دلیل دسترسی محدود الکترون و حفره از طریق مسیرهای بازترکیب سطح غیرتابشی است و البته در بعضی موارد به دلیل کاهش بازترکیب الکترون‌های اوژه است.

نقاط کوانتومی به دلیل صفر بعدی بودن، چگالی حالت تیزتری نسبت به ساختارهای با ابعاد بزرگتر دارند. در نتیجه آنها دارای ویژگی‌های اپتیکی و انتقالی بهتری هستند. نقاط کوانتومی را می‌توان در لیزرهای دیودی، تقویت کننده‌ها و حسگرهای بیولوژیکی به کار گرفت. نقاط کوانتومی با کیفیت بالا به‌خاطر پروفایل برانگیختگی پهن و طیف‌های گسیلی باریک و متقارنی که دارند، برای کدگذاری نوری و کاربردهای چندگانه مناسب هستند. نسل جدید نقاط کوانتومی پتانسیل گسترده‌ای برای مطالعه فرآیندهای درون سلولی در سطح تک مولکول، تصویربرداری سلولی با کیفیت بالا، مشاهده درازمدت ترافیک سلول در موجود زنده، هدف‌گیری تومور و تشخیص آن است.

نقاط کوانتومی، نانوکریستال‌های نیم رسانا با اندازه بین ۲ تا ۱۰ نانومتر هستند و از عنصرهای گروه‌های دوم و چهارم، یا سوم و پنجم تشکیل شده اند. نقاط کوانتومی نسبت به رنگینه‌های فلورسانس آلی رایج دارای برتری‌های بسیاری همچون شدت فلورسانس بالاتر، طول عمر طولانی‌تر و داشتن مقاومت بهتر در برابر رنگبری نوری دارند. در سال‌های اخیر نقاط کوانتومی نیم‌رسانا در بسیاری از کاربردها جایگزین فسفرهای غیرآلی شده و نتایج موفقیت‌آمیزی را به‌عنوان گسیلنده در بر داشته است. اما کاربرد نقاط کوانتومی به عنوان ماده لیزر به‌شدت محدود و با مشکلات فراوان همراه بوده است زیرا برای دست‌یابی به لیزر از نقاط کوانتومی، معمولاً باید آن‌ها را با پرتوهای کوتاه تپ از لیزرهای دیگر، برانگیخته کرد. در این پژوهش، لیزرهای نقاط کوانتومی بهبود داده شده‌اند تا در تابش‌دهی با چشمه موج پیوسته با توان بسیار کم نیز، بهره لیزری داشته باشند. آستانه دیده شده برای این گروه از لیزرهای نقطه کوانتومی به کوچکی ۷۴ میلی‌وات بر سانتیمتر مربع بوده است. این مواد هم به دلیل جذب اپتیکی قوی و هم به دلیل آستانه کوچک مورد نیاز برای لیزر دادن، می‌توانند به جای چشمه‌های پراکنده چند رنگی به باریکه‌های لیزری ارزشمند تبدیل شوند.

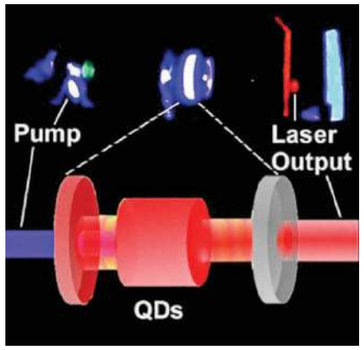
چنانچه می‌دانید لیزر در بسیاری از زمینه‌های علم و فناوری به‌کار رفته‌است. در این میان لیزرهای حالت جامدهمچون تیتانیم ، ییتریم آلومینیم (Nd:YAG) و لیزرهای دیودی نیم‌رسانا، از مشهورترین چشمه‌های تابش لیزری هستند. اگرچه با گذشت زمان نقش این لیزرها در فناوری روز افزایش یافته است اما بازدهی لیزرهای حالت جامد، همچنان تنگناهای اصلی را با خود همراه دارد. یکی از مهمترین دشواری‌های مواد لیزر جامد، کوچک بودن جذب نور چشمه‌های دمش در آن مواد است. در راستای بهبود این فناوری و رفع این دشواری، گسترش دیود لیزرهای ۸۰۰ نانومتری تا حد زیادی مشکل ماده Ti:sapphire را حل کرده است اما هنوز Nd:YAG با روش‌های پر زحمت نیازمند دمش اپتیکی است.

از طرفی نقاط کوانتومی نیمرسانا، سطح مقطع جذب بزرگ و پهن نیز تنظیم‌پذیری بسیار خوبی برای طیف گسیلی دارند. اگرچه این ویژگی‌ها در مواد لیزری و در لیزرهای حالت جامد کم استاما نقاط کوانتومی نیز با چالش‌های دیگری روبرو هستند که کاربرد آنها به عنوان مواد لیزری را محدود می کند.

یکی از جدی‌ترین این چالش‌ها، محدودیت شدید چشمه دمش برای آنها است. نقاط کوانتومی برای ایجاد گسیل خودبه‌خودی تقویت شده یا بهره لیزری، معمولاً نیازمند دمش با لیزرهای کوتاه‌تپ هستند. بنابراین در یک آزمایشگاه نوعی ابتدا، دیود لیزرهای نیم‌رسانا برای دمش یک لیزر ND:YAG به کار می‌رود. سپس فرکانس خروجی این لیزر دو برابر شده و از آن برای دمش یک دستگاه Ti:Sapphire کوتاه‌تپ تقویت شده، بهره می گیرند. پس از آن باز هم فرکانس خروجی لیزر Ti:Sapphire دو برابر شده و برای دمش نقاط کوانتومی به کار گرفته می‌شود. بنابراین گسترش لیزرهای نقطه کوانتومی که بتوانند در شرایط دمش موج پیوسته کار کنند، برای عملی شدن زمینه‌های کاربردی لیزرهای نقطه کوانتومی بسیار ارزشمند است.

در اینجا آماده‌سازی نقاط کوانتومی رشد یافته کلوئیدی، گزارش می‌شود که می‌توانند در شاریدگی‌های بسیار کم از رده چند ده میلی‌وات بر سانتیمتر مربع، لیزر دهند.

عملکرد فوق‌العاده این مواد به‌خاطر قابلیت کنترل نیمه‌عمر خودبه‌خودی آنهاست. چنین



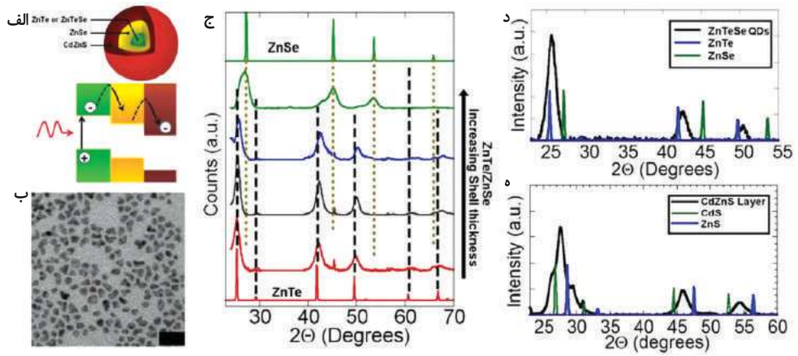
شکل ۱- الگوی یک لیزر نقطه کوانتومی کلوئیدی.

محاسبات

فناوری نقطه کوانتومی به طور بالقوه با محاسبات کوانتومی حالت‌جامد مرتبط است. با به کار بردن ولتاژهای کوچک در دو انتها، می توان جریان گذرنده از نقاط کوانتومی را کنترل کرد و در نتیجه می توان اندازه‌گیری دقیقی از اسپین و خواص دیگر در آن انجام داد. انجام محاسبات کوانتومی در کامپیوتر، با بهره گیری از تعدادی نقطه کوانتومی درهم و برهم و یا کوانتوم بیت‌ها به اضافه یک راه انجام عملیات، امکان پذیر می‌شود.

زیست‌شناسی

در تجزیه و تحلیل بیولوژیکی مدرن، انواع مختلف رنگ‌های آلی استفاده می‌شود. با پیشرفت تکنولوژی، دانشمندان به‌دنبال انعطاف‌پذیری بیشتری در این رنگ‌ها هستند. نقاط کوانتومی به سرعت می توانند این مسئولیت را بر عهده بگیرند و به نظر می‌رسد که برتری‌هایی نسبت به رنگ‌های ارگانیک سنتی دارند. یکی از واضح‌ترین برتری‌های آنها، درخشانی آنهاست که به ضریب خاموشی بالا همراه با عملکرد کوانتومی قابل مقایسه با رنگ های فلورسنت برمی گردد و همچنین پایداری و ثبات بیشتر آنها که به خاطر رنگبری نوری کمتر در آنها رخ می‌دهد. تخمین زده شده است که نقاط کوانتومی ۲۰ برابر روشن‌تر و ۱۰۰ برابر پایدارتر از نشانگرهای سنتی فلورسنت است. برای ردیابی تک ذرات، چشمک زدن نامنظم نقطه‌های کوانتومی یک نقص جزئی است که گروه‌های مختلف در حال بررسی آن هستند.

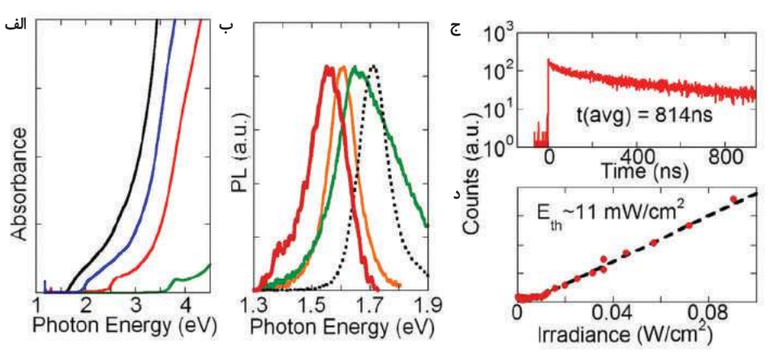


شکل ۲- الف) الگوی هسته/لایه‌های ماده نقطه کوانتومی. تفاوت باندها باعث جمع شدن حفره‌ها در هسته و الکترون‌ها در پوسته می‌شود. ب) تصویر این نانوکریستال با خط مقیاس ۵۰ نانومتر. ج) نقش XRD دیده شده در طول رشد لایه ZnSe. این نقش برای ماده ZnTe/ZnSe برابر با مجموع دو نقش ماده‌های جداگانه (نقش‌های استاندارد در بالا و پایین) است که نشان می‌دهد رشد جهت‌مند و با کمترین آمیختگی در فصل مشترک انجام گرفته است. د) قله نقش XRD برای یک هسته ZnTeSe میان قله‌های ZnTe و ZnSe و سازگار با آلیاژ است. ه) نقش XRD برای لایه CdZnS روی ZnSe.

حدس زده می‌شود که ویژگی‌های بهره در نقاط کوانتومی، مشابه دستگاه‌های سه ترازی، با بهبود نیمه عمر گسیل خودبه‌خودی مواد، بهبود یابد. گسیل خودبه‌خودی اصلی‌ترین فرآیند در سازوکارهای اتلافی است. زیاد شدن نیمه عمر گسیل خودبه‌خودی، باعث می‌شود انرژی گرفته شده از دمش، برای زمان بیشتری حفظ شود و اتلاف کاهش یابد. از طرف دیگر سطح مقطع گسیل القایی با نیمه عمر خودبه‌خودی رابطه عکس دارد. در نیمه عمرهای بسیار طولانی، ماده لیزری نمی‌تواند بر اتلاف کاواک غلبه کند و حتی با شاریدگی‌های بالا هم خروجی لیزر صفر است. بنابراین برای دست‌یابی به بهره در محیط نقاط کوانتومی، بهبود و گسترش نقاط کوانتومی با تنظیم دقیق نیمه عمر برانگیخته، بسیار ضروری است. در اینجا نقاط کوانتومی سه لایه با هسته ZnTe سنتز شده و سپس با اضافه کردن مواد زینک و سلنیوم، یک صفحه ZnSe بر روی هسته رشد یافته است. در شکل ۲، نقش پراش اشعه x از نقاط کوانتومی ZnTe و ZnTe/ZnSe نشان داده شده است که دقیقاً مجموع نقش پراکندگی دو لایه نیم‌رسانا است و لازمه آن یک فصل مشترک نیم‌رسانا-نیم‌رسانا می‌باشد که پیش از این نیز برای نقاط کوانتومی دیگر بر پایه ZnTe گزارش شده است. تحلیل پهنای خطوط XRD نشان می‌دهد که در طول رشد لایه سطحی، اندازه هسته تغییر نکرده است و آمیختگی مواد در فصل مشترک ناچیز است. برای بررسی بیشتر، نقاط کوانتومی با لایه مخلوط ZnTeSe هم آماده شد. اگرچه این تغییر در ترکیب هسته نقاط کوانتمی جدیددر نقش XRD کاملاً دیده می‌شد اما در نتایج اپتیکی هر دو نوع نقاط کوانتومی یکسان و موفق بودند. برای دست‌یابی به جدایی الکترون- حفره بیشتر، لایه بعدی از آلیاژ CdZnS بر روی نقطه کوانتومی گذاشته شده که نقش پراش X آن نیز در شکل ۲ آمده است. این نقش نشان می‌دهد که اندازه فاصله شبکه CdZnS میان اندازه‌های ثابت شبکه CdS و ZnS بوده و با ویژگی آلیاژهای نیم‌رسانای دوتایی، کاملاً سازگار است.

چنانکه جابه‌جایی‌های نواری در نقاط کوانتومی ZnTe/ZnSe/CdZnS ایجاب می‌کند، حفره‌ها به هسته ZnTe فروافت می‌کنند و الکترون‌ها پس از سرد شدن کامل برانگیختگی، در خارجی‌ترین لایه CdZnS جای می‌گیرند. در نتیجه نقاط کوانتومی پهنای گاف اپتیکی باریک‌تر از گاف نیم‌رسانا‌های تشکیل دهنده آن را دارند. شکل ۳ طیف جذبی نقاط کوانتومی را در مراحل مختلف رشد آنها نشان می‌دهد. گاف نواری هسته ZnTe (۳/۷ الکترون ولت)، مثل گاف نواری ساختار هسته با لایه ZnTe/ZnSe (۲/۵ الکترون ولت) پهن است اما رشد دادن لایه رویی CdZnS به‌شدت باعث جابه‌جایی- سرخ در لبه‌های باند (از ۲ الکترون‌ولت به ۱/۵ الکترون‌ولت) می‌شود و جذب در نزدیکی فروسرخ اتفاق می‌افتد. چنانکه شکل ۳- ب نشان می‌دهد، فوتولومینسانس لبه باند نیز این جابه‌جایی سرخ را دارد. بررسی مشخصه‌های گسیلی فیلم نقطه کوانتومی ZnTe/ZnSe/CdZnS، نیمه عمر ۰/۸ میکروثانیه را نشان می‌دهد که برای گسیل القایی با آستانه برانگیختگی موج پیوسته کوچک، مناسب است. این فیلم‌ها از طریق ریخته‌گری قطره‌ای نقاط کوانتومی بر سطح شیشه ضخیم تمیز شده، آماده می‌شود.

پرتو موج پیوسته ۴۰۵ نانومتر با بهره‌گیری از یک عدسی استوانه‌ای در یک نوار با پهنای ۳۰۰ میکرومتر کانونی و با برش ۱۳۷ هرتز، به فیلم‌ها تابش‌دهی می‌شود. پرتوهای گسیلی از نمونه، با بهره‌گیری از همان عدسی استوانه‌ای در یک دیود نوری جمع‌آوری شده و تابش وابسته به ۱۳۷ هرتز متمایز می‌گردد که در شکل ۳-د نشان داده شده است. پرتوهای گسیل‌شده از نمونه، یک آستانه مشخص ۱۱ میلی‌وات بر سانتیمترمربع دارد و برای شاریدگی‌های کم‌تر به شدت کاهش می‌یابد.



شکل ۳- الف) جذب اپتیکی نقاط کوانتومی: ZnTe (سبز)، ZnTe/ZnSe (قرمز) و ZnTe/ZnSe/CdZnS (آبی و مشکی). ب) طیف فوتولومینسانس گسیلی برای نقاط کوانتومی ZnTe/ZnSe/CdZnS (منحنی‌های قرمز، نارنجی و سبز پر) و ZnSeTe/ZnSe/CdZnS (مشکی نقطه‌چین). ج) نقاط ZnTe/ZnSe/CdZnS با نیمه عمر ۸۱۴ نانوثانیه در محلول رقیق. د) فیلم‌ها یک آستانه تیز بالا دارند که با گسیل خودبه‌خودی تقویت شده سازگار است. آستانه آن برابر با ۱۱ میلی‌وات بر سانتیمتر مربع است.

به‌طوری که شیب نمودار توان خروجی نسبت به شاریدگی در این نقطه، ۳۶۲ درصد تغییر کرده است. وجود یک آستانه مشخص و معلوم، نشانگر آن است که دمش موج پیوسته، در ماده تقویت نوری ایجاد کرده است. علاوه بر این، گسیل از این ماده وابستگی غیرعادی به بازتابنده‌ها و شدت برانگیختگی دمش دارد.

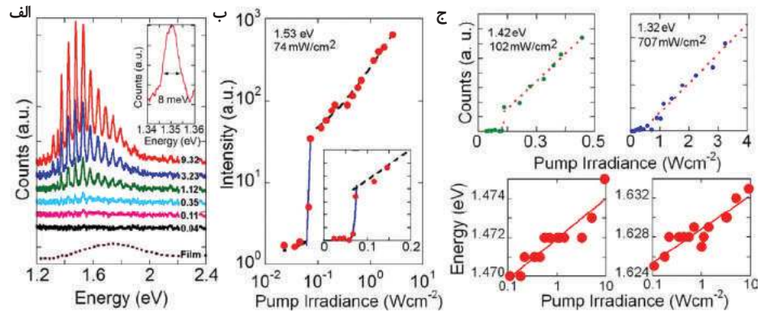
یک لیزر چند مدی از فیلم ZnTe/ZnSe/CdZnS ریخته‌گری‌شده با نیمه عمر ۱/۳ میکروثانیه روی یک آینه ۹۰ درصد بازتابنده، آماده شده که برای قیاس با لیزر نقاط کوانتومی به کار می‌رود. اگرچه ظرافت[1] کاواک با این ترکیب آینه‌ها ۵۲ و پهنای مدی آن بدون ناهمگنی‌های دیگر به باریکی ۰/۵۷ نانومتر پیش‌بینی می‌شد اما این فیلم نقطه کوانتومی، نور را پراکنده کرد و ظرافت موثر آن تا عدد ۳ کاهش یافت. پس از آن، باریکه دمش موج پیوسته‌ای با طول‌موج ۴۰۵ نانومتر در کنار آینه ۸۰۰ نانومتر قرار گرفت و خروجی در انتها با بهره‌گیری از یک عدسی از نیم‌آینه نقره جمع‌آوری گردید. به کمک یک فیلتر (۴۹۵ نانومتر)، پرتو دمش نیز از گسیل لیزری جدا و گسیل لیزری به وسیله یک ابزار جفت‌شده با بار (CCD) بدون خنک‌کننده، تجزیه و تحلیل شد.

1 Finesse

استفاده از نقاط کوانتومی برای تصویربرداری بسیار حساس سلولی پیش‌رفتهای زیادی را به دنبال داشته است. برای مثال، بهبود قابلیت فشرده سازی نقاط کوانتومی، امکان دستیابی به تعداد زیادی از تصاویر پی‌درپی در صفحه کانون را فراهم کرده است که می‌تواند به یک تصویر سه بعدی با وضوح بالا بیانجامد. برنامه دیگری که در آن از مزیت پایداری نوری کاوشگرهای نقاط کوانتومی استفاده می‌شود، ردیابی زمان واقعی مولکول‌ها و سلول‌ها در طول دوره‌های طولانی است. برای هدف قرار دادن نقاط کوانتومی در پروتئین‌های خاصی در سلول‌ها می‌توان از آنتی‌بادی‌ها، استرپتاوید ین، پپتید، DNA، اسید نیتریک اسید، یا لیگاندهای کوچک مولکولی استفاده کرد. دانشمندان نقطه‌های کوانتومی را در گره‌های لنفاوی موش بیش از ۴ ماه ردیابی کردند.

از نقاط کوانتومی نیم‌رسانا نیز برای تصویربرداری درون آزمایشگاهی از سلولهای برچسب گذاری شده استفاده شده است. انتظار می‌رود توانایی تصویربرداری حرکت تک سلولی در زمان واقعی برای چندین زمینه تحقیقاتی مانند جنین‌زایی، متاستاز سرطان، درمان با سلول‌های بنیادی و ایمونولوژی لنفوسیت‌ها حائز اهمیت باشد.

یک کاربرد نقطه های کوانتومی در زیست شناسی، استفاده از نقاط کوانتومی برای هدف گیری تومور در درون جاندار با بهره گیری از دو طرح هدف گیری فعال و هدف گیری منفعل است. در مورد هدف گیری فعال، نقاط کوانتومی با عامل‌های مختص تومور به طور انتخابی به سلول‌های تومور وصل می‌شوند. هدف گیری منفعل از نفوذ و حفظ سلول‌های تومور برای تحویل کاوشگرهای نقطه کوانتومی استفاده می‌شود. سلول‌های سرطانی که به سرعت رشد می کنند غشاهای نفوذپذیرتری نسبت به سلول‌های سالم دارند ولذا نانولوله‌های کمتری به سلول‌های بدن منتقل می‌شود. علاوه بر این، سلول های توموری کمبود سیستم تخلیه لنفاوی موثر دارند که منجر به انباشت نانوذرات می‌شود.



شکل ۴- الف) طیف موج پیوسته یک لیزر نقطه کوانتومی (خط پر). شدت دمش در واحد وات بر سانتیمتر مربع (W/cm^2) نشان داده شده است. منحنی نقطه‌چین، طیف فیلم نقطه کوانتومی بدون باز آواگر است. شکل درونی: مدهای به باریکی ۸ میلی‌الکترون‌ولت دیده شدند. ب) گسیل لیزری یک رشد غیرخطی اولیه (منحنی آبی پر) را نشان می‌دهد که با تکامل خطی ادامه می‌یابد (خط‌چین). داده‌ها برای مد ۱/۵۳ الکترون‌ولت است. شکل درونی: همان داده‌ها در یک طرح خطی- خطی. ج) وابستگی به دمش برای مدهای ۱/۴۲ و ۱/۳۲ الکترون‌ولت. د) محل قله برای مدهای مختلف با شاریدگی رابطه لگاریتمی دارد اما از یک خط به خط دیگر متفاوت است.

کاوشگرهای نقطه کوانتومی در درون جانداران سمیت ایجاد می کنند. به عنوان مثال، نانوبلورهای CdSe برای سلول‌های کشت شده تحت نور فرابنفش بسیار سمی هستند زیرا این ذرات در فرآیند فوتولیز حل نمی‌شوند و یون‌های کادمیمی سمی را به محیط کشت منتقل می کنند. اما در غیاب تابش اشعه ماوراء بنفش، نقاط کوانتومی با پوشش پلیمری پایدار، اساسا غیر سمی هستند. کپسول‌سازی هیدروژل نقاط کوانتومی اجازه می‌دهد تا نقطه‌های کوانتومی به صورت یک محلول آبی پایدار در آید و احتمال نشت کادمیوم را کاهش می‌دهد. در یک برنامه کاربردی دیگر، نقاط کوانتومی به عنوان فلوئوروفور غیر معدنی در طیف‌سنجی فلورسانسی برای تشخیص داخل تومور در عمل جراحی مورد استفاده قرار می گیرند.

شکل ۴- الف طیف گسیلی این لیزر را نشان می‌دهد. خط گسیلی چند مدی است و پهنای بهره وسیعی برای ماده نقطه کوانتومی نشان می‌دهد. با افزایش شدت دمش، مدهای بیشتری تا ۴۰۰ الکترون‌ولت دورتر از مد مرکزی، دیده می‌شوند که کاملاً با لیزرهای چند مدی از مواد نانوساختار دیگر مانند ZnO و نانو سیم‌ها، سازگار است. تعداد مدها در این لیزر را می‌توان با بهره‌گیری از نظریه محیط‌های غیرهمگن توصیف کرد. برای این دستگاه با مدهای رقیب، توان ۰/۳۳ پیش‌بینی می‌شود، که با داده‌های تجربی این آزمایش کاملاً سازگار است. پهنای هر یک از مدهای این لیزر نزدیک ۸ میلی الکترون‌ولت است (درون شکل ۴- الف). برخلاف رفتار یک باز آواگر، گسیل از فیلم نقطه کوانتومی در غیاب تشدیدکننده به شدت پهن است (شکل ۴- الف، منحنی خط‌چین). شایان توجه است که بیشینه گسیلی بر پرشدت‌ترین مدها که در این باز آواگر دیده شده، منطبق نیست.

گسیل‌های انتخابی یک ابزار اپتیکی می‌تواند حتی در گسیل خودبه‌خودی منجر به یک الگوی خط مانند شود. همانطور که از شکل ۴- الف پیداست، بالاتر از انرژی ۱/۸ الکترون‌ولت که باز آواگر برای آن شفاف است، خطوط پرشدت و یا گسیل دیگری دیده نمی‌شود که برخلاف مشاهدات به‌دست آمده برای یک نمونه فیلم معمولی است. با بکارگیری آینه پشتی دورنگی، کمترین اتلاف باز آواگر در ۱/۵۵ الکترون‌ولت رخ می‌دهد. این نمونه که در این طول‌موج‌ها گسیل دارد، ساختمانی از فوتون‌ها در این بازه انرژی درون باز آواگر می‌سازد. این فوتون‌ها گسیل القایی از نمونه را به‌وجود می‌آورند و باعث واریز انرژی به این مدها می‌شوند و خط گسیلی نمونه بر همه طول‌موج‌های دیگر غلبه می‌کند.

باز از شکل ۴- الف پیداست که یک گسیل ناگهانی از این وسیله به‌وجود می‌آید. برای مثال، مد دیده شده در ۱/۵۳ الکترون‌ولت با آستانه دمش ۷۴ میلی‌وات بر سانتیمترمربع، نمایانگر برانگیختگی کمتر از یک اگزیتون برای هر نقطه کوانتومی است (شکل ۴- ب). پس از تثبیت عملکرد لیزری، این مد با افزایش توان دمش، یک افزایش غیرخطی اولیه در شدت دارد که با یک افزایش خطی ادامه می‌یابد که ویژگی لیزرهای چندمدی و با تئوری آن سازگار است. در یک لیزر چندمدی با محیط بهره‌ای با پهن‌شدگی ناهمگن، در توان‌های بالاتر مدهای بیشتری ظاهر می‌شوند. برای نمونه شکل ۴- ج پیدایش دو مد تازه در ۱۰۲ میلی‌وات بر سانتیمترمربع و ۷۰۷ میلی‌وات بر سانتیمترمربع را نشان می‌دهد. آستانه عملکرد لیزر بسیار کم است و پتانسیل کاربردهای مختلف را برای این لیزرها در پی دارد. همچنان که از شکل ۴- الف پیداست، با افزایش توان محل طیفی مدهای مختلف تکامل می‌یابد. این مکان‌های طیفی نسبت به شدت دمش، وابستگی لگاریتمی از خود نشان می‌دهند. داده‌های شکل ۴- د را می‌توان به‌ترتیب با شیب ۲ میلی الکترون‌ولت و ۳/۵ میلی الکترون‌ولت در مقیاس لگاریتمی برازش کرد. برای درک خوب از کاربردهای عملی لیزرهای نقطه کوانتومی، باید ابتدا پرتوهای لیزری خوش-تعریف ایجاد شود. شکل ۵- الف تصویری از یک لیزر نقطه کوانتومی خوش-تعریف را بالای آستانه عملکرد نشان می‌دهد. در این شکل یک دیود موج پیوسته ۴۰۰ نانومتر، دمش ۹۰ میلی‌وات را به نقاط کوانتومی تحویل می‌دهد. مجموعه‌ای از عدسی‌ها برای موازی کردن خروجی و یک فیلتر پهن‌گذر (۴۵۰ نانومتر) برای جداکردن گسیل لیزری از پرتوهای دمش به‌کار رفته است و باریکه نهایتاً روی یک پرده تصویر شده است. شکل ۵- ب همدوسی فضایی یک لیزر نقطه کوانتومی نوعی را نشان می‌دهد که واگرایی قابل توجهی در فاصله ۴۰ سانتیمتر ندارد که این ویژگی بر خلاف چشمه‌های غیرهمدوس (دیودهای نور گسیل LED با واگرایی سهمی‌وار آبی در شکل ۵- ب) است. این داده‌ها از حرکت گسترده یک آشکارساز فوتودیود با مساحت ۱۳ میلی‌مترمربع دورتر از چشمه نور به‌دست آمده است. ثابت بودن اندازه شدت گسیلی که از لیزر نقطه کوانتومی به آشکارساز می‌رسد، نشان‌دهنده همدوسی فضایی بالای آن است.

دست‌یابی به آستانه پایین لیزری در نقاط کوانتومی، پیشرفت بسیار بزرگی است که در کنار باند جذبی پهن و قوی و گسیل تنظیم‌پذیر نقاط کوانتومی، آن‌ها را به پربازده‌ترین و باانعطاف‌ترین مواد بهره لیزری تبدیل می کند. آستانه عملکرد نقاط کوانتومی کلوئیدی حتی از نیم‌رساناهای دو بعدی نیز کمتر و جایگزین بسیار خوبی برای کاربردهای اپتوالکترونیکی مانند سلول‌های خورشیدی، ترانزیستورهای اثر میدان، دیودهای نور گسیل و نمایشگرهای الکترولومینسانس است و کارکرد موج پیوسته این مواد نوید بخش کاربردهای تازه برای آن‌هاست.

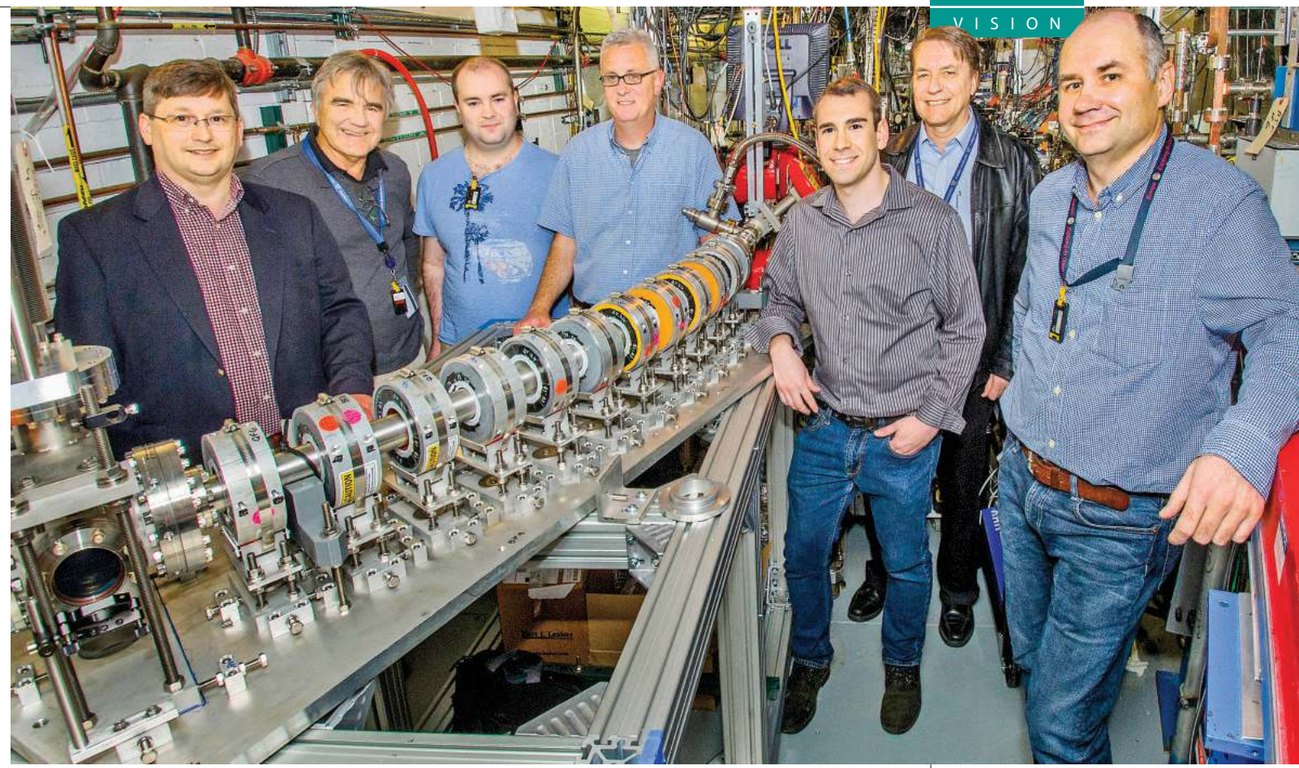
نتایج بهره‌برداری از مزایای چنین فناوری‌هایی در کشور ایران با منابع عظیمی از انرژی خورشیدی بسیار چشمگیر و گام بزرگی به‌خصوص در راستای بهره‌برداری از انرژی‌های زیست‌سازگار در کشور خواهد بود و البته دست‌یابی به این جایگاه مستلزم توجه ویژه تصمیم‌سازان به این حوزه و همسو کردن زیرساخت‌های مناسب در این زمینه می‌باشد.

شکل ۵- الف) تصویر عملکرد یک لیزر نقطه کوانتومی موج پیوسته. از چپ به راست، چشمه دمش پیوسته ۴۰۵ نانومتر، عدسی کانونی کننده، باز آواگر شامل نقاط کوانتومی، عدسی‌های موازی کننده (بیدانیستند)، فیلتر پهن گذر، لکه لیزر بر پرده. عرض شکل نزدیک به ۳۰ سانتیمتر است. ب) باریکه لیزری همدوسی فضایی بسیار بالایی دارد. در اینجا یک آشکارساز بدون جزء جمع‌آوری کننده دور از منبع لیزر نقطه کوانتومی قرار گرفته است (دایره قرمز). فاصله از ابزار موازی‌ساز تا آشکارساز اندازه‌گیری شده است. هیچ افتی در سیگنال (مربوط به واگرایی) در فاصله ۴۰ سانتیمتر دیده نمی‌شود. یک چشمه LED با موازی‌ساز سهموی، افت شدید سیگنال را نشان می‌دهد که به شدت با مجذور فاصله کاهش می‌یابد.

دستگاه‌های فتوولتائیک

طیف جذب قابل تنظیم و ضریب خاموشی بالا در نقاط کوانتومی آنها را برای تکنیک‌های برداشت نور همچون فتوولتائیک جذاب می کند. نقاط کوانتومی ممکن است قادر به افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های سلول‌های فتوولتائیک سیلیکونی معمولی باشند. بر اساس یک مشاهده تجربی از سال ۲۰۰۴، نقاط کوانتومی PbSe، می‌توانند بیش از یک اکسایتون از یک فوتون با انرژی بالا را از طریق فرآیند ضرب حامل‌ها یا فرآیند تولید چند اکسایتون ایجاد کنند. این نتایج با سلول‌های فتوولتائیک امروزی مقایسه می‌شود که تنها می‌توانند یک اکسایتون را در هر فوتون با انرژی بالا مدیریت کنند و بیشتر حامل‌های با انرژی جنبشی بالا، انرژی خود را به صورت گرما از دست می‌دهند. فتوولتائیک نقطه کوانتومی به لحاظ تئوری ارزان تر است، زیرا می توان آن را با استفاده از واکنش‌های شیمیایی ساده انجام داد. از نقاط کوانتومی می توان به عنوان تنها سلول‌های خورشیدی و یا در سلول‌های خورشیدی دوماهیتی و یا همراه با نانو سیم‌ها در سلول‌های خورشیدی بهره گرفت.

از دیگر کاربردهای نقاط کوانتومی می‌توان کاربرد در دیودهای نور گسیل، نمایشگرهای نقطه کوانتومی، ابزارهای آشکارسازی نوری و... را نام برد.



شتاب‌دهنده با بهره‌گیری از لیزر گاز کربنیک

پژوهش بر شتاب‌دهنده‌ها
مرکز آزمون شتاب‌دهنده (Accelarator Test Facility)

میترا رفاهی‌زاده
mrefahizadeh@yahoo.com

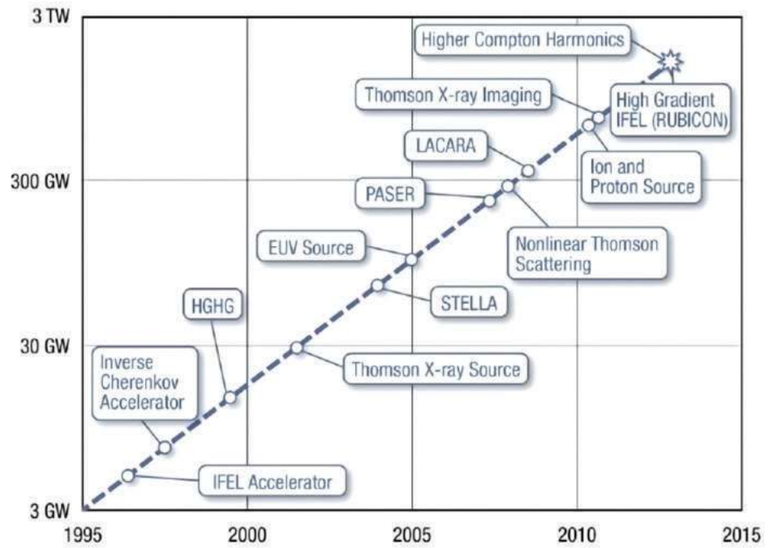
مرکز آزمون شتاب‌دهنده [1] (ATF)، یک راه‌انداز پروژه‌های علمی است و یک گروه در آن پس از بررسی امکانات، برای کاربران باریکه‌های پرشدت الکترونی و یا لیزر فراهم می‌کنند. مرکز ATF از ۲۵ سال پیش، در زمینه در اختیار گذاشتن امکانات پژوهشی برای بررسی ویژگی‌های شتاب‌دهنده‌های نوین پیشرو بوده است و یک منبع ارزشمند برای کاربران به حساب می‌آید. ATF در راستای برنامه مدیریت انرژی ایالات متحده، خدمات‌رسانی می‌کند.

در بخش امکانات لیزر و الکترون، خوشه‌های الکترونی ۸۰ مگا الکترون ولت، در بازه زمانی زیر پیکو ثانیه و با جریان ۳ کیلو آمپر به سالن‌های آزمایش تحویل داده می‌شود که در آن، کاربران در سه خط باریکه می‌توانند آزمایش‌های خود را انجام دهند. این خطوط آزمایشگاهی کاملاً با ابزارهای تشخیص و دستکاری باریکه، مجهز شده‌اند تا همه نیازهای کاربر را پوشش دهند. از ویژگی‌های منحصربه‌فرد ATF می‌توان به آمیختن باریکه الکترونی در ترکیب با لیزر پرتوان CO_2 یاد کرد. در گام اول از پروژه ATF-II، انرژی پرتو الکترون به ۱۵۰ مگاوات افزایش خواهد یافت. افزون بر این یکی از منحصربه‌فردترین لیزرهای فروسرخ گاز کربنیک جهان (۱۰ میکرومتر) با توان تراوات و دیرش [2] تپی پیکوثانیه در بخش لیزر CO_2 این مجموعه وجود دارد. با کمک این لیزر کاربران ATF می‌توانند درباره پدیده‌های فیزیکی مختلف و رویکردهای تازه برای شتاب ذرات و تولید اشعه ایکس پژوهش کنند. نسل بعدی لیزر گاز کربنیک فراسریع، بر پایه تقویت تپ چهچهه‌ای [3] در ترکیب گاز ایزوتوپی، در حال ساخت است. این لیزر دامنه طیفی طول‌موجی پهنی را برای بررسی پدیده‌های میدان قوی فراهم می‌کند.

مرکز آزمون شتاب‌دهنده (ATF) در آزمایشگاه ملی بروکهاون [4] است. آزمایشگاه ملی بروکهاون یکی از آزمایشگاه‌های ملی امریکاست که در ابتدا تحت نظارت و کنترل پژوهشکده انرژی [5] سازمان علوم ایالات متحده بوده و تحقیقات

1 Accelerator Test Facility

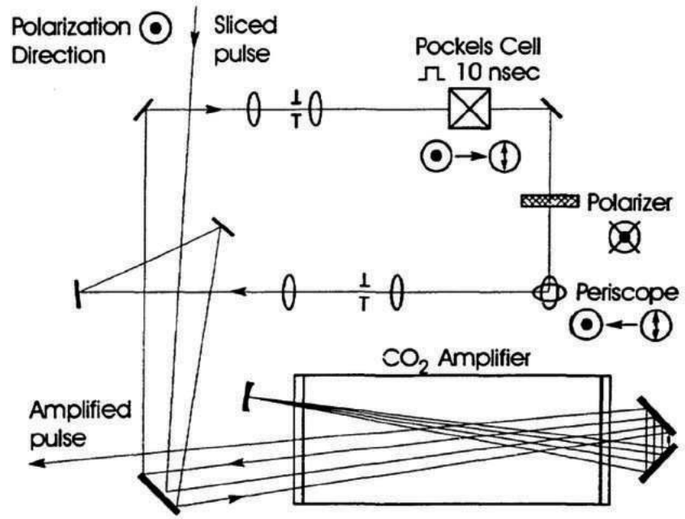
2 Duration
3 Chirped pulse
4 Brookhaven National Laboratory
5 Department of energy (DOE)



شکل ۱- روند زمانی پیشرفت سامانه‌های لیزری فراکوتاه و ابرپرتوان CO_2 در ATF.

رده‌بندی لیزرها بر اساس توان و آسیب‌های آنها:

از آن‌جا که هر روزه تلاش می‌شود به لیزرهایی با توان بالاتر دست یافته شود، لازم است کاربران از آگاهی‌های لازم برای کار با لیزرهای مختلف برخوردار باشند. در این راستا، دسته‌بندی لیزرها بر پایه‌ی توان پیوسته و تپی گسیلی و آسیب‌هایی که می‌توانند به‌همراه داشته باشند، به‌صورت ۴ رده است:



شـکل ۲- یکی از نخسـتین چیدمان‌های سامانه‌های لیزری CO_2 فراکوتاه و ابرپر توان ATF با توان‌های چند ده گیگاوات.

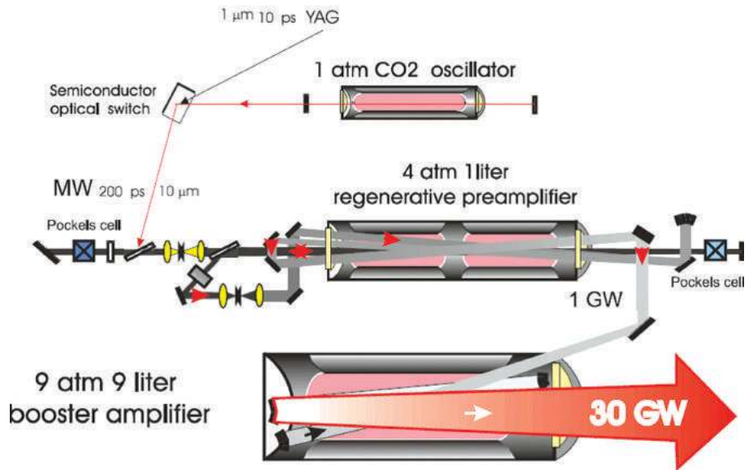
لیزرهای رده‌ی ۱، لیزرهایی هستند که روی هم رفته نمی‌توانند به چشم انسان آسیبی برسانند. این لیزرها، یا دارای توان‌های بسیار پایین هستند و یا به گونه‌ای جاسازی شده‌اند که بخش راه یافته به بیرون پرتوهای آنها از شدت لازم برای آسیب‌رسانی به چشم انسان برخوردار نیست.

در زمینـــه علـــوم فیزیکـــی، زیست‌پزشـــکی و محیط‌زیســـت و همچنین در فناوری‌های انرژی و امنیت ملی را رهبری می‌کند. این آزمایشـــگاه فضا و امکانات علمی زیادی را برای پژوهشـــگران دانشگاه، صنعت و پژوهشگران دولتی ایجاد کرده است. آزمایشـــگاه بروکهاون توسط یک شرکت با مسئولیت محدود برای دانشگاه ایالتی نیویورک به نمایندگی از دانشگاه استونی بروک (بزرگترین کاربر امکانات آزمایشگاهی) و یک سازمان علمی و فناوری کاربردی غیرانتفاعی، راه‌اندازی شـــده و مدیریت می‌شود.

ATF دارای قابلیت هـــای تخصصی در زمینه های مختلفی است از جمله :

- بررســـی روش‌های تازه برای شـــتاب‌دادن به ذرات با دستگاه‌های کوچکتر و ارزان‌تر، تمرکز بر شتاب‌دهنده میدان ضعیف دی‌الکتریک و پلاسما، شتاب دهنده مســـتقیم لیزری، پیوند با لیزرهای الکترون آزاد معکوس و غیره؛
- روش‌هـــای جدیـــد بـــرای تولیـــد تابـــش الکترومغناطیسی از گستره تراهرتز تا اشعه ایکس از راه پژوهش و بررسی در لیزرهای الکترون آزاد، پیوند پراکندگی کامپتون معکوس، پرتو تراهرتز از ساختارهای دی الکتریک و غیره؛
- شتاب دهنده ATF دارای تجهیزات دستکاری طولی و عرضی پیچیده‌ای اســـت که امکان تولید طیف گســـترده ای از پارامترهای پرتو (از جمله شکل‌های مختلف و چندگانه)، روش‌های پیشرفته مانند سرکوب نوفه شلیک[6] و جبران چهچهه انرژی[7] را دارد. این قابلیت‌های پیشرفته نیاز طیف گسترده ای از کاربران تســـت سخت‌افزار شـــتاب‌دهنده، ابزارهای تشخیص و آشکارساز را پوشش می‌دهد.
- سخت‌افزار آزمایشگاهی برای تولید جت‌های گاز هیـــدروژن چند منظـــوره با توانایـــی تولید پروتون‌های تک‌انرژی چند مگاواتی را دارد.

6 Shot-noise suppression
7 Energy chirp compensation

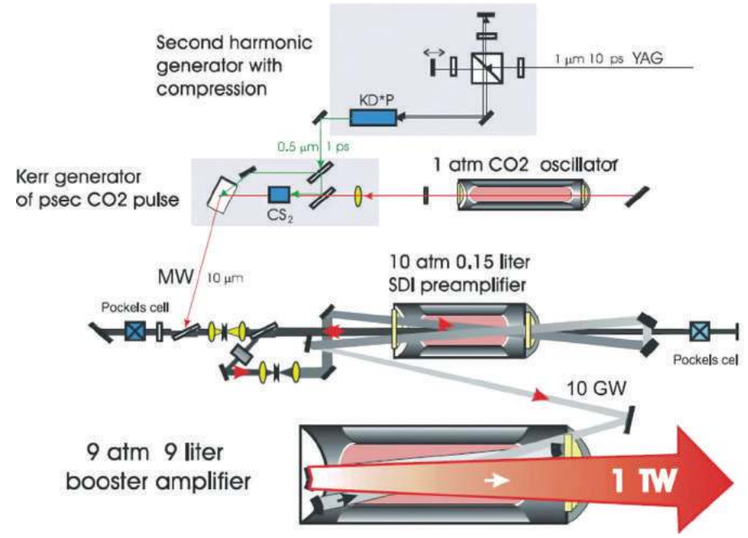


شکل ۳- چیدمان بهینه‌سازی شده ســـامانه‌های لیزری CO_2 فراکوتاه در ATF در سال ۲۰۰۰ با توان ۳۰ گیگاوات.

سامانه‌های لیزری CO_2 فراکوتاه با توان از رده تراوات در جهان، تاکنون تنها در دو آزمایشـــگاه گزارش شـــده‌اند، که هر دو در آمریکا جای دارند و یکی از آن‌ها لیزر گازکربنیک موجود در مرکز ATF است. این پژوهشگاه بخشی از گروه‌های پژوهشی فراوانی بوده‌اند، کـــه در گرماگـــرم امیدواری‌ها در زمینه گداخت لیزری در دهه‌هـــای ۷۰ و ۸۰ میلادی، لیزرهای CO_2 را به‌عنوان پرتوان‌ترین و پرانرژی‌ترین لیزرها برای این کار برگزیده بودند. با پیشرفت‌های تئوری و آزمایشگاهی بیشتر به‌زودی روشن شد که طول‌موج بلند این دســـته از لیزرها از کارایی چندانی در زمینـــه گداخت برخوردار نیســـت و به‌دنبال آن ناگهان، برنامه‌های پژوهشی در زمینه لیزرهای فراکوتاه و ابرپرتوان CO_2، همه پشتوانه‌ها و انگیزه‌های دانشـــی و اقتصادی خود را از دست دادند و همـــه گروه‌های پژوهشـــی از کار در این زمینه دست کشیدند و به لیزرهای حالت جامد با طول‌موج‌های تا ۱۰ برابر کوتاه‌تر روی آوردند. اما این پژوهشکده کار بر روی لیزرهای ابرپرتوان CO_2 را کنار نگذاشتند و در همه این سال‌ها به‌شیوه‌ای خزنده و نیمه‌پنهانی، گســـترش این سامانه‌های لیزری را دنبال نمودند. سرانجام پس از سال ۲۰۰۰ که یافته‌های درخشـــان آزمایشـــگاهی و نظری در گوشه و کنار جهان، چشـــم‌اندازهای روشنی از شـــتاب‌گرهای لیزری حالت جامد را گشودند، این پژوهشـــکده نیز یافته‌های خیره‌کننده‌ای از آزمایش‌های انجام یافته با ســـامانه‌های فراکوتاه و ابرپرتوان CO_2 خود را گـــزارش نمود که نه تنها دست کمی از دستاوردهای لیزرهای حالت جامد نداشـــتند بلکه در برخی زمینه‌هـــا از برتری‌های چشمگیری نیز برخوردار بوده‌اند.

به هر روی هـــر گامی که بخواهـــد از این پس در راستای راه‌اندازی چنین سامانه‌هایی در هر کجای دیگر جهان برداشـــته شـــود، ناگزیر از بررسی و موشکافی در راه‌های رفته و شـــگردهای آزموده شده در این آزمایشگاه خواهد بود، تا از این راه، نه

لیزرهای رده‌ی ۲، لیزرهایی هستند که در بازه‌ی بینایی دارای توانی کمتر از ۱ میلی‌وات هستند. این لیزرها، مگر آن که کسی به گونه‌ای خودخواسته بدانها خیره شود، نمی‌توانند به چشم انسان آسیبی برسانند، چرا که واکنش ذاتی چشـــم از پرتوگیری بالای این پرتوها جلوگیری خواهد نمود.



شکل ۴- چیدمان بهینه‌سازی شده سامانه‌های لیزری CO_2 فراکوتاه در ATF با توان ۱ تراوات.

لیزرهای رده a۳: لیزرهایی هستند که دارای توان گسیلی در بازه ۱ تا ۵ میلی‌وات هستند و به خودی خود نمی‌توانند به چشم انسان آسیبی برسانند، مگر آن که کسی به گونه‌ای خود خواسته بدانها خیره شود و یا این که پس از کانونی شدن به چشم انسان برسند.

لیزرهای رده b۳: لیزرهای پیوسته با توان گسیلی در بازه ۵ تا ۵۰۰ میلی‌وات و یا لیزرهای تپی که در بازه زمانی ۲۵۰ میلی ثانیه انرژی کمتر از ۱۲۵ میلی‌ژول گسیل می‌نمایند، در این رده جای می‌گیرند. پرتوهای این دسته از لیزرها و بازتاب‌های آینه‌ای آنها نیز برای چشم انسان آسیب‌رسان هستند.

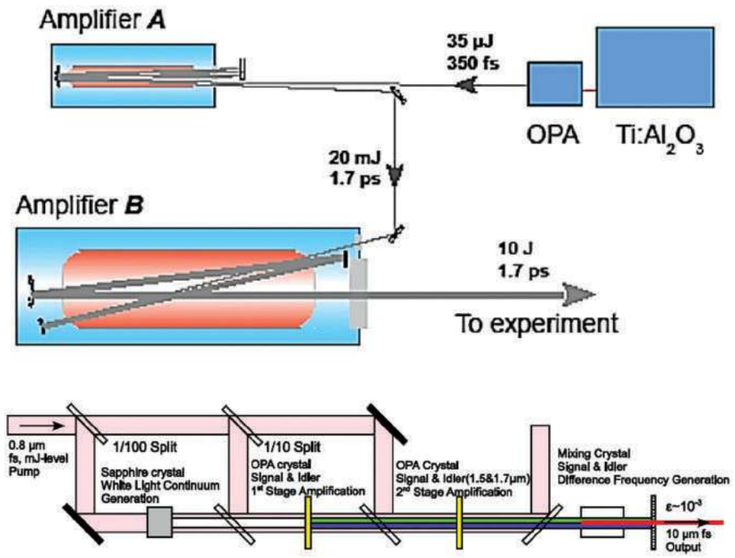
تنها از کار دانشمندان بزرگ پیشین الگوبرداری شود که گلچینی از ترفندهای آزمایشگاهی ناب به‌کار رفته شناسایی و همچنین، راهکارهای نوین یا بهینه‌سازی‌های انجام‌پذیر نیز از همین رهگذر، یافته شوند. در ادامه، سرگذشت سامانه‌های لیزری CO_2 فراکوتاه با توان از رده تراوات که در آزمایشگاه ATF ساخته شده بررسی خواهد شد.

همان گونه که پیش از این گفته شد مرکز آزمون شتاب‌دهنده در آزمایشگاه ملی بروکهاون ATF/BNL، پژوهشکده‌ای است که هر گونه پژوهش در زمینه شتاب‌گرهای لیزری و غیر لیزری را، پوشش می‌دهد و کار بر روی شتاب‌دهنده‌های لیزری CO_2، تنها بخشی از برنامه‌های پژوهشی بسیار گسترده این پژوهشکده در زمینه شتاب‌دهنده‌های لیزری به‌شمار می‌رود. شکل (۱) روند پیشرفت سامانه لیزری CO_2 فراکوتاه و ابرپرتوان این آزمایشگاه را نشان می‌دهد.

همان گونه که دیده می‌شود، این گروه کار خود را با توان گیگاوات در سال ۱۹۹۵ آغاز کرده و تا سال ۲۰۱۵ به توان‌های تا ۳ تراوات دست یافته است. چیدمان یکی از نخستین سامانه‌های ساخته شده در این پژوهشکده که توان‌های تا چند ده گیگاوات را به‌دست می‌داد در شکل (۲) آمده است که در آن، تپ‌های فراکوتاه ۵۰ تا ۱۰۰ پیکوثانیه لیزر CO_2، که با یک بستاور نیم‌رسانا[8] به‌دست آمده‌اند در یک تقویت‌گر بزرگ‌دهانه با فشار ۳ اتمسفر تاانرژی‌های از رده ۱ ژول تقویت می‌شوند. توان بیشینه گسیلی این سامانه به تعداد رفت و برگشت‌های درون تقویت‌گر وابستگی داشته و با افزایش از ۳ به ۸، از ۳ گیگاوات به ۲۵ گیگاوات افزایش یافته است.

در همان زمان، طرحی پیش‌بینی شد، که بر پایه آن با بهره‌گیری از یک تقویت‌گر بزرگ‌دهانه

8 Semiconductor switch



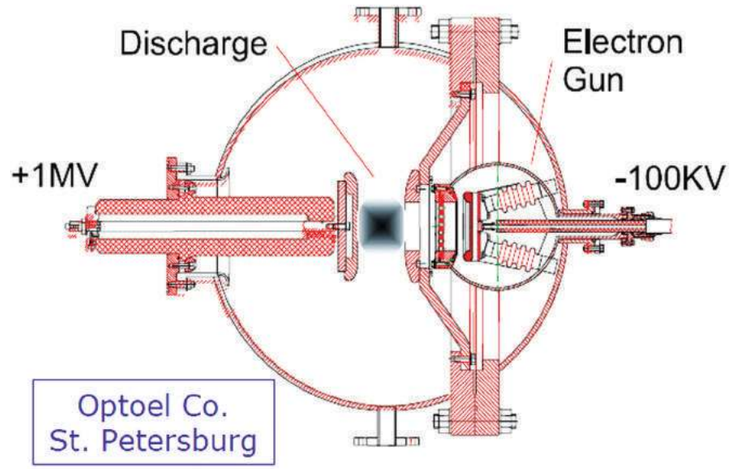
شکل ۵ - طرح پیشرفته‌ی سامانه‌ی لیزری CO_2 فراکوتاه با توان ۵ تراوات در ATF.

شکل ۶ - چیدمان پیش‌بینی شده در ATF برای دستیابی به تپ‌های ۳۵۰ فمتوثانیه‌ای در طول‌موج ۱۰ میکرومتر به‌روش OPA+DFG.

۱۰ اتمسفری با آمیزه گازی ایزوتوپی، بتوان به تپ‌هایی با دیرش زمانی ۳ پیکوثانیه و توان تا ۳ تراوات دست یافت. در این طرح، نخست تپ‌های یک لیزر CO_2 با فشار گاز اتمسفری و برانگیختگی عرضی[9] تک‌مد دورگه[10]، پس از برش با یک بستاور نیمرسانا به دیرش ۳ پیکوثانیه رسانده می‌شدند. سپس به گونه‌ای همزمان، یک تقویت‌کننده ۱۰ اتمسفری و بازسازنده[11] و یک تقویت‌کننده نهایی برای رساندن توان تپ‌های تقویت شونده تا مرز ۳ تراوات به‌کار گرفته می‌شد. برای این کار، نخست با بهره‌گیری از یک قطبش‌گر[12]، سلول‌های پاکلز[13] و تیغه‌های چارک‌موج[14]، تپ فراکوتاه[15] فرودی درون تقویت‌گر به‌دام انداخته می‌شد تا همچون یک تقویت‌گر بازسازنده، تا توان گیگاوات در آن تقویت شود. سپس، با بیرون کشیدن این تپ از این بازآواگر و درافشاندن آن از یک سوی دیگر به درون همان تقویت‌گر، این بار در تقویت‌گر نهایی، به توان نهایی تا ۳ تراوات دست یافته می‌شد. روشن است که این چیدمان، بر پایه دهانه بسیار بزرگ تقویت‌گر و همچنین فشار بالا و آمیزه ایزوتوپی آن استوار بود. با این همه، روشی که در گذر زمان در پیش گرفته شد، با دستکاری‌ها و دگرگونی‌های چندی همراه بوده است که روی هم رفته، به چیدمان‌های بهینه‌سازی شده دیگری انجامیده‌اند. به این ترتیب، نخست با جدا کردن تقویت‌گرهای بازسازنده و پایانی، بهبود کارکردی درخشانی در این سامانه فراهم گردید که نمونه‌ای از آن در شکل (۳) نشان داده شده است. چنان که دیده می‌شود در این چیدمان، تپ‌های یک لیزر

9 Transversely Excited Atmospheric (TEA)
10 Hybrid
11 Regenerative amplification
12 Polarizer
13 Pockels cells
14 Quarter-wave plate
15 Ultra-short

لیزرهای رده‌ی ۴: لیزرهای پیوسته‌ی با توان گسیلی بیشتر از ۵۰۰ میلی‌وات و یا لیزرهای تپی که در بازه‌ی زمانی ۲۵۰ میلی‌ثانیه انرژی بیشتر از ۱۲۵ میلی‌ژول گسیل می‌نمایند، در این رده جای می‌گیرند. پرتوهای این دسته از لیزرها، بازتاب‌های آینه‌ای و نیز پراکندگی‌های اتفاقی آنها از هر جایی برای چشم انسان بسیار آسیب‌رسان هستند. این پرتوها می‌توانند سوختگی‌های شدید و آتش سوزی را نیز به‌همراه داشته باشند.



شکل ۷- ساختار درونی لیزر بزرگ‌دهانه‌ی تقویت‌گر پایانی پیش‌بینی شده در ATF با پیش‌یونش پرتو X..

الزاماتی برای دستگاه‌های لیزری آماده به کار در آزمایشگاه‌ها در نظر گرفته شده‌است، که بر پایه‌ی آنها، هر دستگاه لیزری آماده به کار در آزمایشگاه باید از آنها برخوردار باشد:

۱) دفترچه‌ی راهنمایی که روش کار با لیزر با ریزه‌کاری در آن آمده باشد.

۲) برچسب‌هایی که نشان‌دهنده‌ی طول‌موج و توان یا شدت گسیلی آن باشند.

۳) قفل ایمنی، که با خاموش کردن آن دیگران نتوانند لیزر را روشن نمایند.

۴) چراغ‌های نشانه‌ای، که نشان‌دهنده‌ی روشن بودن لیزر هستند.

۵) قفل درونی خودکار، که با باز شدن درب‌های لیزر، آن را از کار بیاندازد.

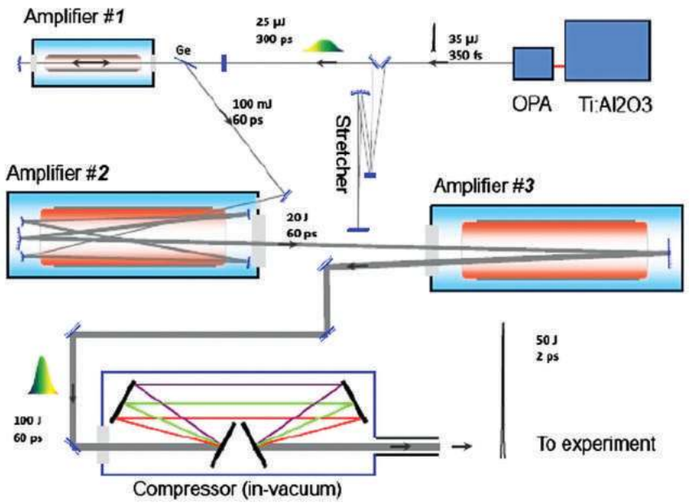
۶) برچسب‌های نشان‌دهنده‌ی راستای گسیل پرتوها.

۷) برچسب‌های هشداری که نمایانگر ده‌ی ردهٔ ایمنی لیزر و راهکارهای ایمنی وابسته بدانها باشند.

CO_2 با برانگیختگی عرضی اتمسفری در حالت تک‌مد دورگه، پس از برش با یک بستاور نیمرسانا تا دیرش ۲۰۰ پیکوثانیه، راهی یک تقویت‌گر بازسازنده با فشار ۴ اتمسفر می‌شوند و پس از تقویت تا مرز ۱ گیگاوات، به تقویت‌گر پایانی ۹ اتمسفری فرستاده می‌شوند، تا به توان ۳۰ گیگاوات برسند. برای هموار ساختن نمودار بهره تقویت‌گر بازسازنده و جلوگیری از شکافتگی پیکوثانیه‌ای پیش‌بینی شده در تپ‌های تقویت شده، از آمیزه ایزوتوپی در این تقویت‌گر بازسازنده بهره گرفته شده است. تقویت‌گر پایانی به‌کار رفته نیز، یک لیزر CO_2 با پیش‌یونش فرابنفش، گنجایش فعال ۹ لیتر، قطر دهانه ۱۲ میلی‌متر و بیشینه آهنگ تکرار ۱۰ هرتز است.

پس از آن، در سال ۲۰۰۲، با افزایش فشار تقویت‌گر بازسازنده تا ۱۰ اتمسفر، سرانجام تپ‌های لیزری CO_2 با توان ۱ تراوات به‌دست آمدند. این چیدمان در شکل (۴) دیده می‌شود. در این چیدمان، برای برش تپ‌های لیزر تقویت‌کننده مدهای عرضی CO_2 با دیرش ۱۰ پیکوثانیه، از تپ‌های هماهنگ دوم یک لیزر Nd:YAG با دیرش ۱۰ پیکوثانیه، یک برشگر[16] بازتابی نیمرسانا و همچنین یک سلول کِر[17] اپتیکی بهره گرفته شده است. تپ‌های بذر برش یافته پس از تقویت تا انرژی ۱۰۰ میلی‌ژول و توان ۱۰ گیگاوات در تقویت‌گر بازسازنده، راهی تقویت‌گر پایانی می‌شوند، که انرژی تپ‌ها را به ۱۰ ژول، هم‌ارز با توان ۱ تراوات می‌رسانند. برای بالا بردن اندازه تقویت در تقویت‌گر بازسازنده، افزون بر بهره‌گیری از آمیزه ایزوتوپی، فشار آن نیز به ۱۰ اتمسفر رسانده شده است. با کاهش دیرش تپ‌ها در این چیدمان به ۵ پیکوثانیه در سال ۲۰۰۶ با بهره‌گیری از یک لیزر Nd:YAG فراکوتاه با دیرش ۵ پیکوثانیه، شکافتگی زمانی ۱۸ پیکوثانیه‌ای تپ‌ها که در تئوری پیش‌بینی شده بود، اندک اندک نمودار گشت و هنوز هم توان تپ اصلی از همان ۱ تراوات فراتر نرفته است.

16 Slicer
17 Optical Kerr cell



شکل ۸ - طرح پیشرفته‌ی سامانه‌ی لیزری CO_2 فراکوتاه با توان ۵۰ تراوات در ATF.

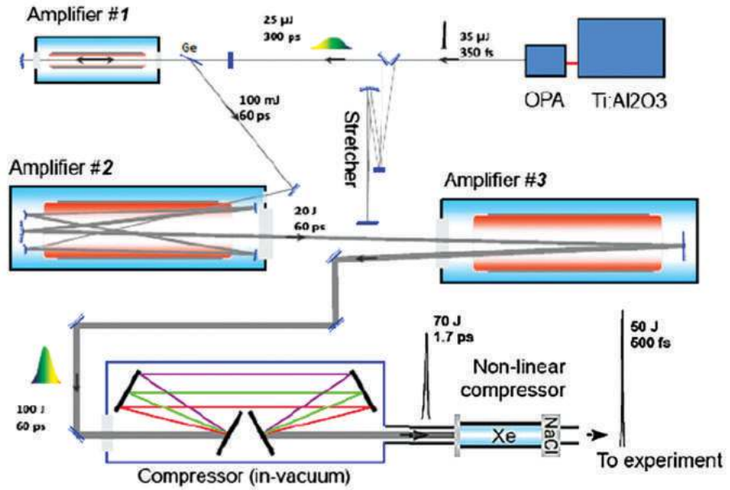
ساختار امروزی

هم‌اکنون، پژوهشکده ATF برنامه‌های پیشرفته‌ای را برای آینده در پیش گرفته است، تا بتواند به سامانه‌های لیزری CO_2 با تپ‌های فراکوتاه پیکوثانیه و کمتر از آن، با توان‌های از رده ۱۰۰ تراوات و حتی پتاوات دست یابد. نمایی از نخستین طرح پیشرفته‌ی پیشنهاد شده در این پژوهشکده در شکل (۵) نشان داده شده است. همان گونه که دیده می‌شود، این طرح با دگرگونی‌های بزرگی در راهبرد دانشی همراه است. تپ‌های فراکوتاه بذر در این سامانه، که نه از راه برشگرهای نیمرسانا، بلکه با بهره‌گیری از یک لیزر Ti:Sapphire و از راه فرآیندهای تقویت پارامتری اپتیکی[18] و تولید فرکانس‌های تفاضلی[19] فراهم می‌آیند، باید دارای پهنایی پیرامون ۳۵۰ فمتوثانیه باشند.

18 Optical parametric amplification (OPA)
19 Difference frequency generation (DFG)

چیدمان پیش‌بینی شده برای این سامانه در شکل (۶) دیده می‌شود. این سامانه، راه را برای افزایش قابلیت تکرار سامانه و رساندن آن به حالت تکرار بیشینه در تقویت‌گر نهایی هموار می‌سازد. از سوی دیگر، برای افزایش انرژی تپ‌های پیش‌تقویت شده در تقویت‌گر بازسازنده، این تقویت‌گر با دستگاه بزرگ‌تری (تقویت‌گر A) که دارای دهانه‌ای با قطر بسیار فراخ‌تر نزدیک ۳ سانتیمتر (در برابر ۱۲ میلی‌متر پیشین) است، جایگزین خواهد شد. افزون بر اینها، تقویت‌گر نهایی نیز با یک لیزر CO_2 با پیش‌یونش پرتو ایکس و دهانه بسیار بزرگ‌تر ۱۰ سانتیمتری جایگزین خواهد شد. ساختار درونی این لیزر در دست ساخت، در شکل (۷) نشان داده شده است.

بدین‌سان، امید می‌رود سرانجام بتوان به تپ‌هایی با دیرش زمانی پیرامون ۱/۷ پیکوثانیه، انرژی نزدیک به ۱۰ ژول و توان بیش از ۵ تراوات دست یافت. چالش این سامانه در این است که



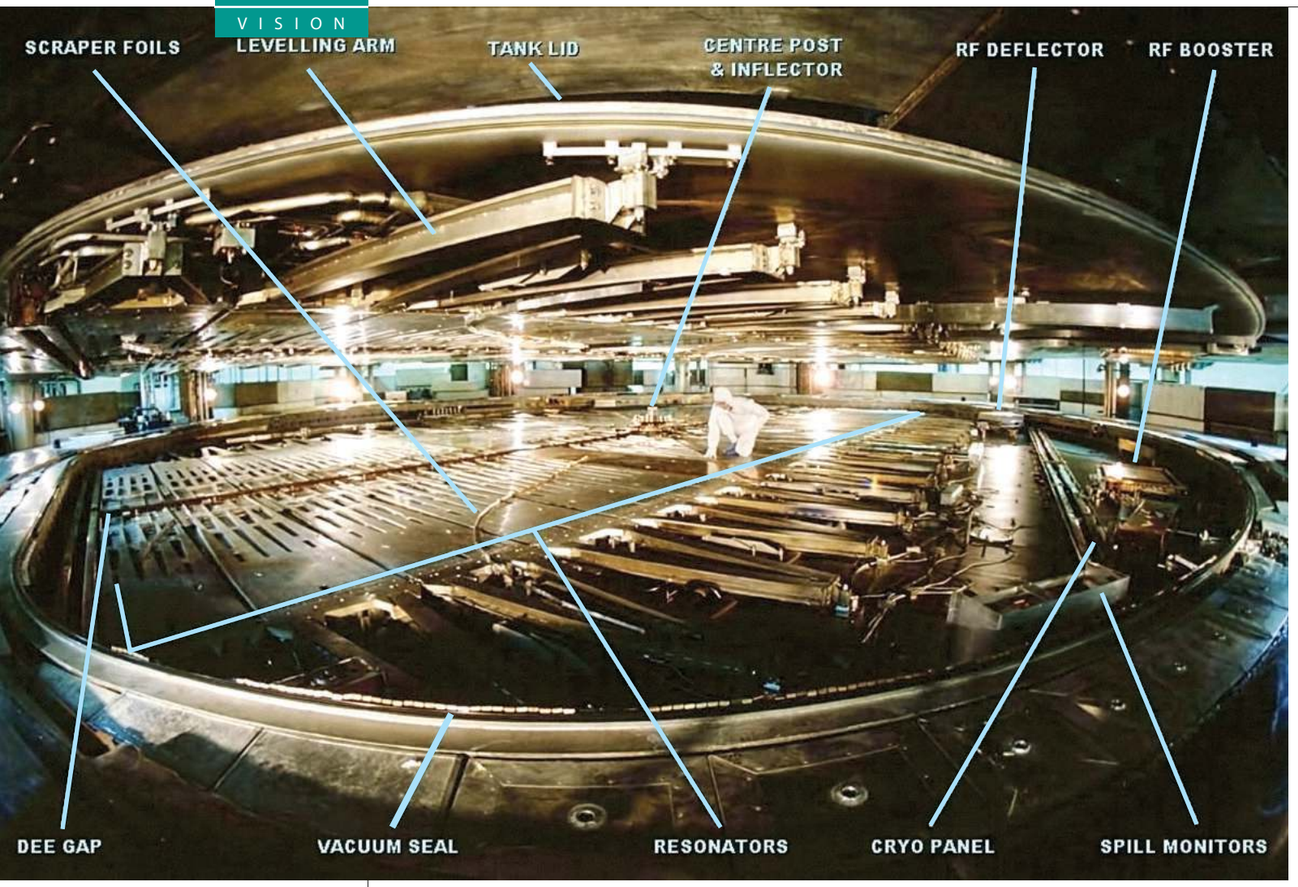
شکل ۹- طرح پیشرفته سامانه لیزری CO_2 فراکوتاه با توان ۱۰۰ تراوات در ATF.

پهنای طیفی تپ‌های بذر ۳۵۰ فمتوثانیه بسیار بیشتر از پهنای نمودار بهره‌ی تقویت‌گرها است و از همین رو، با از دست رفتن بخشی از این پهنا، تپ‌های پایانی دیرشی کمتر از ۱/۷ پیکوثانیه نخواهند داشت.

با همه پیچیدگی‌های پدید آمده در این طرح، این‌گونه پیش‌بینی شده تا با بهره‌گیری از روش‌های تقویت چهچهه‌ای تپ‌ها[20] CPA، بتوان همزمان با حفظ دیرش زمانی تپ‌های بذر در ۳۵۰ فمتوثانیه، آن را تا انرژی‌های پیرامون ۵۰ تراوات نیز تقویت نمود. چیدمانی که برای این طرح پیش‌بینی شده، در شکل (۸) آورده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود، نخست با بهره‌گیری از یک کش‌دهنده توری‌دار[21]، دیرش تپ‌های بذر از ۳۵۰ فمتوثانیه به ۳۰۰ پیکوثانیه رسانده می‌شود و آنگاه به درون پیش‌تقویت‌گر شماره ۱ فرستاده می‌شود. سپس، تپ‌های پیش‌تقویت شده، که اکنون دیرش آنها به نزدیکی بازه پیکوثانیه رسیده است، در دو تقویت‌گر همسان شماره ۲ و ۳، که همان لیزرهای بزرگ‌دهانه‌ی با پیش‌یونش پرتو X هستند، با دو هندسه ناهمسان، تا انرژی ۱۰۰ ژول تقویت خواهند شد. آنگاه، یک آرایه فشرنده تپ توری‌دار، دیرش تپ‌ها را تا ۱/۷ پیکوثانیه کاهش می‌دهد، که ناگزیر، با افت انرژی آنها تا ۷۰ ژول همراه است.

به هر روی، این سامانه خواهد توانست تپ‌های فراکوتاهی از لیزر CO_2 با دیرش ۱/۷ پیکوثانیه، انرژی ۷۰ ژول و توان نزدیک به ۵۰ تراوات را فراهم سازد. بررسی‌های انجام یافته در این پژوهشکده در زمینه کوتاه‌سازی تپ‌های لیزری CO_2 به‌روش خود-چهچهه‌ای[22] در پلاسمای گازهای کمیاب مانند زنون، چشم‌انداز تازه‌ای در این راستا گشوده است.

20 Chirped pulse amplification
21 Grating stretcher
22 Self-Chirping.

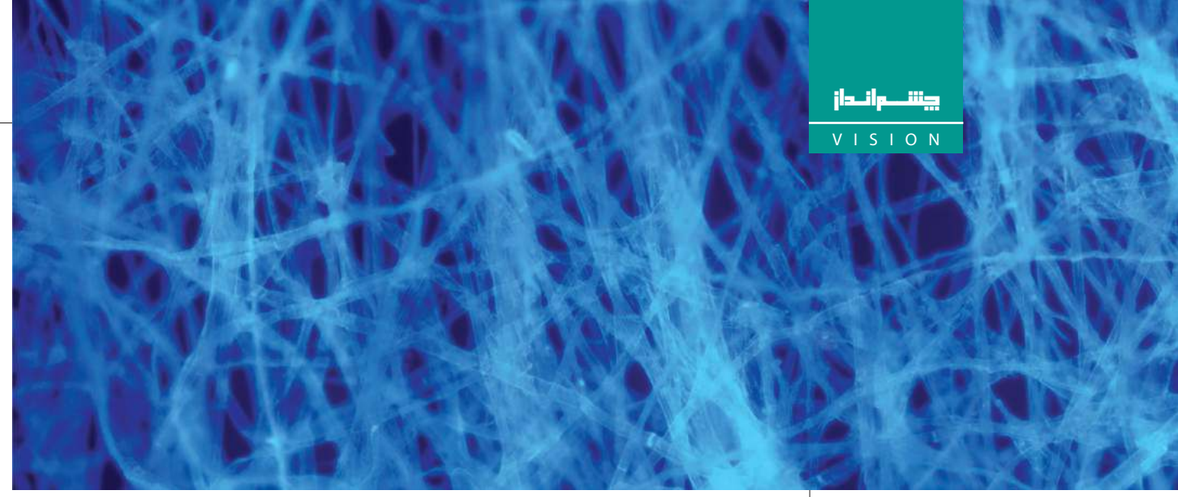


از همین رو، طرح بسیار پیشرفته‌ای برای دستیابی به توان‌های تا ۱۰۰ تراوات از تپ‌های لیزری CO_2 با بهره‌گیری از فرآیند خود-چهچهه‌ای در پلاسمای زنون برای آینده پیشنهاد داده شده است، که نمایی از آن در شکل (۹) آورده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود، در اینجا یک سلول پلاسمای زنون با پنجره بیرونی NaCl به همان سامانه ۵۰ تراواتی پیشین افزوده خواهد شد.

فرآیند خود-چهچهه‌ای در پلاسمای زنون، چهچهه‌ای را در این تپ‌ها پدید می‌آورد، به این ترتیب با عبور تپ‌ها از درون یک محیط پاشنده غیرخطی، آن‌ها کوتاه می‌شوند. بلور NaCl، برای تپ‌های کوتاهی در این بازه زمانی، از این ویژگی غیرخطی با اندازه دلخواه برخوردار است و بدین‌سان، تپ‌های خود-چهچهه‌ای شده تراگسیلی از سلول زنون، به هنگام تراگسیل از این پنجره تا ۵۰۰ فمتوثانیه کوتاه خواهند شد. به هر روی، امید می‌رود، با برپایی این سامانه بتوان به تپ‌های لیزری CO_2 فراکوتاه با دیرش ۵۰۰ فمتوثانیه، انرژی ۵۰ ژول و توان نهایی ۱۰۰ تراوات دست یافت.

از آنجا که بهره‌گیری از نیروهای گاز کربنیک در کشور ما از زیر ساخت‌های مناسبی برخوردار است و پتانسیل بهبود این لیزر در کشور مهیاست، بررسی چنین سامانه‌هایی می‌تواند نقطه آغاز حرکت در مسیر پیشرفت در این زمینه باشد.

اطلاعات بیشتر در کانال شبکه اجتماعی @slpm.ir



بافت‌های زیستی را رنگینه‌های درونی یا درون‌زاد می‌نامند که دارای حالت تحریکی یکتایی هستند یعنی خواص فسفرسانس ندارند و طول عمرشان در حدود ۱-۱۰ns است. تعدادی از این رنگینه‌ها نیکوتین امید آدنین دی نوکلوئیدتید (NADH) نامیده می‌شود.

طیف‌سنجی فلوئورسانس القایی لیزری

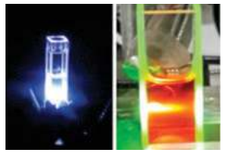
لیزر و رنگینه‌های درون‌زاد

نجمه السادات حسینی مطلق
hosseinimotlagh@gamil.com

طیف سنجی فلوئورسانس که بر پایه جذب نور توسط رنگینه در طول موج‌های کوتاه‌تر و تابش آن در طول موج‌های بلندتر (جابجایی استوکس) استوار است؛ در طول ۳۰ سال گذشته رشد قابل توجهی داشته است. این روش به‌علت حساسیت بسیار بالای آن جزو ابزارهای اولیه تحقیق در بیوشیمی و بیوفیزیک، بیوتکنولوژی، تشخیص‌های پزشکی، ترکیب‌بندی DNA، علوم جنایی، تحلیل ژنتیکی و... به‌شمار می‌رود. همچنین دقت بالا و سهولت روش فلوئورسانسی سبب محدود شدن به کارگیری ردیاب‌های رادیو اکتیویته که هزینه‌های بالاتر و کاربری مشکل‌تری دارند در اکثر اندازه‌گیری‌های بیوشیمیایی شده است.

یکی از روش‌های تحریک رنگینه در طیف‌سنجی فلورسانس استفاده از لیزر است که آن را طیف‌سنجی فلوئورسانس لیزری (LIF)[1] می‌نامند. لیزرها ابزارهایی هستند که می‌توانند دارای پهنای طول موجی کوچک ،همدوسی بالا، راستای واحد، شدت بالا و پهنای زمانی کوچک باشند که این ویژگی‌ها باعث افزایش بازده تابش فولوئورسانس خواهد شد.

1 Laser Induced Fluorescence



شکل ۱- تحریک دو رنگینه با لیزر اگزایمر پالسی ۳۰۸ نانومتر که هر کدام تابشی در محدوده نور نارنجی و آبی دارند.

طیفسنجی فلورسانس القایی لیزری شامل تحریک اتم یا مولکول به تراز کوانتومی برانگیخته توسط لیزر و مشاهده گسیل خودبه‌خودی از تراز تحریکی یا ترازهای مجاور است. این روش در اندازه گیری های اپتیکی بر روی گازها، مایعات و جامدات مناسب است. فلوئورسانس القایی لیزری یک فرایند جذب و گسیل است که طول موج لیزر تأمین کننده ی انرژی لازم جهت جذب در رنگینه و طیف گسیل بیانگر نوع و غلظت رنگینه‌است.

از مهم‌ترین ویژگی های روش LIF، می توان به حساسیت بالای آن (در گستره ppb تا ppt) در مقایسه با روش های جذب سنجی و پراکندگی اشاره کرد. از مزایای دیگر این روش سادگی ساختار طیف فلوئورسانسی، سرعت بالا، امکان تصویربرداری بسیار سریع (در حد نانوثانیه) و ارزان و قابل حمل بودن آن است. هم چنین این روش در مطالعات سنجش از راه دور نیز قابل استفاده است. از محدودیت های آن هم می‌توان به محدودیت مواد فلوئورسنت و تداخل تابشی اشاره کرد.

بنابراین یکی از مهمترین پارامترها در روش LIF انتخاب رنگینه مناسب است. این موضوع در طیف‌سنجی های زیستی اهمیت بیشتری پیدا می کند چراکه در این حالت رنگینه باید زیست سازگار هم باشد. بنابراین آشنایی با رنگینه‌های متفاوت و انتخاب رنگینه مناسب گام اول برای طیف سنجی LIF است.

به‌طور کلی دو نوع رنگینه وجود دارد: رنگینه درونی یا درون‌زاد که شامل بعضی مواد داخل بدن با توان جذب نور و خواص فلوئورسانی است و رنگینه‌ها برون‌زاد یا بیرونی که شامل رنگینه‌های مواد الی و معدنی است.

رنگینه‌های درونی یا درون‌زاد

سلول‌ها تغییرات فوتوفیزیکی و فوتوشیمیایی وسیعی را طی پروسه‌هایی که جذب نور را به‌دنبال دارد، نمایش می‌دهند. این ترکیبات سلولی به‌صورت مستقیم یا با انتقال انرژی از دیگر ترکیبات تحریک می‌شوند. این رنگینه‌های درونی برای پروسه پایش سلولی و نمایش نشر قوی دو فوتونی مناسب هستند. اما این رنگینه‌ها در زمان استفاده از رنگینه‌های بیرونی، باعث تداخل نوری و کاهش دقت می‌شوند. بنابراین شناخت آنها و آشنایی با طول موج تحریک و انتشارشان می تواند کمک شایانی به انتخاب رنگینه مناسب داشته باشد. در ادامه به معرفی چند نمونه از این رنگینه ها پرداخته خواهدشد.

پروتئین فلوئورسنت سبز[2]: پروتئین فلورسنت سبز، در شکل اصلی خود، طول موج جذب ۳۹۵ و ۴۷۵ نانومتر و بیشینه نشر حدود ۵۰۸ نانومتر دارد. این GFPها و گونه‌های مختلف آنها به‌صورت مارکرهای فلوئورسانسی چند رنگی به‌عنوان پروب های زیرسلولی[3] مورد استفاده قرار می گیرند. GFP ها به‌عنوان یک شاخص برای فعالیت ژن و پروتئین‌های چسب‌دار[4] استفاده می‌شود.

فلاوین‌ها: این رنگینه از مشتقات riboflavin(vitamin B2) هستند که رایج‌ترین آنها مونونوکلئوتید فلاوین[5] و آدنایندی‌نوکلئوتیدفلاوین[6] نامیده می‌شوند. FMN با ماکزیمم انتشاری در ۵۳۰ نانومتر بازده بیشتری نسبت به FAD دارند. ریبوفلاوین درون‌سلولی[7]، کوانزیم فلاوین[8] و فلاوو پروتئین‌ها[9] جابجایی طول موج درمحدوده ۵۴۰-۵۶۰ نانومتر دارند.

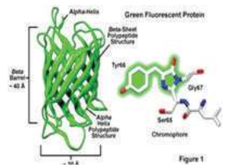
NAD(P)H: این رنگینه‌ها در واقع nicotinamide-adeninie dinucleotide(NADH) و nicotinamide–adeninie dinucleotide phosphate (NADPH) فلوروفورهای کوانزیمی مثل FAD و FMN بوده و برای بسیاری از واکنش‌ها در اکثر سلول‌ها حیاتی هستند.

لیپوفوسین[10]: اینگونه رنگینه‌ها همچنین "رنگدانه سنی[11]" هم نامیده می‌شوند، زیرا خودفلوئورسانسی قوی آنها اغلب با افزایش سن در سیتوپلاسم سلول‌های postmitotic دیده می‌شود. طول موج تحریک آنها در محدوده UV (۳۳۰-۳۹۰نانومتر) و ماکزیمم انتشار آنها از طول موج آبی (nm420) تا زرد مایل به نارنجی (۵۴۰-۵۶۰نانومتر) تغییر می کند که این تغییر بستگی به محیط آن دارد.

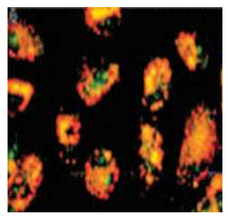
الاستین[12] و کالژن[13]: پروتئین‌هایی مانند این دو، انتشار زرد مایل به سبز را با محدوده تحریک ۴۸۰ نانومتر نشان می دهد.

فلوئورسانس بسیاری از ترکیبات دیگر، مثل AGE[14] ها، پروتوپورفیرین و لیگنین[15] معمولا با فلوئورسانس مواد مورد استفاده برای تصویربرداری زیستی همپوشانی می کنند.

2 .green fluorescent protein)GFP(
3 .subcellular
4 .labeling protein
5 .flavin mononucleotde(FMN)

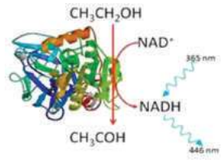


شکل ۲- پروتئین فلوئورسنت سبز

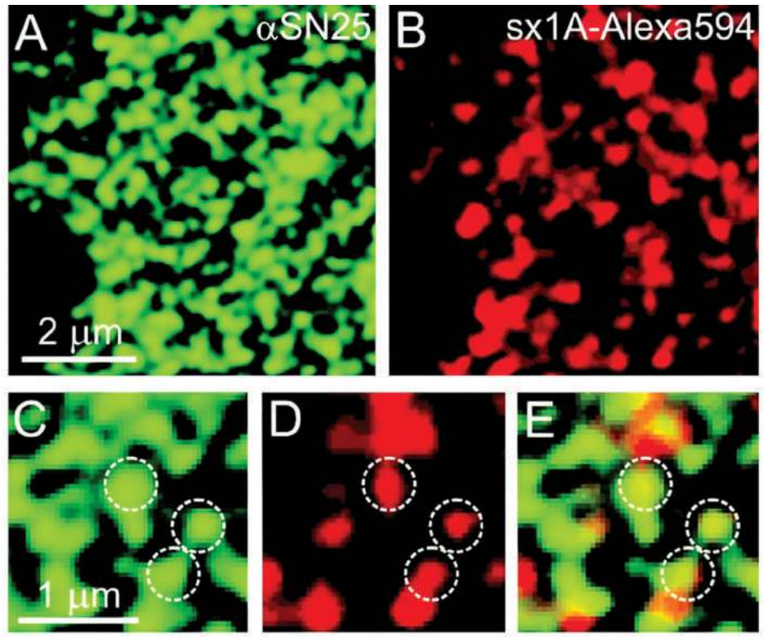


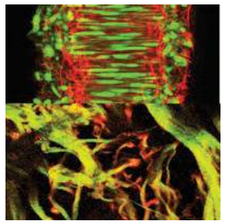
شکل ۳- لیپوفیسین

6 .flavin adenine dinucleotide(FAD)
7 .ribotlavin
8 .flavin coenzymes
9 flavoproteins
10 .lipofuscin
11 .age pigment
12 .elastin
13 collagen
14 .advanced glycation endproducts
15 .lignin



محدوده تحریک و جـــذب NAD(P)H آزاد به‌ترتیب ۳۶۰ و ۴۶۰ نانومتر است، در حالیکه پروتئین‌های متصل شـــده به کوانزیم‌ها طـــول موجی در حدود ۴۴۰ نانومتر را منتشر می‌کنند. شدت فلوئورسانسی NAD(P)Hها در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ برابر فلاوین‌هااست.





تصاویری از رنگینه های الاســـتین و کلاژن

بنابراین آنهـــا به‌طور وســـیعی مورد اســـتفاده قرار نمی‌گیرنـــد. به‌عنوان مثـــال، فلوروفـــور NADH در تصویربرداری in vivo مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد در حالی که آن به‌عنوان روشی برای تخریب سلول‌ها در درمان فوتودینامیک کنترل شده‌است.

موانع و محدودیت‌های موجود برای استفاده ازرنگینه های دورن زاد

۱- محدوده جذب و گســـیل NADH ها و FAD ها در محدوده مرئی است. بنابراین، هنگام استفاده از آنها در تصویر برداری در بافت‌های عمیق به‌علت محدودیت عمق نفوذ مشکلاتی بوجود می‌آید.

۲- با فلوروفورهای طبیعی نمی‌توان بین انواع مختلف بافت‌های سرطانی تمیز قایل شد.

۳- NADH ها و FAD ها باید با دیگر رنگینه های ناشناخته داخل بدن در جـــذب و پراکندگی رقابت کنند، که به نوبه خود ممکن است طیف به‌دست‌آمده ترکیبی از طیف‌های فلوروفورهای مختلف باشد.

۴- یکی از مشکلات استفاده از GFPها از دست دادن طیف فلوئورسانی آنها در طول تثبیت بافت یا پردازش بعد از آن می‌باشد.

۵- متفاوت بودن بیان GFP ها حتی در انواع سلول‌های مشابه در یک حیوان

۶- تجمع پروتئین‌های فلوروسنت می‌تواند منجر به سمیت سلولی شود.

۷- GFPهای تحریک‌شـــده برای یک زمان طولانی ممکن اســـت رادیکال‌های آزاد ایجاد کنند که برای سلول‌ها سمی هستند.

تمام ایـــن محدودیت‌ها باعث شـــده اســـت که به رنگینه‌های بیرونی روی آورده شـــود. در شماره های بعدی به ادمه این بحث و آشنایی با رنگینه‌های بیرونی خواهیم پرداخت.

لیزرنیوز
LASERNEWS

۵۴ جایزه «پریزم» برای نوآوری در فوتونیک
۵۶ استفاده از لیدار در اتومبیل‌های آینده

جایزه «پریزم» برای نوآوری در فوتونیک

مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com

جوایز پریزیم (Prism Award) مدت ۱۰ سال است که با هدف به رسمیت شناختن محصولاتی که با استفاده از نور زندگی انسان را متحول می کنند، برگزار می‌شود. برندگان این مسابقه در سال‌های گذشته ازمیان شتاب دهنده های انتقال تکنولوژی تا شرکت‌های چند ملیتی بوده‌اند. برندگان سال ۲۰۱۸ در سی و یکم ژانویه ۲۰۱۸ اعلام خواهند شد.

جایزه PRISM برای نوآوری در فوتونیک یک رقابت جهانی است که هر ساله از بهترین محصولات فوتونیکی در بازار تقدیر می کند.

در طول سالیان تا به امروز میزان درخواست‌های شرکت در این رقابت به بیش از ۳۵ کشور از کشورهای صاحب فناوری فوتونیک رسیده است. کاربرد محصولات ارایه شده توسط گروهی از، کارشناسان برجسته صنایع، سرمایه‌گذران، فرهیختگان و بازدیدکنندگان مورد داوری قرار می‌گیرد. راه‌یابندگان به مرحله نهایی و برندگان این مسابقه که در پایان رقابت انتخاب می‌شوند در میان شرکت‌ها و تولیدکنندگان دارای تنوع زیادی هستند.

از سال ۲۰۰۸، SPIE انجمن بین‌المللی اپتیک وفوتونیک و فوتونیک مدیا، هرساله این مراسم را در فوتونیک وست برگزار می کنند. هدف از برگزاری این جشنواره، از آغاز فعالیت، این بوده تا شرکت‌هایی که در محصولات خود تغییرات چشمگیر ایجاد می کنند و متفاوت بودن را تجربه می کنند، مورد توجه قرار بگیرند و به رسمیت شناخته شوند. با حرکت رو به رشد صنعت فوتونیک این رویداد و جایزه بین‌المللی نیز پیشرفت کرده و برای شرکت کنندگان، راه‌یافتگان به مرحله نهایی، برندگان، داوران و ارایه‌دهندگان از ارزش بالاتری برخوردار می گردد.

جایزه پریزم، توسط برخی موسسات مانند اپتیک‌نت دانمارک به عنوان اسکار فوتونیک شناخته شده است و به‌عنوان جشنواره‌ای برای معرفی بهترین‌های صنعت فوتونیک شناخته می‌شود.

برندگان نهایی این دوره از این رویداد جهانی حوزه فوتونیک نیز در ژانویه ۲۰۱۸ طی یک جشنواره جوایزدرشهر سانفراسیسکو ایالات متحده اعلام می گردند. برگزیدگان این رویداد که از میان سی شرکت‌کننده برتر راه یافته به مرحله پایانی در ۳۱ ژانویه ۲۰۱۸ انتخاب می‌شوند، دارای نوآوری‌هایی در ساخت و تولید کوچک‌ترین طیف سنج FT-IR، ساخت یک سیستم لیدار برای وسایل نقیله، یک سنسور افزودنی به گوشی هوشمند برای تصویربرداری زیستی بدون تماس و سایر محصولات مشابه هستند. برگزارکنندگان این مراسم که دهمین دوره آن را در سال ۲۰۱۸ رویدادی برجسته به حساب می‌آورند، در برنامه خود تلاش می کنند نوآوران برتر صنایع و فناوری پیشگامانه در این حوزه را شناسایی نمایند.

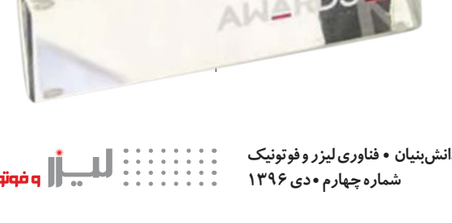
اعتقاد مدیران و برگزارکنندگان این است که از آنجایی که این رویداد هر ساله دسته‌بندی‌های مختلفی در حوزه فوتونیک معرفی می‌نماید. البته مسیر این دسته‌بندی‌ها اغلب توسط زمینه‌های پررونق نوآورانه‌ای که وارد رقابت می‌شوند مشخص می‌شود. بنابراین کل این فرآیند می‌تواند دید روشنی درباره بخش‌های داغ بازار و اقتصاد این حوزه پیش‌روی این صنعت بگشاید. مثلا در دهمین دوره این رقابت به‌جای نه عنوان دسته بندی شده گذشته، ده عنوان مطرح شده است و علت آن این است که قسمت زیست پزشکی شامل دو دسته تجهیزات دانش زیستی و پزشکی تشخیصی و درمانی شده‌است. در حقیقت این موضوع نشان از نقش روز افزون این فناوری در کاربردهای حیاتی دارد. همچنین در سال جاری، دسته بندی‌هایی در زمینه نوآوری در نظارت و رصد محیط زیستی، نورپردازی و منابع نور وجود داشته است که با توجه به تلاش جهانی برای دستیابی به ابزار و منابع انرژی پایدار بسیار مناسب و به‌هنگام به نظر می‌رسد.

بخش‌های مختلف جایزه PRISM نوآوری فوتونیک

این جایزه شامل قسمت‌های ده‌گانه زیر است که با توجه به آنچه گفته شد طی دوره‌های مختلف با تغییراتی همراه است.

- آشکارسازها و حس‌گرها
- رصد محیط زیستی
- نورپردازی و منابع نوری
- تصویربرداری و دوربین‌ها
- لیزر
- تجهیزات علوم زیستی
- پردازش مواد و ساخت افزایشی
- پزشکی تشخیصی و درمان
- قطعات اپتیکی و اپتومکانیکی
- سنجش و اندازه‌گیری

از نامزدهای کسب جایزه پریزم که برای این دوره انتخاب شده‌اند می‌توان از شرکت‌هایی مانند لیزرتکنولوژی چین در قسمت ساخت افزایشی وپرینترهای سه بعدی، ان کی تی فوتونیکز دانمارک در حوزه حس‌گرها و آشکارسازها، لومیناراتکنولوژی در زمینه تصویربرداری و دوربین و....نام برد.



اگر علاقه مند هستید سی فینالیست و برندگان جایزه پریزم ۲۰۱۸ را بیشتر بشناسید به وبگاه آن به آدرس http://www.photonicsprismaward.com مراجعه کنید.

جنرال موتورز تنها یک گام با عرضه خودروهای خودران به بازار ناوگان حمل و نقل فاصله دارد

استفاده از لیدار در اتومبیل های آینده

فاطمه کبیری
ftm_kabir@yahoo.com

به تازگی شرکت بزرگ خودرو سازی جنرال موتورز اعلام کرده است، توسط استارت‌آپ کروز که بر روی خودروهای بدون راننده کار می‌کند، به سیستم لیزری لیدار همدوس ساخت استارت‌آپ استروب[1] دست‌یافته است که از آن در اتومبیل‌های خودکار استفاده می‌کند. اجرای این طرح در حقیقت یک حرکت بسیار مهم در برنامه‌های شرکت جنرال موتورز است. با توجه به اینکه برای اهداف آینده فناوری خودروهای خودران سنسور و ساختن آن بسیار اهمیت دارد، این حرکت شرکت یک راهبرد نیرومند، قابل‌اعتماد و مقرون‌به‌صرفه نیز می‌باشد.

کایلی وگت[2]، موسس و مدیر عامل کروز می گوید: "ماموریت ما این است که راننده را از وسیله نقلیه حذف کنیم و در نهایت، این وسیله نقلیه را در مقیاسی عظیم توسعه دهیم. حسگرهای لیدار یک تنگناست."

راهکار ارایه شده توسط استروب، هزینه ساخت این حسگرها را تا ۹۹ درصد کاهش می‌دهد و از نظر مدیران آن، این عقیده که استفاده از لیدار در یک محصول تجاری بسیار پرهزینه و عجیب است، کاملا قدیمی شده است.

اکثر کسانی که در زمینه ماشین‌های بدون راننده (که فرمان، پدال و انسان در آن‌ها نقشی ندارند) کار می‌کنند، معتقدند که لیدار عامل بسیار مهمی است. این فناوری با شلیک میلیون ها پرتو لیزر در هر ثانیه و اندازه‌گیری زمان بازگشت آنها پس از بازتاب از اشیاء تا فاصله ۲۰۰ متری، کار می‌کند. سیستم‌های لیدار بر خلاف دوربین‌ها به نور محیطی وابسته نیستند و هیچ‌گونه محدودیتی در تشخیص سایه‌ها نسبت به خود اشیا ندارند. امکان جمع‌آوری یک میلیون نقاط داده در حدود یک ثانیه، دقت بیشتری نسبت به رادار را ارایه می‌کند. این قابلیت مشخص می‌کند که چرا گزارش ABI پیش‌بینی می‌کند که ارزش بازار لیدار تا سال ۲۰۲۷ به ۱۳ میلیارد دلار خواهد رسید. این فناوری مورد یک دعوای حقوقی بر سر اسرار اطلاعات تجاری بین شرکت‌های ویمو[3]، شرکت مستقل اتومبیل‌های خودران گوگل، و اوبر[4] است.

استفاده از وسیله نقلیه دارای فناوری لیدار نسبتا جدید است، با این حال در سال ۲۰۰۵ مسابقه‌ای برای خودروهای خودران به‌نام "رقابت بزرگ دارپا"[5] برگزار شد. دارپا مخفف کلمات "آژانس پروژه‌های تحقیقات پیشرفته دفاعی" است. تا به امروز هیچ یک از ده‌ها شرکتی که روی این فناوری کار کرده‌اند ترکیب کاملی از ویژگی‌های مهم مورد نیاز برای استفاده از فناوری لیدار را نداشته‌اند؛ خصوصیاتی که شامل رزولوشن بالا ، بُرد کافی، کارایی، قابلیت تولید و هزینه مناسب برای گسترش وسیع آن است. سنسور های موجود در بازار که توسط شرکت ولودین ساخته شده‌اند هزینه‌ای بالغ بر ۸۰ هزار دلار دارد.

از آغاز فعالیت روی این فناوری، ولودین این صنعت را رهبری کرده است. به عنوان مثال یک خودروی خودران توسط لیدار در سال ۲۰۰۵ در رقابت گرند وارد رقابت شد، اما هزینه بالای آن باعث تردید افرادی مانند ایلان ماسک[6] از تسلا در کارآمدی‌اش شد. او اعتقاد داشت فناوری لیدار ارزش تلاش را ندارد. ماسک بر این باور است که شما می‌توانید این کار را فقط با ترکیب مناسب دوربین‌ها و هوش مصنوعی انجام دهید.

جنرال موتورز و کروز فکر می‌کنند که استروب مشکل هزینه را حل کرده است. استروب در سال ۲۰۱۴ توسط جولی شوینفلد[7]، کارآفرین فعال و لوته ملکی[8]، فردی که برای اولین بار به‌عنوان یک دانشمند در آزمایشگاه پیش‌رانش جت ناسا بر روی لیدار تحقیق می‌کرد، تاسیس شد.

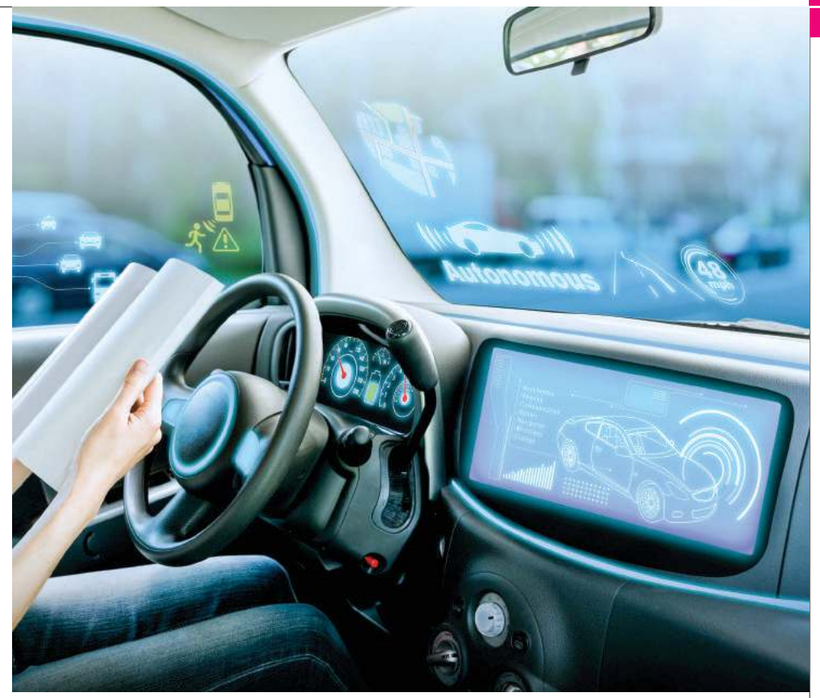
این شرکت از زمان تأسیس در سال ۲۰۱۴ تا به امروز، اطلاعات کمی از خود داده است. کایلی وگت به پیشرفت شرکت در زمینه‌ی کاهش اندازه‌ی حسگر تا به حدی که در کف دست شما جا بگیرد اشاره می‌کند. او می‌گوید: "این به ما اجازه می‌دهد حسگر را در حد یک چیپ کوچک کنیم. این کار تقریبا تمام هزینه‌ها

1 strobe
2 Kyle Vogt
3 Waymo
4 Uber
5 Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa)
6 Elon Musk
7 Julie Schonfeld
8 Lute Maleki

24000

خودروی خودران به ناوگان حمل و نقل اوبر اضافه خواهد شد.

شرکت‌های اوبر، اتومبیل‌های خودران گوگل و ویمو برنامه به کارگیری خودروهای خودران را در برنامه تجاری خود دنبال می‌کنند. به‌عنوان مثال اوبر به دنبال آن است که بیش از ۲۴ هزار خودروی خودران را از شرکت ولوو خریداری کند. آلفابت ویمو هم در چند ماه آینده اولین خدمات خودروهای خودران را در ایالت آریزونا راه‌اندازی می‌کند.



Velodyne LiDAR

شرکت ولودین شـــرکتی پیشرو در زمینه حس‌گرهای لیدار است که در دره ســـیلیکون ولی (Silicon-Valley) مستقر اســـت. ولودین از سال ۲۰۱۶ در حال همکاری با پروژه‌های متعدد شرکت‌های خودرو ســـاز مطرح دنیا برای ایجاد سیستم‌های خودران این شرکت‌هاست. مرســـدس بنز، ولوو، فورد از غول‌های خودروسازی هستند که با ولودین لیدار همکاری می‌کنند. اخیرا شـــرکت‌های هیوندایی و تسلا هم برای ماشین‌های روباتیک کار با شرکت ولودین لیدار را آغاز کرده‌اند. این شـــرکت یکی از شـــرکت‌های اقماری شرکت صوتی تصویری ولودین آکوستیک اســـت که ۳۴ سال پیش فعالیت خود را آغاز کرده بود واکنون روی سیســـتم‌های حس گری لیدار خصوصا برای اتومبیل‌های بدون راننده متمرکز شده است.

را حذف می‌کند."لیدار استروب سرعت اشیاء را هنگام برخورد همچنین فاصله آن‌ها را اندازه‌گیری می‌کند، این موارد اطلاعات مفید و مـــورد نیاز حمل و نقل در جهان در حال حرکت هستند.اغلب سایر تولیدکنندگان سنســـورهای لیدار در بازار به خاطر ویژگی‌ها یا اندازه خـــود می‌توانند رقابـــت کنند، ولی به‌نظر می‌رســـد استروب توانسته است تا هر دو مزیت را در یک دستگاه جمع کند.

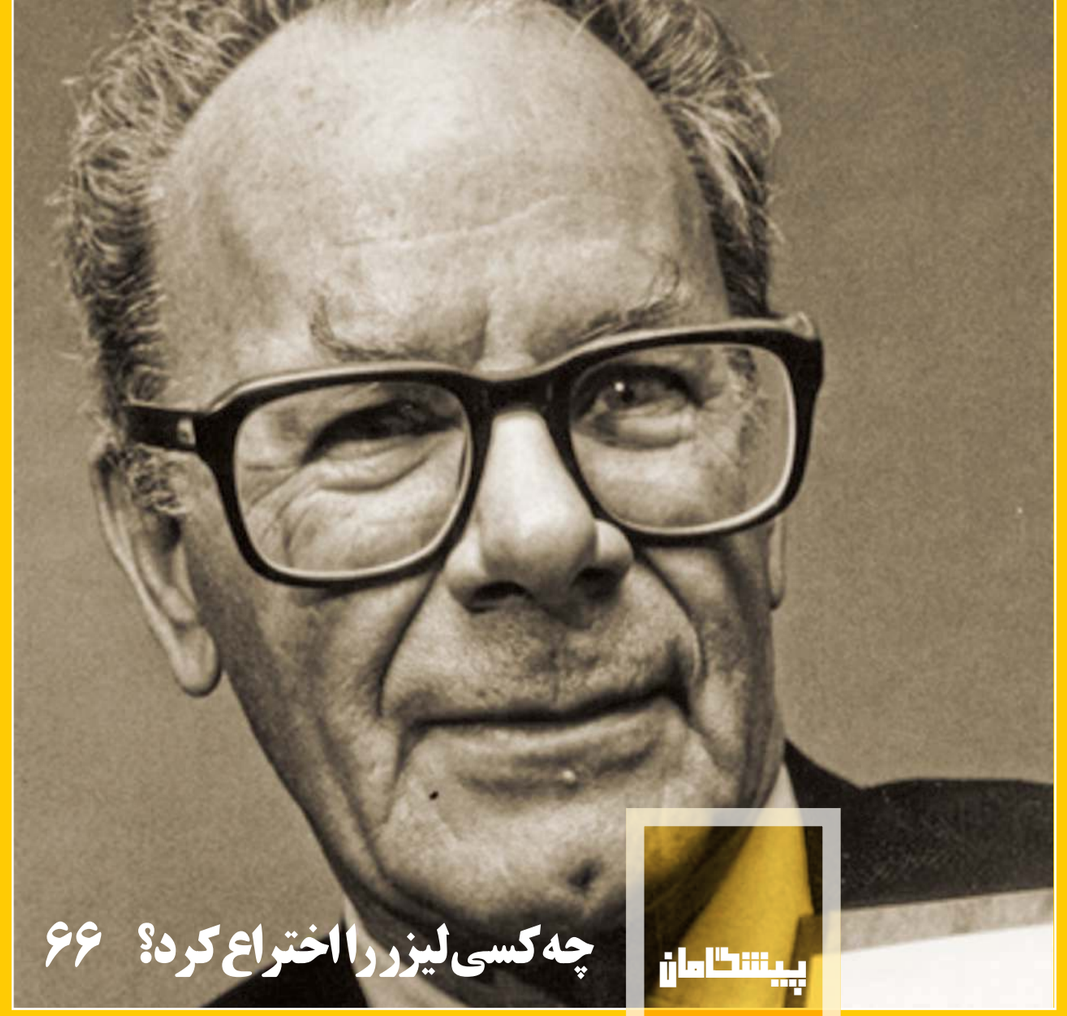
تونی تتر[9]، یکی از اعضای هیئت مدیره‌ی اســـتروب می‌گوید:»من فکر می‌کنم روند کاری آن‌ها بســـیار نوآورانه بوده اســـت.» او به خاطر درخواســـت جنرال موتورز، توضیحات بیشتری نداد. تتر نزدیک به یک دهه ریاست دارپا را به عهده داشت و این چالش بزرگ را او طرح کرده است که آن را برای اولین بار لیدار ساخت.

ازجمله دیگر شرکت‌های مشهور لیدار که می‌توان نام برد: شرکت لومینارا[10] است، که بنیان‌گذار ۲۲ ساله‌اش قراردادی امضا کرده تا سنســـورهای خـــود را بر روی خودروهای خودران تویوتا قـــرار دهد. از طرفی لیدار حالت جامد هم گونه‌ای از این فناوری است که روی آن کار شده‌است. سنسورهای این نوع لیدار پرتوهای خود را به گونه‌ای تنظیم می‌کند تا بدون جابه‌جایی قطعات مکانیکی، قابلیت اطمینان عملکرد آن افزایش می‌یابد.

خریدن استروب نشانه عزم شرکت جنرال موتور برای تکمیل قطعات پازلی است که شامل طرح این شرکت برای ارتباط با آینده از طریق تولید اتومبیل‌های خودران و بهره‌گیری از سود مشـــارکت اقتصادی است. این راهبرد به فروش صرف وسایل نقلیه تولیدی به کابران اضافه خواهد شد یا حتی جایگزینی برای آن است. از همین رو، طبق اظهارات مسئولان این شرکت، اولین ماشین خودران تولید این شرکت آماده شده است.

اگر لیدارهای اســـتروب بتوانند دنیـــای واقعیات را همان گونه که تبلیغ کرده‌اند ببینند و بتوانند حقیقتا هزینه‌ها را در این حد که ادعا کرده‌اند کاهش دهند، شانس شما برای دستیابی به ماشین‌های روباتی آینده بسیار زیاد خواهد بود.

9 Tony Tether
10 Luminara



پیشکامان
PIONEERS

چه کسی لیزر را اختراع کرد؟ ۶۶

۶۰ کمال‌الدین فارسی ایرانی نوآور عرصه نورشناسی
۶۶ چه کسی لیزر را اختراع کرد؟

کمال‌الدین فارسی

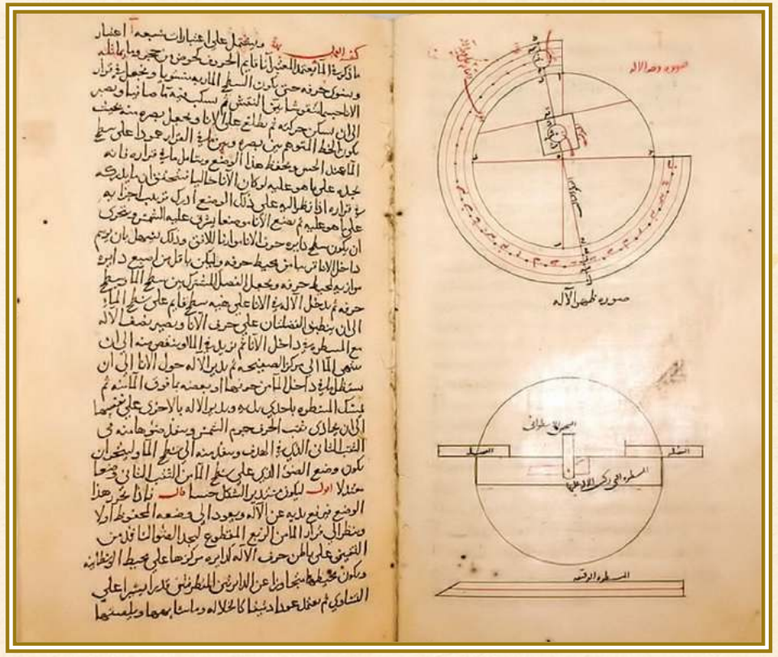
ایرانی نوآور عرصه نورشناسی

مرضیه کبیری
mrz_sssssri@yahoo.com

اگر در دوره‌های مختلف تاریخ سرزمین پارس جستجو کنیم قله‌هایی می‌بینیم که اوج پویایی مردمان این دیار از نظر علمی و فنی به‌شمار می‌آید.

دو صفحه دست نویس از کتاب "تنقیح المناظر" کمال‌الدین فارسی که تاریخ آن مربوط به رمضان ۷۰۸ هجری قمری است در مجموعه آدیلنور

پس از ظهور اسلام و گسترش مرزهای آن تا چین از شرق و اروپا و شمال آفریقا در غرب در مناطق مختلف این پهنه وسیع، پویش علمی وسیعی شکل گرفت که تحولاتی ژرف در تاریخ علم دنیا ایجاد نمود، تکاپویی که در بخارا و سمرقند، بغداد و بیت‌المقدس، سیسیل و قرطبه و... به اوج خود می‌رسید. اما در این میان در برهه‌هایی، عواملی بروز کرد که پرتوی این پویایی را به افول کشاند. این خاموشی ناشی از بروز جنگ‌ها و تاخت‌وتازهای گوناگون به سرزمین‌های اسلامی، درگیری‌های داخلی و ضعف حکومت‌ها و سلطه جنوب اروپا بر بازرگانی بود. حمله اقوام مغول به سرکردگی چنگیزخان ازشرق (اوایل قرن هفتم) و جنگ‌های صلیبی از مدتها قبل‌تر (اواخر قرن پنجم تا اواخر قرن هفتم هجری قمری) سرزمین‌های اسلامی را در اروپا درگیر خود ساخته بود و منجر به سقوط و نابودی کانون‌های علمی شکل گرفته در این مناطق گردید. علاوه بر آن تسلط ایتالیا بر بازرگانی و اقتصاد و ایجاد انحصار در منطقه مدیترانه، باعث شده بود سرزمین‌های اسلامی در تنگنا قرار گیرند. این‌ها را باید از بارزترین عواملی به‌شمار آورد که می‌رفت تا علم و دانش را در مناطق اسلامی از رونق بیندازد. گرچه این عوامل باعث کم فروغ شدن علم و دانش در مناطقی که مراکز دانش بودند گردید، اما در این میان پرتوهای دانش در مناطق دیگری از سرزمین‌های اسلامی در حال شعله‌ور شدن بود و تضعیف فعالیت‌های علمی در بعضی از مناطق اسلامی به تجدید حیات در مناطقی چون تبریز، اصفهان و شیراز انجامید و یکی از مهم‌ترین دوره‌های علمی تاریخ را رقم زد. دوره‌ای که در آن



هاله یک پدیده جوی زیبا است که اغلب در روزهای سرد و مرطوب به شکل حلقه‌ای رنگین کمانی دور خورشید یا ماه قابل مشاهده است این پدیده در اثر برخورد نور با بلورهای یخ جو فوقانی جو حاصل می‌شود در اثر شکست، بازتاب و پراش نور در اطراف بلورهای شش‌وجهی و بلند یخ (شبیه به مداد) در ابرهای مرتفع سیروس، پدیده‌های جوی متنوعی شکل می‌گیرد که مشهورترین آن‌ها هاله ۲۲ درجه‌ای در اطراف خورشید است. در روزهایی که هوا ابری باشد، می‌توان آن را به‌صورت دایره‌ای به مرکز خورشید و شعاع ۱۱ درجه (معادل ۲۲ قرص خورشید کنار یکدیگر) مشاهده کرد. البته با کمی دقت می‌توان پدیده‌های دیگری مانند داغ خورشیدی، ستون خورشیدی، کمان‌های مماس، خورشید مجازی و ... را نیز مشاهده کرد. همین پدیده برای شبانگاه می‌تواند برای ماه نیز اتفاق بیفتد.

فعالیت ریاضیدانان، فیزیکدانان و اخترشناسان پویایی فوق‌العاده‌ای یافت، دریچه‌های نوینی به سوی دانش جهانی گشوده شد و نتایج بسیار مهم و پرمعنایی برجای ماند. دوره‌ای که به آن «قرن فارسی» می‌گویند.

قرن فارسی

کمال‌الدین فارسی یکی از برجسته‌ترین فیزیکدانان ایرانی اسلامی در زمینه نورشناسی به حساب می‌رود که دوره زندگانی او از اواسط قرن هفتم تا اواسط قرن هشتم هجری قمری (دوازدهم و سیزدهم میلادی) بوده است. این دانشمند در زمینه ریاضیات، اختر فیزیک و نورشناسی دارای آثار مهم و حایز اهمیت است. نام او کمال‌الدین حسن بن علی بن حسن فارسی بود و همان گونه که از نامش پیداست در فارس (استانی در جنوب ایران) متولد شده‌است. او از اوایل جوانی برای تحصیل علم به سفر می‌پرداخت. او ابتدا به اصفهان رفت و در محضر ابن خوام بغدادی به تحصیل ریاضیات و سایر علوم پرداخت، فارسی کتاب «اساس القواعد فی اصول الفوائد» را در شرح کتاب «الفوائد البهائیه فی قواعد الحسابیه» تالیف ابن خوام نوشته است. احتمالا فارسی در همین دوران که در زمینه ریاضیات فعالیت می‌کرده، چهار کتاب دیگر که جزو آثار او در زمینه ریاضیات است، شامل مباحث هندسه و نظریه اعداد را تالیف کرده‌است.

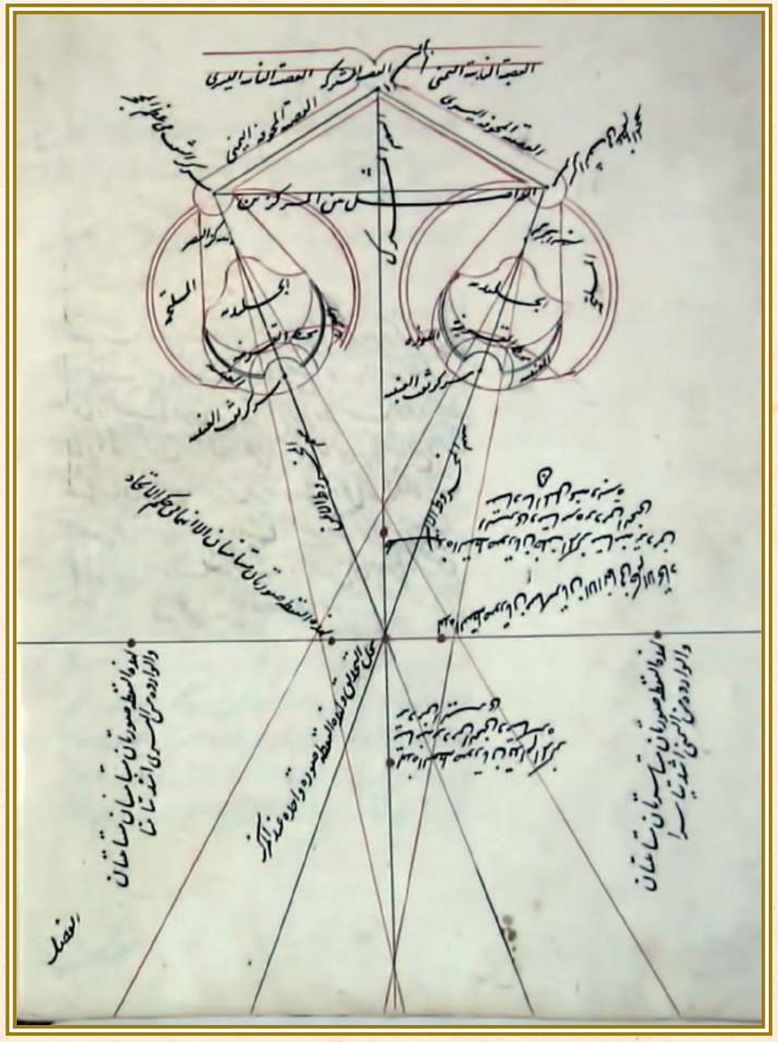
در سال ۶۹۹ هجری قمری کمال‌الدین فارسی در شهر تبریز، شهر مجاور رصدخانه مراغه ساکن شد و در محضر اساتیدی چون قطب‌الدین شیرازی که او را شاگردی بسیار فاضل می‌دانست، تحصیل کرد

و به توصیه او کتاب المناظر ابن‌هیثم (قرن پنجم هجری قمری) را مطالعه کرد. قطب‌الدین شیرازی با مشـــاهده علایق و اهداف کمال‌الدین وی را به مطالعه کتاب المناظر ســـفارش کرد کمال‌الدین نیز پیش از هر مسئله دیگری به مطالعه آن کتاب پرداخت و کتاب «تنقیـــح المناظر لذوی الابصار و البصائر» را نگارش کرد، کتابی که اثری چشمگیر در زمینه نورشناسی به حساب می‌آید این کتاب نه از منظر حجم، که از نظر محتوا و نحوه تحلیل و ارائه مطالب ممتاز به‌حساب می‌آید، کتابی است که قادر است افراد ناآشنا با نورشناسی را به این مبحث جلب نماید. او سپس خلاصه ای از این کتاب را به گونه‌ای که برای دانشجویان بهتر قابل درک باشد با عنوان« البصائر فی العلم المناظر» به رشته تحریر درآورد. تمام این شواهد نشان می‌دهد که دغدغه فارسی در مطالعه کتاب ابن هیثم فراتر از یک خواننده، مدرس و حتی مفسر بوده است و بیشتر او را باید یک فرد کنجکاو در زمینه نورشناسی به‌حساب آورد که در پی اصلاح و تصحیح، بازبینی و دستیابی به مسایل جدید در این زمینه بوده‌است. حتی تمایل او به بررسی این کتاب و مباحث نورشناسی را می‌توان ناشـــی از محیط علمی تبریز آن‌زمان و انتقاداتی دانســـت که فارســـی به معاصران خود در زمینه نورشناسی داشته است که از آن میان آن‌ها می‌توان خواجه نصیرالدین طوسی را نام برد. اما نکته جالب دیگر، تلاش او برای یافتن پاسخ پرسش‌هایش در زمینه شکست نور بود. خود او می‌گوید: «دیده بودم اشیا، درون آب یا از ورای بلور، شکل‌های گوناگون به خود می‌گیرند. کتاب اقلیدس درباره نورشناسی کنجکاوی مرا ارضا نمی‌کرد. از طرفی دیگر با مطالعه نتیجه پژوهش‌های دانشمندان دریافته بودم که نور اجسام در خط مستقیم حرکت می‌کند و هنگامی که با مانعی مثل ســـطح آب برخـــورد کند، تحت زاویه‌ای خاص منعکس می‌شود که اندازه آن برابر است با اندازه زاویه‌ای که تحت آن نمایان می‌شود و در همان‌موقع، تحت زاویـــه‌ای دیگر در محیط انکسار می‌یابد. این چیزها تعجبم را برمی‌انگیخت و از آن به قواعدی در مورد زاویه‌های انکسار دست می‌یافتم که با مشاهداتم منطبق نبودند. بزرگ‌تر به نظر آمدن ستارگان در افق نسبت به زمانی که در وسط آسمان هستند نیز ناشی از انکسار است، چگونه می‌توان این پدیده‌ها را شناخت، حال آنکه کتاب‌های نجوم اطلاعات کافی در اختیار انسان قرار نمی‌دهند.» و این چنین بود که به نورشناسی روی آورد.

فارســـی با برخی یافته‌های ابن هیثم مانند اینکه نوراز جسم روشـــن و تابنده به چشم می‌تابد نه از چشم به اجسام، همچنین برگشت پذیری شعاع نورانی منعکس شده و یا شکست یافته از محیط بازتاب‌دهنده و انکساردهنده موافق بود. اما برخی ازیافته‌های ابن‌هیثم هستند که فارسی در کتاب خود مورد بررســـی قرار داده و آن‌هـــا را رد نموده است. به‌عنوان نمونه، وی کمتر بودن افزایش زاویه انکسار نسبت به افزایش زاویه تابش نور در نقطه تلاقی دو محیط شفاف را رد می‌کند و ما می‌دانیم این موضوع تنها زمانی رخ می‌دهد که باریکه نور از محیط رقیق‌تر به محیط غلیظ‌تر وارد شود.

کمال‌الدین فارســـی برای اولین بار از هندســـه در بیان مباحث نوری اســـتفاده کـــرد و با توجه به تســـلط او بـــر ریاضیـــات و هندســـه، این کار او را می‌توان بسیار نوآورانه دانســـت. او با همین روش به چگونگی تشـــکیل رنگین کمـــان در اثر شکســـت و انعکاس نورخورشـــید در قطرات آب باران پرداخت. مبحث رنگین کمان و هاله از زمره مطالبی اســـت که فارسی به مســـایل طرح شده توسط ابن‌هیثم افزوده اســـت و این نشان از جاه طلبی او در پرداختن و کشف مسایل نورشناسی دارد. فارســـی برخلاف ابن‌هیثم مسئله تشکیل رنگ‌ها را ناشی از ترکیب نور و تاریکی نمی‌دانست و آن‌را ناشـــی از انکســـار نـــور ارزیابـــی می‌کرد. همچنین کمال‌الدین فارسی بر اساس اثر ابن هیثم

بســـیاری از یافته هـــای کمال‌الدین فارســـی بـــرای ســـاخت تجهیزاتی چون دوربین عکاســـی، تلســـکوپ و میکروســـکوپ مـــورد اســـتفاده قرار گرفت.



نمودار فیزیولوژی چشـــم منتسب به "ابن‌هیثم" که کمال‌الدین فارسی در کتاب "تنقیح المناظر لذوی الابصار و البصائر" آن‌را ویرایش کرده است. دستنوشـــته این کتاب در کتابخانه سلیمانیه استامبول، مجموعه ایاصوفیا نگه‌داری می‌شود.

و آثار دانشمندان و پزشکان دیگر مانند ابن‌سینا و جالینوس، عیوب بینایی را بررسی کرد و برای اولین بار اســـتفاده از عدسی‌های مختلف را برای بهبود این ایرادات پیشنهاد داد (بسیاری از یافته های او بعدها در اروپا برای ساخت تجهیزاتی چون دوربین عکاسی، تلسکوپ و میکروسکوپ مورد استفاده قرار گرفت).

بررســـی زندگی و آثار علمی کمال‌الدین فارسی ما را به نکته حایز اهمیتی می‌رســـاند و آن تاثیر این دانشمند بر آثار دانشـــمندان اروپایی خارج از سرزمین‌های اسلامی اســـت؛ به‌طوری که نقش آثار او بر یافته های دانشمندان اروپایی پررنگ‌تر از آثارعلمی ایرانی و عربی است و این برای بسیاری از پژوهشگران پرسش‌هایی ایجاد کرده است.

لیزر اختراعی که نامش پیش از ساخته شدنش شناخته شد

چه کسی لیزر را اختراع کرد؟

مرضیه کبیری
mrz_kabiri@yahoo.com

آرتور شالو در آزمایشگاه بل، در سال ۱۹۶۰، بعد از صحبت با تاونز متوجه شد که یک روش قدیمی اپتیکی می‌تواند مسئله تقویت نور را حل کند.

میزر اختراع شده بود، امواج ماکروویو گسیل شده با القا در یک کاواک تقویت کننده تحت کنترل دانشمندان تقویت شد، اما هنوز گستره وسیعی از امواج طیف الکترومغناطیسی در مقابل آنان قرار داشت که باید تحت کنترل فیزیکدانان در می‌آمد و این یعنی آن‌ها باید تلاش می‌کردند تا طول موج‌های کوتاه‌تر را نیز به تسخیر خود درآورند. بعد از ساخت رادیو (با طول موج در حد متر)، رادار (در حد سانتیمتر و میلیمتر) و میزر (با امواج ماکروویو) و حالا نوبت موج‌های مادون قرمز دور[1] بود میزر ساخته شده بیشتر برای تحقیقات دانشگاهی مفید بود تا برای کاربردهای صنعتی و نظامی که در آن زمان هدف ساخت میزر بود. تعداد محدودی از دانشمندان فکر کردند که یک میزر مادون قرمز دور می‌تواند مهم و کاربردی باشد و در صدد ساختن آن درآمدند. باریکه مادون قرمز نمی‌توانست مانند رادار دستکاری شود و در عمل کنترل آن دشوار بود و این موضوع به‌شدت ذهن تاونز (مخترع میزر) را درگیر کرده بود. در یکی از روزهای سال ۱۹۵۷ در حال مطالعه روی فرمول‌ها و معادلات تقویت تابش، تاونز فهمید که کار روی طول موج‌های کوتاه‌تر از کار روی طول موج مادون قرمز دور بسیار ساده‌تر خواهد بود، بنابراین از طول موج‌های مادون قرمز گذشت و برای دستکاری طول موج‌های کوتاه‌تر و نور مرئی وارد عمل شد. او این موضوع را با همکاران، و دوستان و آرتور شالو[2] (همسر خواهرش) مطرح کرد.

شالو راه‌حل را پیدا کرد- اگر اتم‌هایی که بایستی القا در آنها اتفاق بیفتند در یک کاواک نازک، بلند با آینه‌هایی در دو آنتهای آن قرار داده شود، در این حالت باریکه‌ها می‌توانند در داخل این کاواک رفت و برگشت داشته باشند و به‌این ترتیب اقبال بیشتری برای تحت القا قرار گرفتن اتم‌ها و تابش وجود خواهد داشت. یکی از آینه‌ها باید به‌طور نصفه نیمه نقره‌اندود شده باشد تا مقداری از باریکه بتواند از آن به بیرون نشت کند. این چیدمان (فابری-پروا تالون)[3] برای محققان اپتیک در عصرهای مختلف شناخته شده بود.

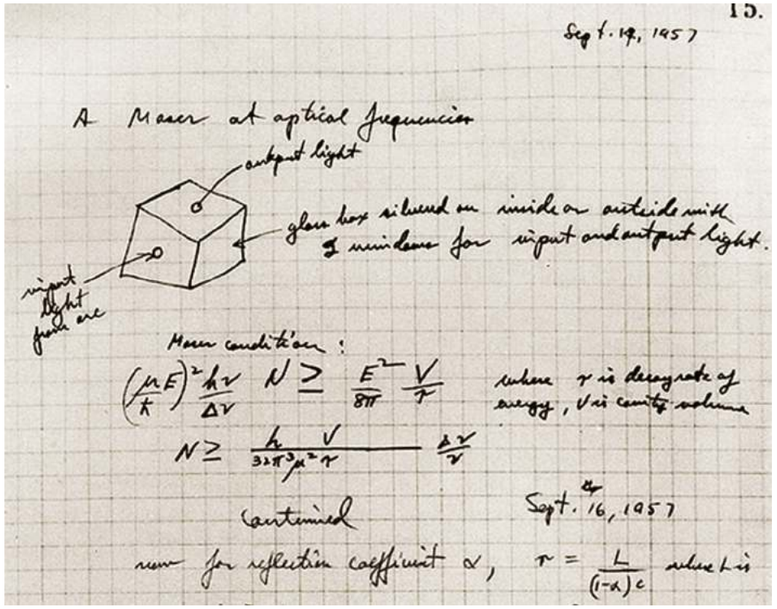
همین چیدمان تقریبا در همان زمان هم توسط گوردون گوالد[4]، دانشجوی دانشگاه کلمبیا، انجام گرفت. گوردون این مسئله را با تاونز در میان گذاشته بود و آن را برایش توضیح داده بود. گوالد در آن موقع بر پمپاژ اتم‌ها کار می‌کرد. او با پمپ کردن اتم‌ها به حالت‌های انرژی بالاتر از آن‌ها تابش می‌گرفت. همان‌طور که گوالد ایده خود را پرورش می‌داد و به چیزهایی که درباره آنچه می‌توان با پرتو نور متمرکز انجام داد می‌اندیشید، متوجه شد که او در مسیری فراتر از «میزر مادون قرمز» قرار گرفته است.

1 Far intrared

2 Arthur Schawlow

3 Fabry-Perot etalon

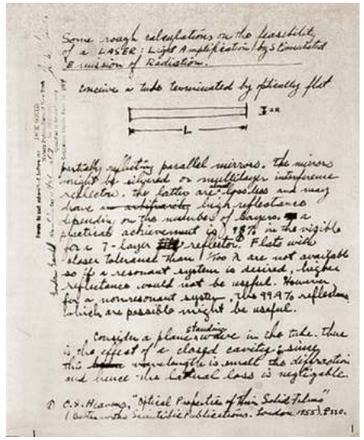
4 Gordon Gould

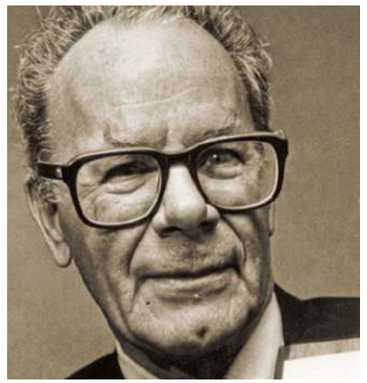


قسمتی از صفحه یادداشت های تاونز در سال ۱۹۵۷ که نظرات او را درباره "یک میزر با فرکانس‌های اپتیکی "نشان می‌دهد. او یک جعبه که با آینه‌هایی همراستا شده است کشیده است و روزنه‌های کوچکی برای خروج باریکه برای آن تعبیه کرده است.

می‌کرد. او ایده‌هـــای زیادی را در مـــورد اینکه چگونه می‌توان لیزر را ساخت و از آن استفاده کرد گسترش داد و در آوریل ۱۹۵۹ با کارفرمای خود در شرکت تحقیقاتی فناوری‌های پیشرفته TRG، پرونده‌های درخواست پتنت را پر کرد. نه ماه زودتر، شالو و تاونز در ...آزمایشگاه‌های بل که شالو در آن به عنوان کارمند و تاونز به عنوان مشاور کار می‌کردند، درخواست پتنت داده بودند.

هنگامی که پتنت آزمایشگاه بل تصدیق شد، گوالد اعاده دعوی کرد و ادعا نمود که او ابتدا دستگاه را طراحی کرده است. این جنگ قانونی در سی سال بعد هم شعله‌ور بود! اگر ثبت اختراعات گوالد قبول می‌شد، هر کسی که لیزر می‌ساخت و از آن استفاده می‌کرد باید هزینه آن را به گوالد می‌پرداخت و اقدام برای ثبت اختراعات بیشتر غیرممکن


Some rough calculations on the feasibility of a LASER Light amplification by Stimulated Emission of Radiation.



می‌ش؛ اما حقیقت این بود که رشد صنعت لیزر، آن را بسیار ارزشمندتر ساخت. در سال ۱۹۸۷ گوالد و حامیان او توافق کردند و به این ترتیب بزرگ‌ترین جنگ ثبت اختراع در دنیا به پایان رسید.

پرسش تاریخی در مورد اینکه چطور باید اعتبار اختراع لیزر به دانشمندان اختصاص یابد همچنان بحث‌برانگیز است. بیشتر ایده‌ها توسط یک نفر ثبت می‌شوند، اما در قوانین موجود، در مورد اینکه چطور این ایده‌ها در بین دانشمندان شکل می‌گیرد و گسترش می‌یابد، کمتر صحبت شده‌است.

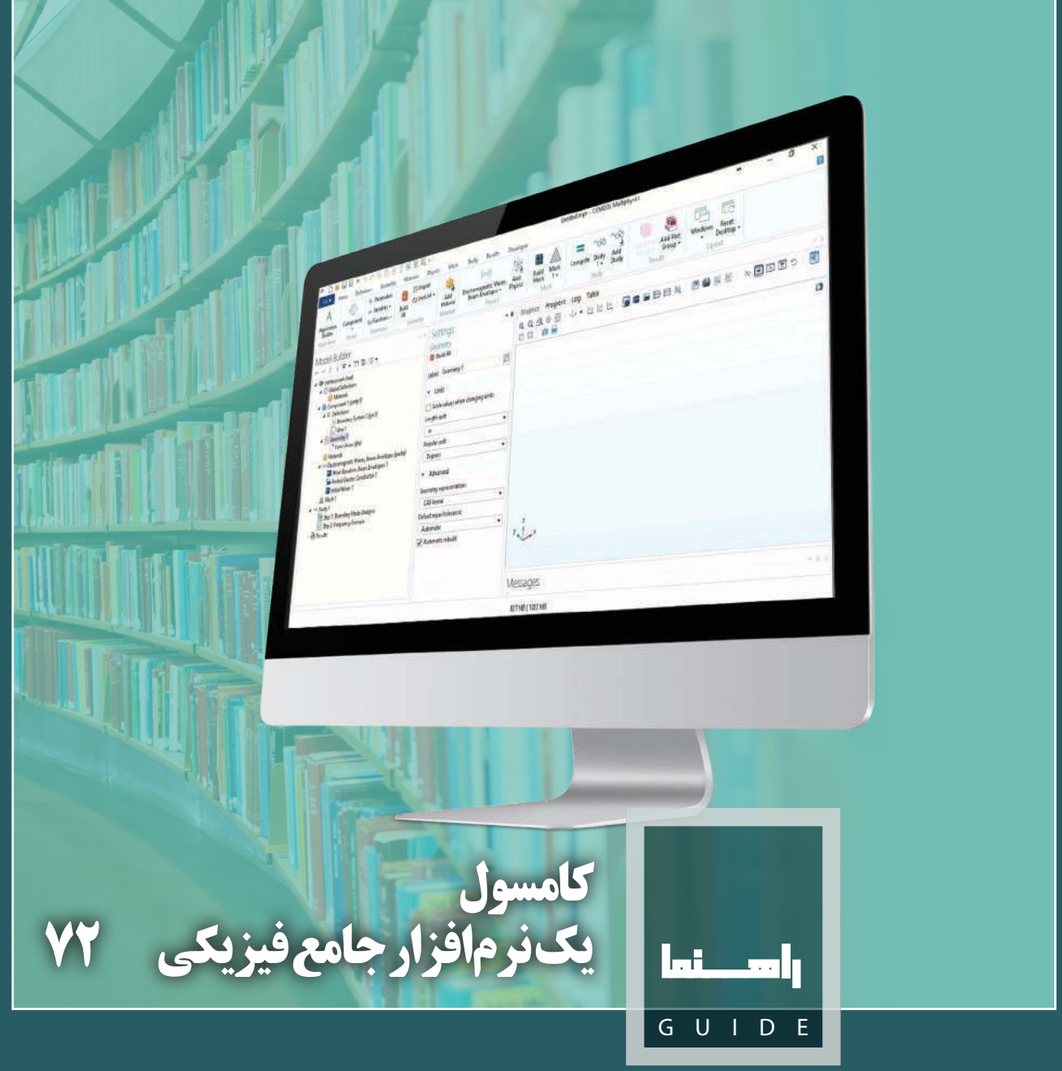
شکل ۹- طرح پیشرفته سامانه لیزری CO_2 فراکوتـــاه با توان ۱۰۰ تراوات در ATF.

او با اطمینان در یادداشت‌های خود وسیله‌ای که هنوز اختراع نشده بود را لیزر نامید (نور تقویت شده با گسیل القایی تابش)

به این ترتیب در اصل گوالد، شالو و تاونز فهمیده بودند که چگونه یک لیزر بسازند. آن‌ها برای نتیجه نهایی نیاز به ایده‌های بیشـــتر و مقدار زیادی کار داشتند. خیلی از نظریه‌ها حالا در دســـتان آن‌ها بود، این در حالی بود که فیزیکدانان دیگر در بسیاری از کشورها به فکر این بودند که چگونه میزر بهتری بسازند و کارهای زیادی بر طرح‌های هوشمندانه گوناگون برای پمپ کردن انرژی به اتم‌ها و مولکول‌های گازی و بلورهای حالت جامد شکل گرفته بود. به نوعی آنها هم مخترعان لیزر محســـوب می‌شوند. بنابراین، افراد زیادی به سوی انیشتین و نظریه او بازگشته بودند.

جنگ ثبت اختراع‌ها

در ســـال ۱۹۵۷ تونز با همراهی گـــوردون گوالد روی برخی نظریات در مورد پمپ انرژی نور به اتم‌ها سخنرانی داشتند. گوردون گوالد، دانشجویی بود که همین خط فکری را دنبال می‌کرد. او به‌خاطر نگرانی که در مورد از دست دادن این نظریه داشت، نظرات خود را یادداشت



راهـــنما
GUIDE

کامسول یک نرم‌افزار جامع فیزیکی ۷۲

۷۰ راهنمای کاربردهای درمانی لیزرهای کم‌توان
۷۲ کامسول یک نرم‌افزار جامع فیزیکی

Handbook of Low-Level Laser Therapy

راهنمای کاربردهای درمانی لیزرهای کم‌توان

محمدرضا شریفی‌مهر
m_sharifimehr@sbu.ac.ir

ویراستاران:
Michael R. Hamblin. M. De Sousa. T. Agrawal
ناشر: Pan Stanford
سال انتشار: ۲۰۱۶
تعداد صفحات: ۱۱۷۰

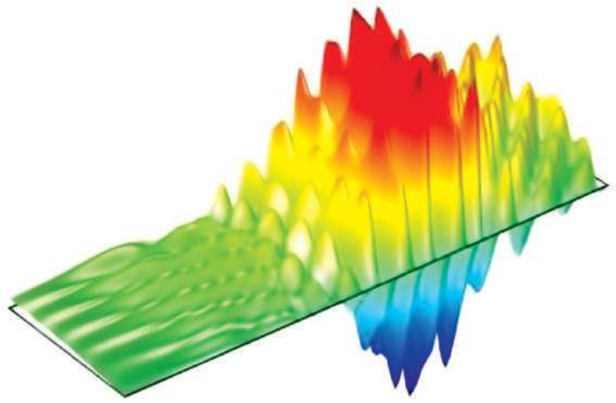
استفاده از لیزرهای کم توان در کاربردهای درمانی، پیشـــینه ای حدوداً ۵۰ ســـاله دارد. در سال‌های اخیر مورد توجه ویژه مجامـــع علمی و همچنین انجمن‌های پزشکی و دامپزشکی قرار گرفته است. یافته‌های این حوزه، اطلاعات با ارزشـــی در زمینه سازوکارهای عملکرد سلول‌های پرتو دهی شده در اختیار متخصصین قرار داه و به همین دلیل تعداد و تنوع بیماری‌های قابل درمان با استفاده از این روش، به ســـرعت در حال افزایش است. کتاب "راهنمای کاربردهای درمانـــی لیزرهای کم تـــوان" مطالب گوناگونی را در ۵۴ فصل تحت پوشش قرار داده که از آن جمله می توان به این موارد اشاره نمود: تاریخچه و مفاهیم پایه نور درمانی، انواع منابع نوری، اپتیک بافت‌های زیستی، مکانیزم های برهم‌کنش نور با بافت، دزیمتری نوری، نتایج آزمایشگاهی و کلینیکی حاصل از کاربرد این روش روی بافت‌های زیستی، مطالعات و بررسی های انجام گرفته روی حیوانات، نتایج حاصل از کاربردهای بالینی این روش در درمان بیماری‌های مختلف، بررسی وابستگی پارامترهای مختلف پرتوی لیزر بر نتایج به دست آمده و در آخر، زمینه های تحقیقاتی رو به گسترش و بررسی آینده پیش روی استفاده از لیزرهای کم توان در کاربردهای درمانی. دکتر Michael R. Hamblin به همراه دو نفر از محققین برجسته حوزه پزشکی نوری M. De Sousa و T. Agrawal کار ویراستاری این کتاب را انجام داده اند. دکتر Michael R. Hamblin یکی از برجسته ترین متخصصان بین المللی در زمینه استفاده از لیزرهای کم تـــوان در کاربردهای درمانی اســـت که دارای تألیفات متعدد در این زمینه و ۲۸۴ مقاله تخصصی مرتبط با این حوزه می باشد. زمینه های تحقیقاتی مورد علاقه ایشان، نور پویا درمانی و استفاده از نور کم توان در کاربردهای بالینی است.

کتاب "راهنمای کاربردهای درمانی لیزرهای کم تـــوان" بـــا دارا بودن تصاویر گویا، نمودارهای کاربردی و همچنین ارائه مراجع معتبر در انتهای هر یـــک از ۵۴ فصـــل، در برگیرنده آخرین پیشـــرفت‌ها و دستاوردهای برجسته‌ترین متخصصین دنیا در این زمینه بوده و مطالب مطرح شده در این کتاب برای تمام محققین علوم پایه و متخصصان استفاده کننده از لیزرهای کم توان در کاربردهای بالینی، بسیار ارزشمند می باشند.

کامسول
یک نرم‌افزار جامع فیزیکی

آرین گودرزی
arian.goodarzi@gmail.com

کامسول یک نرم افزار بسیار کاربردی برای انجام شبیه‌سازی‌های فیزیکی است. امکان شبیه‌سازی هم زمان پدیده‌ها با ماهیت متفاوت در یک، دو و سه بعد، کامسول را تبدیل به یک نرم‌افزار موثر در زمینه شبیه‌سازی ساختارها و سیستم‌های پیچیده و دارای درجات آزادی متنوع نموده است. به عنوان مثال شما در کامسول می توانید سیستمی طراحی کنید که در آن، در اثر اعمال پتانسیل الکتریکی به دو سر یک ماده رسانا، حرارت جسم بالا رود و هم‌زمان مقادیر انبساط حرارتی ناشی از بالا رفتن دما را محاسبه نموده و تنش‌های مکانیکی ناشی از این انبساط حرارتی در جسم مورد نظر را ارائه نماید. یعنی هم‌زمان محاسبات مربوط به فیزیک الکتریسیته، ترمودینامیک و مکانیک و تاثیرات آنها بر یکدیگر را نمایش دهد. اساس کار این نرم‌افزار مبتنی بر به‌کارگیری معادلات اساسی فیزیک و حل عددی آنهاست، با این حال کاربر ناچار نیست در هیچ یک از قسمت‌های فرآیند شبیه‌سازی با کد نویسی و وارد نمودن معادلات پیچیده دست و پنجه نرم نماید و محیط کاربرپسند این نرم افزار باعث می‌شود کسانی



شکل ۲- هارمونیک دوم تولید شده در یک کریستال غیر خطی

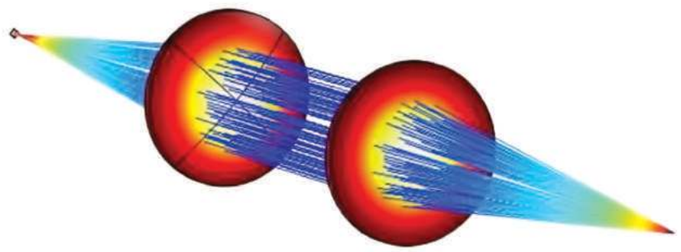
که برای اولین بار به سراغ این نرم‌افزار می‌روند، به آن علاقمند شوند. همچنین قابلیت ارتباط با دیگر نرم افزارهای محاسباتی پرکاربرد نظیر متلب بر جذابیت و دامنه کاربرد کامسول می‌افزاید.

این نرم‌افزار کتابخانه جامعی از مواد مختلف به همراه اطلاعات اساسی آن‌ها دارد که به کاربر کمک می کند به ماده مورد نظر خود و مشخصه‌هایی از آن ماده که در فیزیک تعریف شده به‌کار می‌آید، به راحتی دسترسی داشته باشد، البته تعریف ماده جدید یا تعریف یک کمیت جدید برای یک ماده مشخص نیز به‌سادگی امکان‌پذیر است.

برای شروع به کار با نرم‌افزار کامسول و تعریف مسئله‌ی جدید، در گام اول، پس از انتخاب ابعاد محیط شبیه سازی (0D, 1D, 1D axisymmetric,2D, 2D axisymmetric & 3D)، لازم است فیزیکی که می‌خواهید در آن مساله خود را حل کنید مشخص نمایید. هر فیزیک مشخص شده در تصویر مقابل بسته با ماهیت آن به چند زیر شاخه تقسیم گردیده است. به عنوان مثال Optics شامل زیر شاخه‌های Ray optics و Wave optics است که می‌توان بنا به کاربرد، یک یا چند زیر شاخه از هر فیزیک دلخواه را به‌طور هم‌زمان انتخاب نمود. ممکن است زیر شاخه‌ها نیز خود به چند زیر بخش تقسیم شوند. به عنوان مثال، زیر شاخه Wave optics به زیر بخش‌های Beam envelope, frequency domain, Time explicit & transient تقسیم می‌شود و توضیح سازوکار و دامنه مسائل قابل حل برای هر شاخه و هر زیر بخش در Help نرم افزار آورده شده است و کافی است بدانید از نرم‌افزار چه می‌خواهید. پس از انتخاب فیزیک مورد نظر، لازم است بر اساس نتایجی که از حل مساله مورد نظر می‌خواهیم بدست آوریم، یک یا چند Study را برای نرم افزار تعریف کنیم که وابسته به هر فیزیک متفاوت هستند و در نرم‌افزار، می‌توان با نتایج حاصل از هر یک آشنا شد. پس از این مرحله وارد فضای شبیه سازی خواهیم شد. تمامی مراحل انجام شبیه سازی و استخراج نتایج از نوار ابزار بالای صفحه که در سمت چپ صفحه نیز توالی آن قابل مشاهده است صورت می گیرد.

پس از تعریف پارامترهای ضروری در فرایند طراحی و شبیه سازی (مانند کمیت‌های فیزیکی مشخص) می‌توان هندسه شبیه سازی را می‌توان تعیین کرد. در نرم افزار ابزار نسبتا خوبی برای طراحی دو بعدی و سه بعدی احجام در نظر گرفته شده است که به راحتی می‌توان سیستم‌های با هندسه نه‌چندان پیچیده را ترسیم نمود؛ اما قطعا برای مدل سازی نمونه‌های پیچیده‌تر، به‌کارگیری نرم‌افزارهای طراحی و فراخوانی فایل‌های مربوطه از نرم‌افزار ساده‌تر خواهد بود. طیف وسیعی از انواع فایل‌های نرم‌افزارهای طراحی سه بعدی قابل فراخوانی است که می‌توانید آن‌ها را در بخش Geometry مشاهده کنید. با تعیین جنس هر قطعه و فراخوانی اطلاعات آن از «کتابخانه مواد» نرم‌افزار، وارد بخش تعیین فیزیک مورد نظر می‌شویم. منظور از تعیین فیزیک در این بخش، مشخص ساختن شرایط مرزی اولیه و پارامترهای موثر بر شبیه سازی است. با تعیین فیزیک حاکم، شبکه‌بندی[1] که فرایندی

1 Mesh



شـــکل ۳- تغییر نقطه کانونی لنز ناشی از حرارت ایجاد شده در آن

معمول در غالب نرم افزارهای شبیه‌سازی است را خواهیم داشت و در نهایت، با تعیین مشخصه‌های مورد نظـــر در Study، مراحل طراحـــی به پایان می‌رسد و با فشـــردن دکمه محاســـبه، نرم‌افزار شروع به حل مساله شـــما خواهد کرد. پس از حل مساله، بسته به پیچیدگی و دقت شبکه‌بندی انجام شده و ظرفیت پردازش رایانه، ممکن است انجام محاســـبات از چند دقیقه تا چند ســـاعت و حتی چند روز زمان‌بر باشـــد. نتایج در قسمت Result قابل مشاهده خواهد بود. مشابه دیگر قسمت‌های نرم‌افزار، در این بخش نیز کاربر در انتخاب چگونگی نمایش داده‌های خروجـــی و پارامترهای فیزیکی موردنظـــر آزادی عمل داشـــته و می‌تواند تمامی کمیت‌هایی که در فیزیک نرم‌افزار تعریف شـــده اســـت را اســـتخراج کند. امکاناتـــی نظیر تعریف پارامترهای متغیر در نرم‌افزار و رســـم نمودارها بر اساس یک یا چند کمیت اولیه نیز در شبیه سازی در این نرم‌افزار وجود دارد.

نرم‌افزار کامســـول در نگاه اول بسیار کاربر پسند می‌باشـــد و کاربران با مشـــکل چندانی در شروع به کار با این نرم‌افزار مواجه نخواهند شـــد و شاید تنها چالش اساسی برای یک کاربر مبتدی تعریف درست و منطبق با منطق نرم‌افزار و در گام بعدی برطرف نمودن خطاهای نرم‌افزار در صوت تعریف ناصحیح پارامترها باشـــد؛ زیرا خطاها در نگاه اول چندان شفاف به نظر نمی‌رســـند و برای کاربری که تا کنون با این نرم‌افزار کار نکرده اســـت گنگ هستند و تنها کار مداوم با نرم‌افزار و بالا رفتن تجربه می‌تواند بـــه کاربر در یافتن منشـــا خطاها کمک کند. برای شـــروعی راحت‌تر پیشنهاد می‌گردد از مسائل حل شده‌ای که در نرم‌افزار جهت آموزش و یادگیری ارائه شـــده است اســـتفاده شود. برای بسیاری از حوزه‌های اساسی هر فیزیک دست‌کم یک مثال حل شده ارائه شده است و این موضوع به کاربر کمک می‌کند که با دنبال کردن روند شبیه سازی که در Help نرم‌افزار تشریح شده، با جزئیات طراحی بهینه و درست آشنا گردد.

نسخه‌های مختلفی در ســـال‌های گذشته از این نرم‌افزار منتشر شده است. اما مشخصاً نسخه‌های به‌روزتر کـــه امکانات گســـترده‌تری را در اختیار کاربرد قرار می‌دهند توصیه می‌گردد. متأســـفانه ســـایت این نرم‌افزار در حال حاضر از دســـترس کاربران ایرانی خارج شده است و برای دسترسی به نسخه قابل نصب این نرم‌افزار باید از تارنماهای ایرانی اســـتفاده کنید. اکنون شـــما آمادگی این را دارید که با این نرم‌افزار شـــروع به کار کنید. به یاد داشته باشـــید که مزیت اصلی این نرم‌افزار در چندگانه بودن فیزیک آن است؛ بنابراین، اگرچه ممکن اســـت حل یک مســـاله خاص و مستقل در نرم‌افزارهای مختص آن کار ســـریع‌تر و راحت‌تر از کامسول صورت گیرد؛ اما ممکن است امکان انجام سایر محاسبات فیزیکی را از دست دهید. مثلاً حل انتشار نور در یک شبکه کریســـتال فوتونی شاید با نرم‌افزاری مانند RSoft یا دیگر نرم‌افزارهای مشـــابه سریع‌تر و دقیق‌تر انجام گیرد، اما زمانی که بخواهید مقادیر حرارت ایجاد شده در شـــبکه در اثر انتشار نور را نیز هم‌زمان محاسبه کنید، اهمیت کامسول روشـــن می‌شـــود. با تمام این توصیفات، دست‌کم می‌توانید از این موضوع اطمینان داشـــته باشید که اگر در کار با نرم‌افزار کامسول به مهارت کافی برسید، در حل طیف بسیار وسیعی از مسائل شما را ناامید نخواهد کرد.

مدرسه فناوری
ACADEMY

پلاریزاسیون

۷۶

۷۶ پلاریزاسیون
۸۱ ایجاد شیشه‌های رنگی بدون استفاده از شیشه

پلاریزاسیون

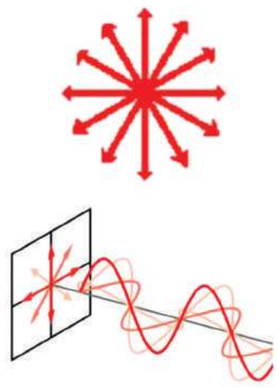
مهنوش غلامزاده
mahnoosh.gholamzade@gamil.com

استفاده از فیلتر پلاروید برای نمایش زیر آب

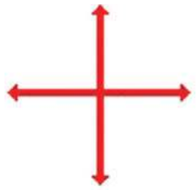
فیلتر پلاروید می تواند شدت نور منعکس شده از سطح آب (که نوری پلاریزه‌است) را کاهش دهد تابتوان زیر سطح آب را دید و صحنه های دیدنی و جذابی را ثبت کرد.
اغلب وقتی از یک دریاچه یا جریان آب عکاسی می کنید، نور منعکس شده از سطح آب پلاریزه است و ممکن است که دیدن اشیا زیر آب غیر ممکن باشد. اما گاهی اوقات در زیر آب اجسامی وجود دارد که دیدن آنها جذابیت دارد. مانند صخره ها، ماهی، یا کنده درختان که در آب افتاده. با استفاده از فیلتر پلاروید، می توانید تا حد ممکن زیر آب را نیز نمایش دهید.

پلاریزاسیون نور چیست؟

موج الکترومغناطیسی شامل دو میدان الکتریکی E و مغناطیسی B عمود بر هم می‌باشد و از نوع امواج عرضی است، یعنی موج در راستای عمود بر جهت انتشار نوسان می کند. چیزی که برای ما اهمیت دارد، فقط شکل نوسان میدان الکتریکی آن است. منظور از شکل نوسان میدان الکتریکی، مسیری است که میدان الکتریکی در صفحه عمود بر راستای انتشار، روی آن حرکت می کند. اگر فرض کنید بتوانید باریکه نوری که به سمت شما می‌آید را ببینید، راستای نوسان میدان الکتریکی آن تصادفی قرار می گیرد. بنابراین، احساس می کنید میدان الکتریکی نور در همه جهت‌ها در حال نوسان است. این امواج نوری، توسط بارهای الکتریکی تولید می‌شوند که در جهت های مختلفی نوسان می‌کنند. بنابراین، جهت نوسان امواج الکترومغناطیسی تولید شده توسط آن‌ها مختلف است. یک موج نوری که در بیش از صفحه، نوسان می‌کند، نور غیر پلاریزه، نام دارد. نور تولیدشده توسط خورشید، لامپ درون اتاق یا شمعی که در حال سوختن است، نور غیرپلاریزه (پلاریزه نشده) می‌باشد. تصویر زیر درک بهتری از این نوع نور به شما می‌دهد:



گاهی برای سادگی و درک بهتر یک نور غیرپلاریزه می‌توان فرض کرد که این نور، نوری است که نیمی از نوسان آن در صفحه افقی و نیمی دیگر از نوسان آن، در صفحه عمودی است (البته این فرض غلط است و تنها برای سادگی چنین تصوری می کنیم). مثل تصویر زیر



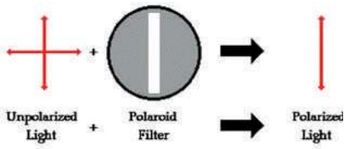
این امکان وجود دارد که یک نور غیرپلاریزه را به یک نور پلاریزه تبدیل کنیم تا موج تنها در یک صفحه نوسان کند. به این عمل، پلاریزاسیون گفته می‌شود.

چگونه نور پلاریزه ایجاد کنیم

روش‌های مختلفی برای پلاریزاسیون نور وجود دارد. چهار روش در اینجا مورد بحث قرار می گیرد:
پلاریزاسیون توسط انتقال:
پلاریزاسیون توسط بازتاب
پلاریزاسیون توسط شکست نور
پلاریزاسیون توسط پراکندگی

پلاریزاسیون توسط انتقال

معمول ترین روش پلاریزاسیون استفاده از یک فیلتر پلاروید است. فیلترهای پلاروید از یک ماده خاص ساخته شده‌اند که قادر به مسدود کردن یکی از دو صفحه ارتعاش موج الکترومغناطیسی است. (به یاد داشته باشید که مفهوم دو صفحه یا جهت ارتعاش صرفا یک روش ساده سازی است که ما را قادر می‌سازد تا ماهیت موجی امواج الکترومغناطیسی را تجسم کنیم.) به این شکل که فیلتر پلاروید به عنوان دستگاهی عمل می کند که نیمی از ارتعاش را هنگام انتقال نور فیلتر می کند. هنگامی که نور غیر پلاریزه از یک فیلتر پلاروید عبور می کند، با نیمی از شدت و با ارتعاش در یک صفحه خارج می‌شود؛ این عمل همان پلاریزاسیون است.



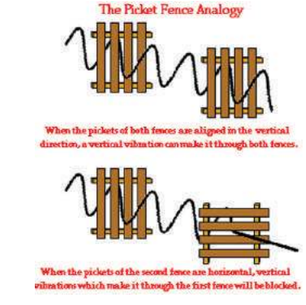
یک فیلتر پلاروید به دلیل ترکیب شیمیایی ماده سازنده‌اش قادر است نور را قطبی کند. برای ساخت فیلتر، مولکول‌های ماده در سراسر فیلتر کشیده می‌شوند تا در جهت خاصی قرار گیرند. این چینش، مولکول‌ها به فیلتر یک محور قطبش می‌دهد. این محور قطبش، در سراسر طول فیلتر وجود دارد و تنها اجازه عبور ارتعاشات موج الکترومغناطیسی موازی با محور را می‌دهد. هر ارتعاش عمود بر محور قطبش، توسط فیلتر مسدود می‌شود. بنابراین، یک فیلتر پلاروید با مولکول‌های افقی، یک محور قطبش عمودی ایجاد می کند. چنین فیلتری تمام ارتعاشات افقی را مسدود می کند و به ارتعاشات عمودی اجازه انتقال می‌دهد. از سوی دیگر، یک فیلتر پلاروید با مولکول‌های عمودی، محور قطبش افقی دارد و تمام ارتعاشات عمودی را متوقف کرده و باعث می‌شود که ارتعاشات افقی انتقال یابند. قاعده کلی این است که ارتعاش الکترومغناطیسی که در جهت موازی با مولکول‌های فیلتر است، جذب می‌شود.

چگونه اشیا با نور پلاریزه دیده می‌شوند؟

می‌توان از پشت فیلترها اشیا را مشاهده کرد. در این فیلتر، شکل یا ابعاد جسم تحریف نمی‌شود. اگر از پشت یک جفت فیلتر چسبیده به هم اشیا را نگاه

در نمایشگر های «ال سی دی» یک لایه فیلم پلاریزه بر روی صفحه وجود دارد. این فیلم پلاریزه به ما این امکان را می‌دهد که تصاویر در حال پخش در نمایشگر را ببینیم. ولی اگر این لایه پولاریزه وجود نداشته باشد، چشم ما نمی تواند تصاویر را ببیند.
شما می توانید این لایه پلاریزه را از روی نمایشگر مانیتور خود حذف کنید و آن را در یک فریم عینک نصب کنید تا هر زمان که عینک را به چشم خود زدید تصاویر را ببینید و هر زمان که آن را برداشتید شما هم مانند سایرین تنها یک تصویر سفید مشاهده کنید!

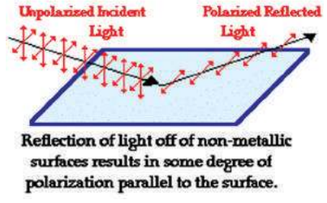
کنید، با آهســـته چرخاندن یکی از آن‌ها، می‌توان جهت‌گیری محورهایشان نسبت به هم را پیدا کرد و آن زمانی است که تمام نور مسدود شده و جسم دیگر دیده نمی‌شود. در این حالت، نور پس از عبور از فیلتر اول، پلاریزه شده و شاید دارای ارتعاشات عمودی باشد. حال این ارتعاشات عمودی در فیلتر دوم مسدود می‌شوند؛ زیرا فیلتر در جهت افقی قرار دارد. این حالت زمانی رخ می‌دهد که محورهای دو فیلتر عمود بر یکدیگر قرار می‌گیرند و تمام نور را مسدود می‌کنند. برای توضیح این مسئله، اغلب از مثال حصار استفاده می‌شود. حصار می‌تواند به عنوان یک پلاریزور (قطبنده) عمل کند. فضای بین حصارها اجازه می‌دهد که ارتعاشات موازی با فاصله بین آن‌ها عبور کند، در حالی که هر ارتعاش عمود بر فاصله ها را مسدود می‌کند. اگر دو حصار به گونه ای طراحی شده باشند که عمود بر هم قرار گرفته باشند، هیچ ارتعاشی نمی‌تواند از بین آنها عبور کند.



به همین ترتیب، دو فیلتر پلاروید هم با محورهای عمود بر یکدیگر، تمام نور را مسدود می‌کنند. این مشاهدات بسیار زیبا را هرگز نمی‌توان با خاصیت ذره‌ای نور توضیح داد.

پلاریزاسیون نور توسط بازتاب:

نــور غیرپلاریــزه همچنین می‌تواند بــا بازتاب از ســطوح غیرفلــزی، پلاریــزه شــود. میزان پلاریزاسیون آن به زاویه‌ای که نور به سطح ماده برخورد می‌کند و به جنس سطح، بستگی دارد. سطوح فلزی نور را در جهت‌های مختلف منعکس می‌کنند. چنین نور منعکس شده‌ای غیرپلاریزه است. با این حال، سطوح غیر فلزی مانند آسفالت، برف و آب، نور را طوری بازتاب می‌دهند که موازی با ســطح بازتابی، ارتعاش کند. زمانی که فردی به تصاویر اشــیاء حاصل از انعکاس نور از سطوح غیرفلزی نگاه می‌کند، اگر میزان پلاریزاســیون زیاد باشد، اغلب درخشــندگی بیشتری درک می‌کند. ماهی‌گیران با این انعکاس آشنا هستند؛ زیرا مانع دیدن ماهی‌ها در زیر آب می‌شــود. نور منعکس شده از دریاچه تقریباً در جهت موازی با سطح آب پلاریزه شده است. ماهی‌گیران می‌دانند که با اســتفاده از عینک آفتابی با محور قطبش مناسب، می‌توانند بخشــی از این نور پلاریزه را مســدود کنند. با این کار درخشــش نور کاهش می‌یابد و ماهی گیر می‌تواند به آسانی ماهی‌هایی را که در زیر آب قرار دارند مشاهده کند.

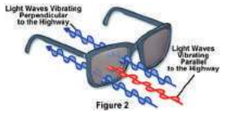


Reflection of light off of non-metallic surfaces results in some degree of polarization parallel to the surface.

پلاریزاسیون نور از طریق شکست

پلاریزاســیون می‌تواند در اثر شکست نور نیز رخ دهد. وقتی یک پرتو نــور از یک محیط به محیط دیگر وارد می‌شود، شکست اتفاق می‌افتد. در سطح این دو محیط، مسیر پرتو نور تغییر می‌کند. پرتو شکسته شــده می‌تواند در حالاتی پلاریزه باشد.

قطبش در ســتاره شناســی کاربرد زیادی دارد و به مــا کمک می‌کند تا اطلاعات بیشتری در خصوص امواج الکترومغناطیســی صادره از ستاره‌ها بدست آوریم.
به عنوان مثال، دوربین پیشرفته هابل با پیشــرفته ترین فیلترهای پلاریزه (قطبیده) تصاویر بدیعی از کیهان تهیه کرده اســت. تصویــری که ملاحظه می‌کنیــد، تصویری از یک ســحابی است که با کمک ســه فیلتر قطبیده متفاوت نور رسیده از آن در سه زاویه خاص قطبیده شده و هر دسته با یکی از رنگ‌های آبی، قرمز و سبز نمایش داده شده است. با بررسی قطبش نور این سحابی، دانشمندان می‌توانند به اطلاعات وســیعی از خواص فیزیکی موادی که این پرتوها را بازتاب داده است، دست یابند

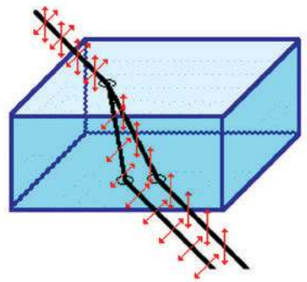


Brewster's law $\tan\theta_B = \frac{n_2}{n_1}$

پلاریزاسیون نور با استفاده از پراکندگی

پلاریزاســیون می‌توانــد زمانــی رخ دهــد که نور حین عبــور از یک ماده پراکنده می‌شــود. هنگامی که نور بــه مولکول‌های یک مــاده برخورد می‌کند، دوقطبی‌های مولکولی و یا ابرهای الکترونی اتم‌های پیوند یافتــه را به ارتعــاش وامــی‌دارد. در نتیجه یک موج الکترومغناطیســی در همــه جهات تولید می‌شود. این موج جدید تولید شــده به دوقطبی‌ها یا اتم‌های همسایه برخورد کرده و آنها را به ارتعاش با همان فرکانس اولیه وامــی‌دارد و بازهم یک موج الکترومغناطیسی دیگر ایجاد می‌شود که بار دیگر در همه جهات منتشر می‌شود. این جذب و انتشار مجدد امواج نور باعث می‌شود که نور در محیط پراکنده شود. این نور پراکنده تقریبا پلاریزه اســت. پلاریزاسیون توسط پراکندگی را می‌توان با نور عبور کرده از اتمسفر مشاهده کرد. نور پراکنده شــده اغلب درخشندگی بیشتری در آسمان ایجاد می‌کند. عکاسان می‌دانند که این پلاریزاسیون جزئی حاصل از پراکندگی، منجر به خراب شدن عکس می‌شود. این مشکل با استفاده از فیلتر پلاروید به راحتی می‌تواند حل شود. به این صورت که فیلتر را می‌چرخاننــد و به این ترتیب نور پلاریزه مسدود می‌شــود و درخشندگی نور کاهش می‌یابد. راز عکاسی از آسمان آبی روشن برای استفاده در پس‌زمینه‌هــای زیبا و چشــمگیر، در این روش نهفته است.

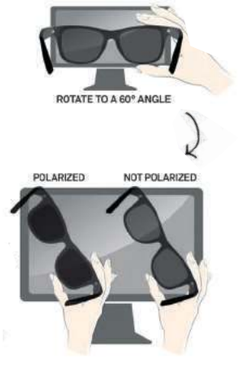
اغلب، پلاریزاسیون در یک صفحه عمود بر سطح رخ می‌دهد. معمولاً پلاریزاسیون نور از طریق شکست، با استفاده از یک کریستال دوشکستی انجام شود. ایسلند اسپار، یک حالت کمیاب از کلسیت است که، نور فرودی را در دو مسیر متفاوت جدا می‌کند. یعنی نور، پس از وارد شدن به کریستال، به دو پرتو تقسیم می‌شود که هر دو پرتو نور، پلاریزه هستند (یکی در جهت موازی با سطح و دیگری در جهت عمود بر سطح). از آنجایی که این دو پرتو با جهت گیری عمود بر هم قطبیده شــده‌اند ، می‌توان با استفاده از یک فیلتر پلاروید، یکی از آن‌ها را به طور کامل مسدود کرد و در صورتی که فیلتر ۹۰ درجه چرخانده شود، پرتو ظاهر می‌شود و پرتو دیگر از بین می‌رود.


The two refracted rays passing through the Iceland Spar crystal are polarized with perpendicular orientations.

از طرفی هنگامی که تابش نور وارد مرز دو محیط از جنس متفاوت می‌شود، در یک زاویه مخصوص (به‌نام زاویه بروستر)پلاریزاسیون جزیی در پرتو عبوری ایجاد می‌شــود. در این زاویــه هیچ گونه بازتابی با قطبش در صفحه متشکل از پرتو تابش و خط عمود بر سطح که به آن قطبش p می‌گویند، وجود ندارد. عینک‌هــای آفتابی پلاروید، از قانون بروســتر برای کاهش تشعشع ناشــی از بازتاب خورشید روی سطوح آب یا جاده استفاده می‌کنند.

Figure 2

عینک های آفتابی دارای برچســب پلاروید (Polaroid)، لنزهای پلاروید فقط امواج نورانی را که در جهت خاصی ارتعاش می کنند، عبور می‌دهند. نور (مادون قرمز، مرئی یا اشــعه ماوراء بنفش) بازتاب شده از سطح جاده، آب (حوضچه، دریاچه، اقیانوس) و یا سطوح افقی براق (مانند سقف ماشینها) تقریباً پلاریزه اســت. بنابراین، عینک‌های پلاروید نور بازتابی از چنین سطوحی را کاهش می‌دهنــد، اما این عینک‌ها اجازه عبور نور ماوراء بنفش را می‌دهد. بنابراین، ممکن است برای محافظت از چشــم‌ها در برابر نور ماوراء بنفش مناسب نباشد. برای تست این عینک‌ها، از شیشــه عینک به مانیتور روشــن کامپیوتر نگاه کنید، بعد عینک را ۶۰ درجه بچرخانید. اگر عینک پلاروید باشد لنزهای عینک تیره می شوند.

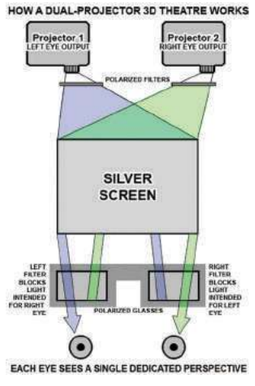


کاربردهای پلاریزاسیون:
پلاریزاسیون علاوه بر استفاده در عینک‌های آفتابی، دارای کاربردهای فراوانی است.

Without polarised lens With polarised lens

پلاریزاسیون در صنعت سرگرمی برای تولید و نمایش فیلم‌های سه بعدی استفاده می‌شود. فیلم‌های سه بعدی در واقع دو فیلم هستند که هم‌زمان توسط دو پروژکتور نمایش داده‌می‌شوند. دو فیلم از دو مکان کمی متفاوت و با دو دوربین ضبط می‌شوند. سپس هر فیلم به طور جداگانه از یک طرف بر روی یک صفحه نمایش پخش می‌شود. فیلم‌ها از طریق یک فیلتر پلاروید پخش می‌شوند. فیلتر پلاروید پروژکتور سمت چپ ممکن است محور قطبشی به صورت افقی داشته باشد؛ در حالی که فیلتر پلاروید پروژکتور سمت راست، محور عمودی دارد. در نتیجه، دو فیلم، کمی متفاوت، با یک جهت عمود بر فیلم دیگر نمایش داده می شوند. سپس بینندگان عینک‌هایی با دو فیلتر پلاروید به چشم می‌زنند. که هر شیشه آن دارای محور قطبش متفاوت (یکی افقی و دیگری عمودی) است.

نتیجه این ترکیب پروژکتورها و فیلترها این است که چشم چپ فیلمی را که از پروژکتور سمت راست پخش شده می‌بیند؛ در حالی که چشم راست فیلمی را که از پروژکتور سمت چپ پخش شده می‌بیند. این حالت به بیننده یک حس عمق می‌دهد.



مدل های ما از پلاریزاسیون نور، موید طبیعت موج گونه نور است و توضیح این پدیده با استفاده از خاصیت ذره ای نور، بسیار دشوار می‌شود. پلاریزاسیون یکی دیگر از دلایل علمی است که دانشمندان را به این باور واداشته که نور خاصیت موجی دارد.

بسیاری از عینک‌های آفتابی برای رانندگی مناسب نیستند. بعضی از عینک های آفتابی ممکن است نور کافی برای ورود به چشم فراهم نکنند و باعث کمبود دید شوند، در حالی که برخی دیگر ممکن است یک رنگ لنز خاص داشته باشند و سبب شود راننده به کل مسیر توجه نداشته باشد در روزهای آفتابی ، نوری که از سطوح جاده ها، آب، شن و یا برف بازتاب می شود قطبیده می شود. این نور بسیار خیره کننده است و می تواند موجب اختلال دید شود. لنزهای پلاروید برای رانندگان انتخاب خوبی هستند، زیرا به طرز چشمگیری باعث کاهش نور از حاصل از چراغهای ماشین های روبرو و نور منعکس کننده از سطوح جاده ها می شوند و ایمنی بیشتری برای رانندگی ارائه می دهند.

ایجاد شیشه‌های رنگی بدون استفاده از شیشه

مهنوش غلامزاده
mahnoosh.gholamzade@gamil.com

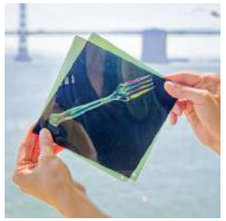
شما می‌توانید با نور قطبیده شده و بدون استفاده از شیشه، یک شیشه رنگی ایجاد کنید.
با استفاده از نوار پلاستیکی شفاف و مواد قطبنده، می‌توانید طرح های زیبا و رنگی را که یادآور پنجره‌های رنگی هندسی هستند، ایجاد و طراحی کنید. چرخش قطبشگر در هنگام مشاهده الگوها رنگ‌ها را تغییر می‌دهد. با کمی خلاقیت، می‌توانید تغییرات رنگی در اشیاء یا صحنه ها نیز ایجاد کنید.

وسایل مورد نیاز

- نوار پلاستیکی شفاف با سطح براق و غیرمات (برخی برندها ممکن است کار نکند؛ اما شما چند نوار شفاف ۲ سانتی ارزان قیمت را انتخاب کنید و آزمایش کنید)
- قطعه پلاستیک شفاف و بی رنگ مانند طلق‌های پلاستیکی؛ (جای سی دی نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد)
- دو ورق مواد قطبنده؛ (شما می‌توانید از دو شیشه عینک آفتابی قطبی استفاده کنید، اما تصویری که می‌توانید مشاهده کنید با اندازه شیشه‌ها محدود می‌شود)
- یک منبع نور روشن مانند یک پنجره آفتابی یا چراغ مطالعه؛

فرض کنید تعدادی دانش آموز می‌خواهند وارد کلاس شوند. ما به هر دانش آموز یک چوب یک متری می دهیم وبه آنها می گوییم چوب را هر طوری که دوست دارند بگیرند (افقی یا عمودی یا مایل). این دانش آموزان مانند پرتو های نور هستند وچوب آنها مانند میدان الکتریکی نور. اگر دقت کنید فقط کسانی می توانند وارد کلاس شوند که چوب را تقریبا عمودی در دست گرفته اند وبقیه جلو در متوقف می شوند.دانش آموزان وارد شده همه در یک خصیصه مشترکند (همه چوب عمودی در اختیار دارند).

برای پلاریزه کردن نور باید چکار کنیم؟
باید وسیله‌ای مثل در کلاس در اختیار داشته باشیم این وسیله پلاروید نامیده می‌شود.



آزمایشی دیگر

نور پلاریزه الگوهای تنش در پلاستیک شفاف را نشان می دهد. هنگامی که برخی از پلاستیک‌ها بین دو قطعه قطبشگر قرار می گیرند، الگوهای تنش آنها به طور چشمگیری به‌شکل یک صفحه نمایش رنگی قابل مشاهده است. یک شیء پلاستیکی تحت فشار می تواند تنش‌های موجود در استخوانها را شبیه‌سازی کند. برای امتحان، یک چنگال پلاستیکی شفاف را بردارید، آن را کمی خم کنید و بین دو صفحه قطبشگر بگذارید. سپس آن‌را در مقابل نور خورشید و یا یک منبع نور بگیرید. چه چیزهایی مشاهده خواهید کرد؟

چند قطعه نوار پلاستیکی را روی طلق به طور تصادفی نصب کنید. اطمینان حاصل کنید که جاهایی از طلق وجود دارد که در آن دو یا سه نوار با هم تداخل دارند.

طلق را بین دو قطبنده قرار دهید. (برای راحتی، می‌توانید قبل از چسباندن نوار چسب به طلق ، آن را امتحان کنید. تکه‌ای از نوار را به یکی از شیشه‌های قطبنده بچسبانید و سپس شیشه قطبنده دیگر را نسبت به آن بچرخانید. اگر نوار چسب تاریک و روشن شود، برای این آزمایش قابل استفاده است، ولی در صورتی که با چرخاندن شیشه‌ها همچنان تیره باقی ماند، به‌این معنی است که کار نمی‌کند.)

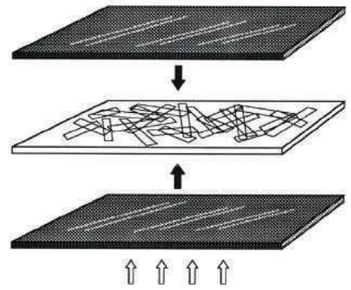
سه قطعه را طوری نگه‌دارید که بتوانید از پشت آن‌ها منبع نور را ببینید. قطعات قطبنده را بچرخانید تا تغییر رنگ‌ها را مشاهده کنید.

چه اتفاقی می‌افتد؟

رنگ‌هایی که در اینجا مشاهده می کنید از تفاوت در سرعت نور قطبیده در هنگام عبور از نوار شفاف ناشی می‌شوند.

هر ماده دارای یک ضریب شکست است که به صورت نسبت سرعت نور در خلاء به سرعت نور درآن ماده تعریف می‌شود. نور از نواری که در این آزمایش استفاده شده، با دو سرعت متفاوت عبور می کند. (مواد با این ویژگی مواد دو شکستی نامیده می‌شوند.) در نوار شفاف مولکول‌های پلیمری به طور موازی در طول نوار قرار گرفته اند. نور پلاریزه شده موازی با مولکول‌ها، خیلی آهسته تر از نور عمود بر جهت‌گیری آنها از بین‌شان عبور می کند.

هنگامی که نور قطبیده به نوار وارد می‌شود، جهت قطبش آن احتمالاً با نوار، همسان نیست. اگر نور در جهتی باشد که هم‌جهت با قرارگیری مولکول‌های نوار نباشد، جهت قطبش آن به دو مولفه عمود بر هم تقسیم خواهد شد. یکی از این



مولفه‌ها موازی با طول نوار است و دیگری عمود بر آن است.

امواجی که این دو مولفه را تشکیل می‌دهند، در ابتدا یکی هستند؛ اما زمانی که از نوار، با سرعت‌های مختلف عبور می کنند، دیگر هم فاز نیستند. هنگامی که این امواج از طرف دیگر خارج می‌شوند، دوباره ترکیب می‌شوند و نور با قطبش متفاوت با نور اولیه دیده می‌شود. نوار ضخیم‌تر، تغییر رنگ بیشتری ایجاد خواهد کرد. برای مثال، اگر دو موج که یک اختلاف نیم طول موجی دارند با هم ترکیب شوند، جهت قطبش نور ۹۰ درجه چرخش پیدا می کند.

نور سفید از همه رنگ‌ها یا همه طول موج‌های نور مرئی تشکیل شده است. از آنجا که ضریب شکست نوار برای هر رنگ نور متفاوت است، هر رنگ دارای جفت مولفه‌های با سرعت منحصربه‌فرد خود است که از نوار می گذرند. نتیجه این است که قطبش هر رنگ، به تناسب ضخامت‌های متفاوت نوار، مقداری تغییر می کند. هنگامی که قطعه دوم قطبنده بر روی نوار قرار می گیرد و چرخانده می‌شود، رنگ‌های مختلف با زاویه‌های مختلف عبور داده می‌شوند، به همین دلیل، شما رنگ‌های مختلفی را مشاهده می کنید.

TESC
Tech-Export Services Corridor
کریدور توسعه صادرات و تبادل فناوری

حمایت‌های کریدور توسعه صادرات و تبادل فناوری

ارایه مشاوره صادرات شرکت‌های فناور

مشاوره حمل و نقل

ارائه مشاوره در مورد نحوه حمل کالا از راه‌های دریایی، زمینی و هوایی و ارائه راه حل‌های مناسب برای صادرات کالا و یا حمل بار.

مشاوره صادرات و تدوین برنامه صادراتی

ارایه مشاوره به‌منظور شروع فرآیند صادرات، همچنین رفع ابهامات و حل مسایل شرکت‌ها در حوزه‌های عمومی صادرات و تدوین برنامه صادرات کالای شرکت‌های دانش‌بنیان.

مشاوره نقل و انتقالات ارزی

ارائه مشاوره در زمینه نحوه انتقال ارز از طریق بانک ها و صرافی ها.

مشاوره تدوین قراردادهای بین‌المللی

تهیه و تدوین قراردادهای بین‌المللی به‌عنوان یکی از مسایل مهم در امر صادرات و ارایه مشاوره در مورد نحوه تنظیم بندها و

دریافت نسخه الکترونیک

نخستین لیزر

در شماره آینده بخوانید...