

دانشترینیان

لیزر

و فوتونیک

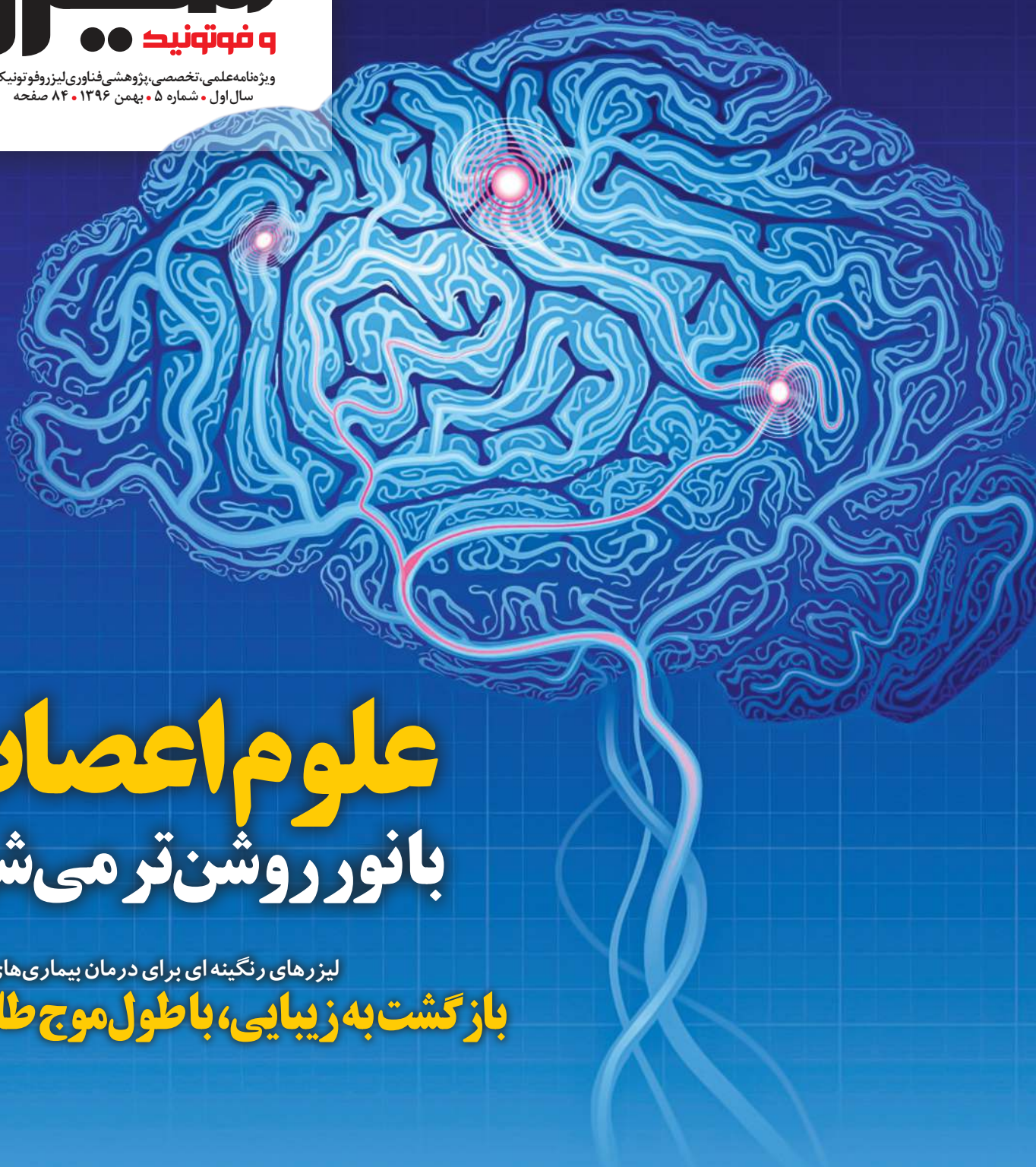
ویژه نامه علمی، تخصصی، پژوهشی فناوری لیزر و فوتونیک
سال اول • شماره ۵ • بهمن ۱۳۹۶ • ۸۴ صفحه

گفت و گو با دکتر منصور اسفندیاری بیات

لیزر به کمک کشاورزان می آید

نخبگان گمنام

در خدمت نام آوران دانش و فناوری



علوم اعصاب

بانور روشن تر می شود

لیزرهای رنگینه ای برای درمان بیماری های پوستی

بازگشت به زیبایی، با طول موج طلایی

بسم خداوند مهربان

پیامبر خدا صلی الله علیه و آله:
اندیشیدن، مایه حیات دل شخص با بصیرت است،
همان گونه که اگر شخص چراغ به دست در تاریکیها در
پرتو نور [چراغ] راه رود، به خوبی خود را نجات می دهد
و کمتر درنگ و توقف می کند.

بحار الأنوار



یکی از کاربردهای بسیار راهبردی لیزر و فوتونیک در حوزه دفاع و صنایع نظامی است. لیزر و فوتونیک در زمینه تجهیزات و سامانه های دفاعی امکانات و راه حل هایی ارائه می دهد که از طریق هیچ فناوری دیگری قابل دسترسی نیست و به صورت مداوم نیز بر کاربردها و ظرفیت های آن در صنایع نظامی افزوده می شود. این کاربردها در گذشته بیشتر در قابل سامانه های ناوبری، اخلاص گر ها و کور کننده ها، پدافند غیر عامل، سامانه های هدایت و رهگیری لیزر، جنگ الکترونیک و ... متمرکز بوده است. اما امروزه حرکت رو به رشدی برای بکارگیری لیزر به عنوان یک جنگ افزار تخریبی وجود دارد و به نظر می رسد تخیلات بشر در دهه های گذشته مبنی بر بکارگیری اسلحه های لیزر در حال محقق شدن است و با آنکه نتایج این تحولات اغلب به دلیل محرمانگی منتشر نمی گردد، اما توسعه روز افزون آن در نمایشگاه ها و همچنین بکارگیری این دسته از

سخن سردبیر

جنگ-افزارها در نقاط مختلف دنیا قابل مشاهده است. قطعاً کشور ما به عنوان سرزمینی که در یک موقعیت مکانی راهبردی قرار گرفته است و دشمنانی دیرینه در این منطقه دارد، ضروریست در حوزه هایی چنین با اهمیت که توسعه آنها لازمۀ حفظ اقتدار و تمامیت ارضی کشور است تمرکز و توجه ویژه صورت گیرد. همچنین باید توجه داشت که در گذشته فناوری ها روزآمد و نوآوری ها از درون صنایع فضایی به بخش مدنی سرریز می شد، اما اکنون این مهم در حال تغییر مسیر است و بخش های خصوصی و مدنی عرضه کننده نوآوری به بخش فضایی است. این توسعه می تواند علاوه بر خود اتکایی و نقش بازدارندگی در برابر دشمنان، منجر به اشتغال زایی، توسعه صادرات در این حوزه و ارزآوری برای کشور گردد.

پرویز کرمی

مشاور معاون علمی و فناوری ریاست جمهوری
رئیس مرکز ارتباطات و اطلاع رسانی

در عرصه دانش نور چراغی روشن خواهد شد

مرضیه کبیری

mrz_kabiri@yahoo.com

ترویج به معنی رایج کردن، روشی پویا برای ارتقا فعالیت‌هایی به حساب می‌آید که فایده و اثربخشی آن‌ها در یک زمینه ویژه اثبات شده است. ارزش بحث ترویج فراتر از بحث تبلیغ است چرا که ادراک و آگاهی در آن اصلی‌ترین نقش را ایفا می‌کند. با این حال از آنجا که ترویج فعالیت‌های هزینه‌بر است، اصولاً زمانی کاربرد دارد که سودرسانی آن مورد توجه قرار گرفته باشد. با طرح اقتصاد مبتنی بر دانش که یکی از مهمترین محورهای اقتصاد درون گراست، ارزش ترویج دانش و فناوری‌های نوین بیش از هر زمانی نمایان گشته است. اما چه

هنگام ترویج دانش و فناوری به یک ضرورت تبدیل می‌شود؟

زمانی که قشری از، اندیشمندان، به سبب اشراف علمی و منطقی از نیاز یک جامعه به یک زمینه آگاه می‌شوند در حالی که افراد دیگر نسبت به آن بی‌توجه هستند و سرگردان به نظر می‌رسند؛ یا زمانی که اطلاعات انحرافی در مورد یک مطلب بسیار زیاد است، به طوری که می‌تواند ارکان زندگی فردی، فرهنگی و اجتماعی را به مخاطره اندازد. روش‌های مناسب ترویج بر پایه شناخت و آگاهی استوار هستند. شناخت موضوع اصلی، جامعه مخاطب و بسترهای موجود سبب به کارگیری روش‌های موثرتری در دستیابی به اهداف ترویجی خواهد شد.

بحث ترویج دانش و فناوری و جامعه مخاطبان

توجه به مخاطب یکی از پراهمیت‌ترین بخش‌های بحث ترویج به شمار می‌رود. در بحث فناوری و دانش، بخش قابل توجهی از مخاطبان، افرادی هستند که خود به این زمینه وابستگی دارند و به طور کلی، این گونه مباحث به طور مستقیم و یا غیر مستقیم بر کسب و کار، سلامت و زندگی آنها تأثیرگذار است. قرار گرفتن این افراد در جریان ترویج دانش و فناوری خود می‌تواند موج عظیمی از آگاهی را ایجاد کند و تأمین‌کننده بخش بزرگی از اهداف در آن زمینه باشد. از طرفی دانش‌آموزان همواره قابل توجه‌ترین، امید بخش‌ترین و در عین حال حساس‌ترین پستر را برای ترویج دانش و فناوری شکل داده‌اند. ذهن جوان، ابزار شناختی و دانش‌افزایی، دسترسی روزافزون به اطلاعات از مزیت‌هایی به حساب می‌آید که در صورت همراه شدن با روش‌های صحیح آموزش و پرورش سبب رویش بذر علم و دانش در این بستر آماده می‌شود. البته ترویج در این بخش باید با دید آینده‌نگری علم و فناوری و نیازسنجی مناسب همراه گردد تا موفقیت و بهره‌وری مناسب به دست آید. دانشجویان را باید موثرترین مخاطبان در بحث ترویج علم و فناوری به حساب آورد. در حقیقت در بحث ترویج ایمان به توانایی جوانان دانشجو بسیار حیاتی است و موتور محرکه بسیار توانمندی به شمار می‌رود. فعالان و دانشمندان این عرصه خود مسلح به ابزار دانش و فن هستند و محافظت از مرزهای

دانش و فناوری در بحث ترویج برای ایشان نقشی حیاتی دارد، ایشان را باید مخاطبانی دانست که خود هادیان و نقش‌آفرینان این عرصه به حساب آیند، اما حقیقت این است که تنها در صورت حرکت هماهنگ و دلسوزانه هنگام حرکت در این مسیر زیباترین نقش‌ها را خواهند آفرید، نمایی که هم باعث جذب و اطمینان به دانش و فناوری خواهد شد و هم باعث رونق و ارتقا بازار آن.

چرا مباحث فناوری لیزر و فوتونیک نیاز به ترویج دارد

از سخن بزرگان این عرصه می‌توان فهمید که سال‌هاست تلاش شده دانش و فناوری لیزر و فوتونیک در این کشور روی پای خود ایستاده، رشد کند. ما در این مسیر گام به گام پیش‌رفته ایم، حتی در زمینه‌هایی همراه با فناوری روز دنیا بوده و هستیم. هنگامی که برای دانش‌آموزان از نور و لیزر می‌گوییم، برق شوق را در چشمان آن‌ها می‌بینیم. افتخار به دانشمندان گذشته دور و نزدیک و حال حاضر این عرصه در جای جای بیان علاقه‌مندان این حوزه موج می‌زند. اما حقیقت این است که در عرصه نور کشور چراغ‌ها تا به امروز، به هر دلیلی خاموش بودند. امروز با جدی شدن بحث ترویج در عرصه نور، لیزر و فوتونیک و طرح آن در ستاد توسعه فناوری لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی می‌توان به این مسئله به گونه‌ای دیگر نگر بست. همه خود را در ساحت نور آماده می‌بینیم، با ابزارهای ایمان، دانش و فناوری، باید نوری فروزان گردد...



لیزر به کمک کشاورزان می‌آید

۱۲

گفتگو

INTERVIEW

قرن ۲۱، قرن اپتیک و فوتونیک

۸

لیزر به کمک کشاورزان می‌آید

۱۲



دانشگاه ولی عصر (عج) در سال ۱۳۶۰ تأسیس شده است. با پذیرش دانشجو از سال تحصیلی ۷۰-۷۱ فعالیت خود را آغاز کرد. در حال حاضر بیش از ۱۰۰۰ دانشجو در مقاطع مختلف کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در دانشگاه ولی عصر مشغول به تحصیل هستند و بیش از ۲۵۰ عضو هیأت علمی در مرتبه استادی، دانشیاری، استادیاری و مربی کار تدریس و آموزش دانشجویان را بر عهده دارند. دانشگاه ولی عصر (عج) شامل شش دانشکده علوم پایه، ریاضی و کامپیوتر، فنی و مهندسی، کشاورزی، ادبیات و اقتصاد و مدیریت است طبق گزارش پایگاه تخصصی مستندسازی مقالات کنفرانس‌ها و همایش‌های کشور (سیویلیکا) رتبه این دانشگاه در مقالات نمایه شده تقریباً دو برابر متوسط مقالات دانشگاه‌های کشور است. تحقیقات حوزه فوتونیک در دانشکده‌های علوم پایه و کامپیوتر دانشگاه ولی عصر حایز اهمیت است به طوری که کلید واژه‌های مربوط به این حوزه در میان مقالات چاپ شده این دانشگاه دارای بالاترین رتبه‌ها هستند.

دکتر خان‌زاده، رییس دانشکده علوم پایه دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان از اهمیت اپتیک، لیزر و فوتونیک می‌گوید

قرن ۲۱، قرن اپتیک و فوتونیک

مرضیه کبیری

mrz_kabiri@yahoo.com

دکتر محمد خان‌زاده استادیار گروه فیزیک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، است. محورهای اصلی و تخصصی فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی وی در زمینه اپتیک و فوتونیک شامل، ساخت لایه‌های نازک نانومتری با روش PLD، تفنگ الکترونی و مقاومت حرارتی و همچنین سنتز نانوذرات با روش پرتو لیزری، خواص نوری خطی و غیر خطی نانوذرات و نانوفیلم‌ها، طراحی موجبرهای فوتونیک و ساخت سنسورهای فیبری به روش تداخل سنجی و کاربرد آن‌ها در تعیین چگالی عناصر، عمق‌یابی و تعیین ویژگی گازهای شیمیایی می‌باشد.

■ **آقای دکتر، در زمینه اپتیک و لیزر چه فعالیت‌هایی در دانشگاه ولی عصر (عج) صورت گرفته است؟**

گروه فیزیک دانشگاه ولی عصر (عج) دارای دو رشته فیزیک با گرایش (لیزر - اپتیک) و فیزیک مهندسی (لیزر - اپتیک) در مقطع کارشناسی و رشته‌های فیزیک گرایش حالت جامد و اتمی، رشته نانوفیزیک و رشته فوتونیک در مقطع کارشناسی ارشد و در دو گرایش فیزیک اتمی و حالت جامد در مقطع دکتری دانشجو می‌پذیرد. این دانشگاه در زمینه پژوهشی لیزر دارای سه آزمایشگاه به نام‌های تحقیقاتی مرکزی لیزر، آزمایشگاه اپتیک پیشرفته (آموزشی پژوهشی) و آزمایشگاه لیزر پیشرفته (آموزشی و پژوهشی) است. همچنین آزمایشگاه پیشرفته نانوفیزیک در زمینه سنتز و تولید نانوذرات

انجام می‌شود. اخیراً نیز در آزمایشگاه لیزر پیشرفته به دلیل اینکه تجهیزات فیبرنوری را دارا است، با ایجاد ساختار تداخل سنجی بر روی فیبر می‌توان از آن‌ها به عنوان سنسورهای فیبر نوری با دقت و حساسیت بسیار بالا در اندازه‌گیری غلظت ذرات، عمق‌یابی و در نشست‌یابی گازهای شیمیایی استفاده کرد. این پروژه، مورد توجه صنعت قرار گرفته است.

■ **در طی این سال‌ها، اقبال دانشجویان به سمت کار و مطالعه در زمینه لیزر چه میزان بوده است؟ آیا کسی از دانشجویان با اساتید در قالب شرکت دانش بنیان فعالیت دارند؟**

البته با توجه به رشته فیزیک مهندسی گرایش لیزر و اپتیک دانشجویان زیادی در این زمینه فارغ‌التحصیل می‌شوند. ولی متأسفانه در سال‌های اخیر به دلیل

نبود انگیزه در دانشجویان و همین‌طور افزایش بی‌رویه در پذیرش دانشجو در رشته‌ها و مقاطع مختلف، تمایل دانشجویان در رشته‌های پرزحمتهی مثل فیزیک کمتر شده است و به‌طور نسبی ده درصد از دانشجویان تمایل به تحمل پژوهش‌های سخت تجربی و تئوری در این زمینه دارند. شرکت‌های تخصصی فعالیت‌هایی را به‌تازگی در زمینه تخصصی لیزر در مرکز رشد دانشگاه شروع کرده‌اند.

■ **شما پتانسیل و ظرفیت گسترش لیزر و کاربردهای آن را در شهرستان‌ها چگونه ارزیابی می‌کنید؟**

ده نفر از اعضای هیئت علمی با گرایش لیزر - اپتیک و پلاسما در گروه فیزیک فعالیت می‌کنند و امکانات و تجهیزات و آزمایشگاه‌هایی در این زمینه فراهم

رویدادهای علمی در دانشکده فیزیک در این زمینه لیزر و فوتونیک مهم‌ترین رویداد علمی، برگزاری چهاردهمین کنفرانس ملی اپتیک و فوتونیک در سال ۱۳۸۶ در دانشگاه و برگزاری هفته فیزیک در سال جهانی فیزیک در سال ۱۳۹۶ بوده است. آزمایشگاه‌های این دانشگاه نیز مورد بازدیدهای متعددی از طرف صنعت قرار می‌گیرد.



21

قرن ۲۱

صنعت الکترونیک با تمامی محدودیت‌های فیزیکی و فنی که در این صنعت وجود دارد، توسط صنعت فوتونیک با محدودیت‌های فیزیکی و فنی بسیار کم و با سرعت بسیار بالا جایگزین می‌گردد.

شده‌است. البته این تجهیزات در سطح پژوهش‌های مدرن نیستند، با این حال پروژه‌ها و پژوهش‌هایی در سطح کارشناسی و کارشناسی ارشد انجام می‌گیرد که بعضاً به انتشار مقاله یا طرح هم منجر می‌شود.

■ **در مورد موانع و چالش‌هایی که در مسیر فعالیت‌های علمی و تحقیقاتی شهرستان‌ها وجود دارد، توضیحاتی بفرمایید.**

در کل نبود تجهیزات مدرن لیزری و فوتونیکی و امکاناتی از این دست، گروه‌های پژوهشی و تحقیقاتی در این زمینه را برای توسعه علمی و صنعتی نسبت به دانشگاه‌های خارجی عقب می‌اندازد.

■ **به نظر شما جایگاه ایران در جهان در زمینه فوتونیک و لیزر چگونه است؟**

همان‌طور که می‌دانید قرن ۲۱ به نام قرن اپتیک و فوتونیک نام‌گذاری شده‌است و فلسفه آن این است که به مرور زمان صنعت الکترونیک جای خود را به صنعت فوتونیک بدهد. این به این معناست که صنعت الکترونیک با تمامی محدودیت‌های فیزیکی و فنی که در این صنعت وجود دارد، توسط صنعت فوتونیک با محدودیت‌های فیزیکی و فنی بسیار کم و با سرعت بسیار بالا جایگزین می‌گردد. در این راستا کشور‌های توسعه‌یافته برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌های کلانی را در اوایل قرن برای توسعه صنعت فوتونیک داشته‌اند و حتی کشور‌های کمتر توسعه‌یافته مثل پاکستان و... نیز برنامه‌هایی از قبیل تشکیل کمیته‌های ملی فوتونیک در این زمینه داشته‌اند ولی متأسفانه تا جایی که من اطلاع دارم هیچ‌گونه مدیریت و برنامه‌ریزی در زمینه توسعه صنعت فوتونیک در سطح کشور نبوده؛ فقط در حد برگزاری چند کنفرانس در سال. البته اخیراً شرکت‌هایی در قالب دانش‌بنیان در ساخت لیزر و تجهیزات فوتونیکی ایجاد شده‌اند که نیاز به حمایت بیشتری دارند تا بتوانند رشد کنند. در این زمینه به‌هیچ‌وجه قابل‌رقابت با کشور‌های دارای این صنعت نیستیم.

■ **به نظر شما فوتونیک چگونه از چارچوب دانشگاهی خارج شود و باعث تولید ثروت شود؟**

با توجه به اهمیت صنعت فوتونیک در قرن حاضر باید یک برنامه‌ریزی و مدیریت کلانی در بخش‌های دولتی و خصوصی به‌صورت درازمدت ایجاد شود و برنامه‌ریزی‌های آن به مدیریت سیاسی کشور انتقال داده شود. ستاد لیزر و فوتونیک می‌تواند با حمایت انجمن فوتونیک ایران در ایجاد این مدیریت و برنامه‌ریزی کلان مجری باشند. دانشگاه‌ها می‌توانند با ایجاد آزمایشگاه‌های مدرن در زمینه فوتونیک به‌منظور انجام پروژه‌های آزمایشگاهی فعال باشند و با ایجاد گروه‌های تحقیقاتی و ایجاد کارگاه‌های ساخت، پروژه‌ها را تا سطح نیمه‌صنعتی پیش ببرند. با نیازسنجی در صنایع مختلف این پروژه‌ها را برای تجاری شدن به صنعت معرفی کنند تا در درازمدت صنعت فوتونیک جایگاه واقعی خود را در کشور پیدا کند. به‌منظور رسیدن به هدف مورد نظر می‌توان از صاحب‌نظران و متخصصان ایرانی خارج از کشور هم کمک گرفت.

■ **آقای دکتر به نظر شما، چگونه می‌توان فوتونیک، لیزر و مباحث نوری را چه در جامعه علمی و چه به عنوان آگاهی بخشی عمومی ترویج داد؟**

ابتدا باید دانشگاه‌های ما با ایجاد رشته‌ها و آزمایشگاه‌های تخصصی این صنعت را در دانشکده‌های به‌طور مثال برق و الکترونیک و فیزیک در مقطع کارشناسی و ارشد و دکتری بتوانند همگام و همراه مراکز علمی کشور‌های پیشرفته قرار دهند. دوم اینکه جوامع علمی و صنعتی ما باید باور داشته باشند که صنعت فوتونیک در قرن اخیر جایگزین بسیاری از صنایع دیگر به‌خصوص الکترونیک می‌شود. بنابراین مدیران علمی و صنعتی دست به‌دست

همدیگر داده و با کمک مشاورینی که می‌توانند از متخصصان و صنعتگران ایرانی خارج از کشور باشند، در آینده استفاده از این صنعت را در کشور رونق دهند.

■ **برای برطرف نمودن موانع و چالش‌های در مباحث ترویجی چه پیشنهادهاتی دارید؟**

برای برداشتن موانع موجود در سر راه ترویج لیزر و کاربردهای آن و به‌طور کلی صنعت فوتونیک باید ترویج و فرهنگ‌آشنایی این صنعت مهم حداقل از مقطع دبیرستان در آموزش و پرورش شروع شود. یعنی فصل‌هایی از دروس فیزیک دبیرستان به مسئله لیزر و فوتونیک پرداخته شود. در مجلات علمی ترویجی و در صدا و سیما ارتباط اهمیت صنعت فوتونیک، آگاهی‌های لازم به مردم داده شود. دانشگاه‌ها در این زمینه می‌توانند با طراحی

و ایجاد رشته جدید مهندسی فوتونیک و ایجاد آزمایشگاه‌های مدرن و تشویق دانش‌آموزان برای انتخاب این رشته می‌توانند نقش مهمی را در برطرف کردن چالش‌های موجود داشته باشند. هم‌اکنون فارغ‌التحصیلان زیادی در رشته فوتونیک و لیزر در جامعه داریم که می‌توان با حمایت و ایجاد شغل برای این فارغ‌التحصیلان چه به‌صورت دولتی و چه در بخش خصوصی قدم‌های مثبتی را برداشت تا انشاءالله در این صنعت هم‌پای کشور‌های پیشرفته باشیم.

■ **سخن آخر**

خیلی ممنون از شما که مصاحبه را انجام دادید. به امید آن روز که در صنعت فوتونیک کشور روز به روز شاهد پیشرفت و سربلندی کشور عزیزمان ایران باشیم.





افتخارات دکتر

منصور اسفندیاری بیات

وی در ۱۵ ساله گذشته بنیان گذار و مجری طرح ملی تحقیقاتی «معرفی تکنولوژی تسطیح لیزری اراضی زراعی به کشاورزان» بوده است. این طرح منشاء خدمات ارزنده در بخش کشاورزی خصوصا در زمینه صرفه جویی آب در بخش کشاورزی به میزان ۲۱ درصد و افزایش عملکرد در واحد سطح به میزان ۱۸ درصد گردیده است. همچنین ۲۵ کارگاه آموزشی تسطیح لیزری در سطح کشور توسط ایشان برگزار شده است. به دلیل انجام این طرح، دکتر اسفندیاری به دفعات از طرف وزارت جهاد کشاورزی و سایر سازمان‌ها مورد قدردانی قرار گرفته است و در همین راستا در سال ۱۳۸۹، توسط وزارت جهاد کشاورزی در جشنواره ملی آب به عنوان کارشناس نمونه مهندسی آب کشور انتخاب گردید. در سال ۱۳۸۷ به عنوان نخبه شاهد کشوری برگزیده شد و در جشنواره نوآوری و شکوفایی استان فارس در سال ۱۳۸۷ طرح تسطیح لیزری به عنوان طرح برگزیده جشنواره شناخته شد. طرح تسطیح لیزری دکتر اسفندیاری باعث شد وی به عنوان دانش آموخته نمونه سال ۲۰۱۷ دانشگاه سیدنی غربی در استرالیا معرفی شود و موفق به دریافت لوح تقدیر از دانشگاه فوق گردد. انتخاب طرح به عنوان یک فعالیت خوب برای بهبود زندگی بشر در جشنواره سازمان ملل، دفتر اسکان بشر در دبئی در کشور امارات در سال ۲۰۱۰ نیز به دریافت لوح تقدیر منجر شد.



لیزر به کمک کشاورزان می آید

تسطیح اراضی زراعی به کمک لیزر

زهرامتولیان

z.motevalian@yahoo.com

دکتر منصور اسفندیاری بیات، فارغ التحصیل مهندسی هیدرولیک از دانشگاه سیدنی غربی است. وی بنیان گذار و مجری طرح ملی تحقیقاتی معرفی تکنولوژی تسطیح لیزری اراضی زراعی به کشاورزان در ایران و همچنین مدیر پروژه تحقیقاتی بین المللی مدیریت پایدار اراضی حاشیه‌ای خشک (SUMAMAD) در منطقه گربایگان فسا است.

آقای دکتر از سوابق اجرایی و علمی خود برای مخاطبان ویژه‌نامه بفرمایید.

بنده عضو جهاد سازندگی فارس بودم و در قسمت کمیته آب فعالیت می کردم. در سال ۶۵ برای ادامه تحصیل و اخذ مدرک فوق لیسانس عازم هلند شدم. در سال ۶۷ به ایران برگشتم و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع

استان فارس شدم. سال ۷۱ برای تحصیل در مقطع دکترا به دانشگاه سیدنی غربی رفتم. بعد از بازنشستگی از مرکز تحقیقات، عضو هیئت علمی دانشگاه شدم.

ایده تسطیح لیزری اراضی به چه صورت شکل گرفت؟

ما در ایران سالانه ۶ میلیون هکتار اراضی زراعی داریم که باروش سطحی- سنتی آبیاری می شود. متأسفانه این روش بازدهی بسیار کمی دارد. به این معنا که از هر ۱۰۰ لیتر آبی که از منبع گرفته می شود، فقط ۳۰ یا ۴۰ لیتر آن مورد استفاده گیاه قرار می گیرد. دلایلی مانند سیستم انتقال آب، طراحی غیر علمی سیستم سنتی آبیاری سطحی، کوچک بودن قطعات زراعی و از همه مهم تر ناهموار بودن زمین های زراعی، باعث ناکارآمد

شدن آبیاری سطحی- سنتی می شود. ناهمواری باعث می شود توزیع یکنواخت آب در سطح زمین را نداشته باشیم. مثلاً در قسمت های مرتفع آب به گیاه نمی رسد و در قسمت های پست تبدیل به اراضی ماندآبی می شود و گیاه رشد مطلوب را ندارد. هم چنین تسطیح باروش های قدیمی به دلیل سنگین بودن وسایل به کار گرفته شده، باعث کوبش خاک و فرسایش آن می شود. پس ما برای استفاده بهینه از نهادهای کشاورزی مثل آب، خاک و حتی کودهای شیمیایی نیاز به تسطیح دقیق اراضی زراعی داریم. و این امر جز با به کارگیری لیزر امکان پذیر نمی باشد.

ساز و کار تسطیح لیزری به چه صورت است؟

ما سیستم های لیزری را روی یک «لولر» نصب می کنیم. این دستگاه کنترل خاکریزی و خاکبرداری را با سیستم الکترولیزری انجام می دهد. در این فرآیند خطا به زیر ۲۰ میلی متر می رسد.

آیا این کار در بهره‌وری آبیاری و مراحل کاشت و برداشت تأثیر دارد؟

بله، قطعاً تأثیر دارد. طبق مطالعاتی که هم ما انجام داده ایم و هم در دانشگاه هایی مثل تربیت مدرس و شیراز انجام شده است، به افزایش بازدهی آبیاری و عملکرد محصول رسیده ایم. نتایج نشان داده است که حدود ۲۱ درصد صرفه جویی در مصرف میزان آب و حداقل ۱۸ درصد افزایش عملکرد داشته ایم.

به جز مواردی که گفته شد از دیگر مزیت های استفاده از لیزر برای تسطیح به چه مواردی می توان اشاره کرد؟

ما در روش های قدیمی، از ماشین آلات فوق العاده سنگین استفاده می کردیم. این دستگاه ها جز آثار نامطلوبی که بر فیزیک خاک می گذاشت به شدت هزینه بر بود. در صورتی که این دستگاه را روی



تراکتورهای معمولی که در ایران هم بسیار تولید می شوند، می توان نصب کرد. هم چنین این روش در قطعات بسیار کوچک زمین ها بازدهی دارد. یادگیری این روش برای کشاورزان بسیار آسان است. به طوری که کودکی ۱۲ ساله که رانندگی با تراکتور را بلد بود توانست در دشت سروستان زمینی ۱۲ هکتاری را تسطیح کند. از بسیاری روش های قدیمی در شب نمی توان استفاده کرد ولی این فناوری در شب هم قابل اجرا است. دیگر اینکه استفاده از این تکنولوژی محدودیت مکانی ندارد و در هر جایی از این کشور که زمین زراعی باشد، کاربری دارد.

در کدام کشورها از این روش بهره گرفته اند؟

در کشورهای اطراف ما مثل هند، پاکستان و عراق نیز از این روش استفاده می کنند و نتیجه های مثبتی دریافت کرده اند.

توجه و حمایت های سازمان ها و ارگان های مرتبط مانند وزارت صنایع و



یک واحد تسطیح لولر لیزری مدل رینولدز ساخت کشور امریکا



دستگاه مولد اشعه لیزر



نمای مزرعه تسطیح لیزری شده در منطقه سروستان



نمای مزرعه گندم تسطیح لیزری شده (مزرعه شکل ۳) در منطقه سروستان



پروژه تحقیقاتی بین‌المللی «مدیریت پایدار اراضی حاشیه‌ای خشک» (SUMAMAD) در منطقه گریباگان فسا

دکتر منصور اسفندیاری بیات مدیر پروژه تحقیقاتی بین‌المللی «مدیریت پایدار اراضی حاشیه‌ای خشک» (SUMAMAD) در منطقه گریباگان فسا بوده است. این پروژه با همکاری سازمان یونسکو و دانشگاه سازمان ملل به مدت ۵ سال از ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ با اعتباری بالغ بر ۱۰۰,۰۰۰ دلار به اجرا درآمده است و شامل ۸ طرح تحقیقاتی کاربردی می‌باشد. جزئیات طرح‌های تحقیقاتی فوق و نتایج بدست آمده از آنها در گزارش نهایی پروژه که توسط سازمان یونسکو در سال ۲۰۱۴ به چاپ رسیده است آورده شده است (این گزارش در سایت سازمان یونسکو قابل دسترسی می‌باشد). با توجه به بحران جدی آب در کشور در پی نابودی سفره‌های آب زیرزمینی در دشت‌های کشور نتایج بدست آمده از انجام پروژه فوق می‌تواند از طریق تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیلاب از نابودی آب‌های زیرزمینی در دشت‌ها جلوگیری نموده و از طریق احیای پوشش مرتعی، جنگلی و کشت گیاهان دارویی در اراضی منابع مختلف در آذربایجان را برای ساکنین مناطق خشک فراهم نماید. طبق توصیه‌های سازمان یونسکو نتایج بدست آمده از پروژه فوق می‌تواند به عنوان یک الگو و مدل موفق جهت احیای مناطق خشک در ایران و سایر کشورها مورد استفاده قرار گیرد. پروژه فوق هم‌زمان در ۱۰ کشور دیگر به انجام رسیده و نتایج بدست آمده در گزارش نهایی چاپ شده موجود می‌باشد.

جهاد کشاورزی به این موضوع چقدر بوده است و آیا در صدد ترویج آن هستند؟

حدود ۱۵ سال پیش که طرح را به وزارتخانه ارائه کردیم، خوشبختانه به من اعتماد کردند و حدود ۲۰۰ میلیون تومان برای شروع این کار در اختیار من قرار دادند و ما کار را با نمونه‌ای که از یک شرکت استرالیایی وارد کرده بودیم، آغاز کردیم. یعنی می‌توان گفت تنها تکنولوژی‌ای که در طول تاریخ عمر وزارت کشاورزی به سرعت پذیرفته شد، لیزر بود. هم‌چنین با همکاری صنایع الکترونیک شیراز توانستیم این تکنولوژی را بومی‌سازی کنیم و از ورود دستگاه‌های خارجی جلوگیری کنیم. کشاورزان زمانی که نتیجه اولیه کار را دیدند، اقبال بسیار گسترده‌ای به این تکنولوژی داشتند. یعنی در زمینه ترویج و گسترش آن هیچ مشکلی تاکنون نداشته‌ایم.

تأثیر به کارگیری این تکنولوژی بر محیط زیست چگونه است؟

ما قطعاً اگر آب کمتری مصرف کنیم، کمک بزرگی به محیط زیست کرده‌ایم. به این صورت که با جلوگیری از نشت آب به آب‌های زیرزمینی، به آلوده نشدن آب‌های زیرزمینی کمک کرده‌ایم. مورد دیگر وجود هرز آب سطحی است. این هرز آب‌ها از طریق زهکش‌ها به رودخانه‌ها سرریز می‌شوند و باعث آلودگی آب‌ها می‌شوند. اما تسطیح اراضی باعث می‌شود این هرز آب‌ها پدید نیایند. به طور کلی ما بستر را برای زراعت و باغداری آماده می‌کنیم که این موضوع باعث

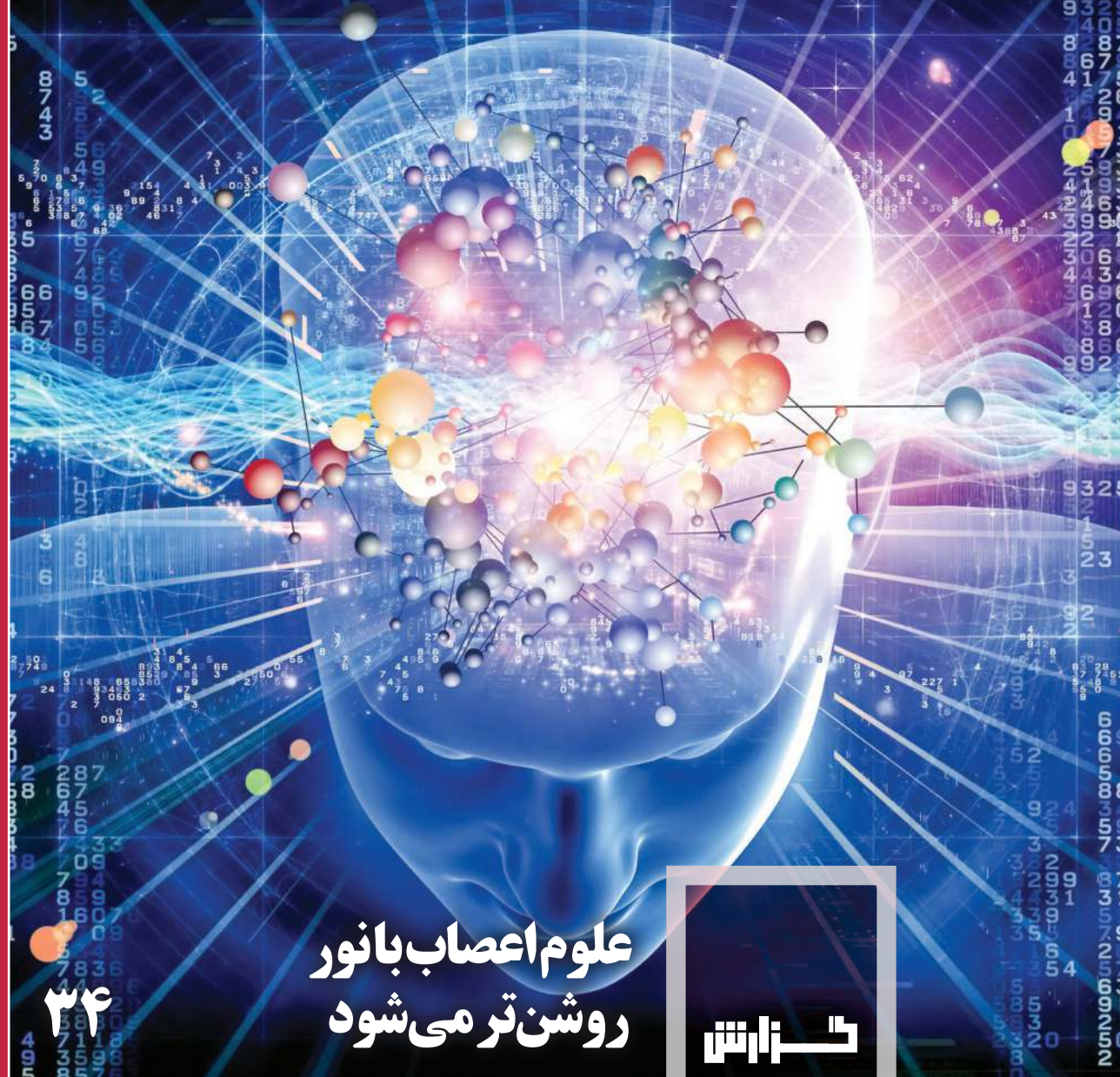
تثبیت خاک‌ها و بیابان زدایی و جلوگیری از ریزگردها می‌شود.

لیزر در کدام قسمت‌های دیگر کشاورزی کاربرد دارد؟

ما از لیزر در مسیریابی، کانال‌های آبیاری، شبکه‌های آب‌رسانی، احداث زهکش‌ها، تعیین شیب دقیق کانال‌ها و لوله‌گذاری هم استفاده می‌کنیم. لیزر روی بولدورها و بیل‌های مکانیکی نصب می‌شود. هم‌چنین در راه‌سازی برای تعیین شیب جانبی جاده کاربرد دارد.

چقدر فناوری‌های نوین می‌توانند راه‌گشای مشکلات اقتصادی در کشاورزی باشند؟

به طور مثال در به کارگیری تکنولوژی لیزر، تا کنون ۷۰۰ واحد سیستم تسطیح لیزری توسط بخش خصوصی تولید و در بخش کشاورزی به کار گرفته شده است و ۷۰۰۰۰۰ هکتار از اراضی زراعی کشور با هزینه‌ای بالغ بر ۲۸۰۰ میلیارد ریال تسطیح لیزری (دقیق) شده است. حدود ۲۰۰۰ نفر در صنعت تسطیح لیزری در سطح کشور مشغول به کار شده‌اند و مبلغ ۱۳۰۰ میلیارد ریال توسط بخش خصوصی در صنعت تسطیح لیزری سرمایه‌گذاری شده است. هم‌چنین برخی از شرکت‌های دانش‌بنیان تولیدکننده سنسورهای لیزری و کنترل باکس هستند که تا ۸۰ درصد تولیدات خود را به کشورهایی مانند آذربایجان، پاکستان و چین صادر می‌کنند. تمام این مجموعه نقش بسیار بزرگی در اقتصاد دارند.



علوم اعصاب بانور روشن‌تر می‌شود

۳۴

گزارش
REPORT

اندیشه‌های نوین لیزر در پزشکی

۱۶

علوم اعصاب بانور روشن‌تر می‌شود

۲۰

گزارشی از یازدهمین کنگره لیزر در پزشکی ایران

اندیشه‌های نوین لیزر در پزشکی

مرضیه سادات حافظی
mhafezi.slpm@gmail.com

**قسمتی از پیام برگزارکنندگان
یازدهمین دوره کنگره لیزر
در پزشکی انجمن علمی
پزشکی ایران:**

یازدهمین کنگره کشوری انجمن علمی پزشکی لیزر ایران با شعار [لیزر در پزشکی نوین] در حالی آغاز می‌گردد که پیشرفت‌های استفاده از لیزر در تمامی عرصه‌های پزشکی بسیار گسترده‌می‌باشد. نقش لیزر روی سلول‌های بنیادی، روش‌های استفاده از لیزر در ترمیم غضروف، لیزرهای تشخیصی، روش‌های جدید استفاده از لیزر در علوم پزشکی همگی گواه نسل تازه‌ای از تغییرات در این علم بی‌نهایت می‌باشد.

«در جهان کنونی وعصر حاضر بشر همواره به‌دنبال یافتن فناوری‌های جدید و دانش نوین در جهت بهبود کیفیت زندگی خود بوده و گستره این تلاش در تمامی علوم خصوصاً علوم پزشکی دیده می‌شود. پزشکی لیزری و کاربردهای بالقوه و بالفعل آن در طب نقش مهمی را در عرصه فوق‌جهت‌نیل به خواستگاه سلامت بشری بازی کرده و توانایی‌هایی دارد که با کشف آن‌ها قابلیت آن را دارد که بتواند بسیار مؤثرتر و کم‌عارضه‌تر ظاهر شود.

لیزر جوابی بود برای سوال‌هایی که هنوز به اذهان بشری خطور نکرده بود ولیکن با فزونی دانش بشر در این حیطه، آهسته آهسته این سؤال‌ها برای این توانمندی بزرگ مطرح و رفته رفته کاربردهای پزشکی ناب در بحث تشخیص و درمان برای آن دست‌یافتنی می‌گردد.

رشد و تعالی یک اندیشه نو در پشت در ب‌های بسته قطعاً اتفاق نخواهد افتاد و به‌طور حتم یکی از ارکان



این بالندگی تعامل و همکاری بین اندیشه‌های نو با یکدیگر است.

آنچه بیان‌شد سخنان دکتر رضا فکر آزاد رییس انجمن علمی پزشکی لیزر ایران است. انجمنی که در روزهای ششم تا هشتم دی‌ماه امسال

به‌دلیل برنامه یازدهمین همایش سالانه این انجمن با عنوان «لیزر در پزشکی نوین» روزهای بسیار پرکار و پرباری را گذارنده است. این همایش با برگزاری چندین پنل متفاوت از جمله پنل فیزیک پزشکی لیزری، لیزر در جراحی، زیبایی لیزر در طب داخلی، تکنولوژی‌های نوین در لیزر پزشکی، لیزر در تحقیقات و چالش‌های پیش روی لیزر پزشکی

در ایران و کارگاه‌های متنوع انجام شده است.

پنل اول:

آغازگر این همایش پنل فیزیک بود که در ۵ عنوان با مباحث درمان سرطان با اثر حرارتی لیزر، نسل‌های جدید لیزرهای فایبر در حوزه پزشکی، شبیه‌سازی لیزر، استفاده از لیزر در تشخیص و درمان همزمان و به‌کارگیری چیدمان طیف‌سنجی لیزری بازتابی به‌منظور تشخیص بافت سرطانی ارائه شد. این پنل نشان داد که حضور متخصصان فیزیک در زمینه لیزر پزشکی می‌تواند نه تنها در ساخت لیزرهای مناسب برای استفاده در حوزه پزشکی بلکه در زمینه گسترش تحقیقات و ورود به مباحث جدید سهم پررنگی را داشته باشد.

افتتاحیه:

در افتتاحیه این رویداد دکتر فکر آزاد رییس انجمن پزشکی لیزری و برگزارکننده این همایش به سخنرانی پرداخت و به بزرگداشت بزرگان عرصه دانش لیزر و پزشکی پرداخت. وی از دکتر علی



جوان مخترع اولین لیزر گازی جهان و خدمات ارزنده وی به دنیای دانش و دکتر یلدا که در یلدای امسال دارفانی را وداع گفت یاد نمود. دکتر فکر آزاد در این سخنرانی، نمایش تأثیرگذار از بخش‌هایی از زندگانی، فعالیت‌های علمی و خدماتی و فرازهایی از سخنان ارزشمند این بزرگان ارائه نمود. در بخش‌های مختلف افتتاحیه آقای دکتر مصطفی کواکبیان نماینده مجلس شورای اسلامی، دکتر حسن نبوی رییس مرکز ملی لیزر ایران و پروفسور مسلم بهادری استاد دانشگاه علوم پزشکی تهران و رییس دفتر ارتباط با دانش‌آموختگان این دانشگاه سخنرانی نمودند.



پروفسور بهادری از لیزر پزشکی به‌عنوان یک رشته مدرن نام بردند که خدمات زیادی به دانش پزشکی ارائه می‌دهد خدماتی مانند

در بخش نمایشگاهی این همایش شرکت‌های مختلف عرضه‌کننده لیزرهای پزشکی محصولات و خدمات خود را در معرض دید علاقه‌مندان قرار داده بودند. در گفتگو با مسئولین غرفه‌ها بحث توجه به آرایه خدمات مناسب و براساس استاندارد به گونه‌ای که یک دستگاه وارداتی لیزر بعد از تعمیر از نظر فنی و عملکرد، درست در حالت اولیه قرار بگیرد مطرح شد در بعضی موارد حضور متخصصان و مسئولان فنی و برخی شرکت‌ها نیز به‌کارگیری دستگاه‌های کالیبراسیون دقیق که معمولاً ساخت شرکت سازنده دستگاه لیزر است را برای آرایه خدمات این‌چنینی مطرح کردند. به نظر می‌رسد این از مواردی است که نیاز دارد استفاده کنندگان از دستگاه‌های وارداتی و خدمات آن آگاهی و دانش لازم را داشته باشند و نظارت‌های لازم در این زمینه انجام گیرد. از طرفی تولیدکنندگان داخلی لیزرهای پزشکی نیز، اغلب دارای ظرفیت تخصصی بالا و صلاحیت قابل توجه علمی در این زمینه هستند.

دکتر نبوی در سخنرانی خود در این همایش به توانمندی متخصصان مرکز ملی لیزر در ساخت انواع لیزرهای دارای کاربرد پزشکی (به‌جز لیزر CO2) مانند لیزرهای حالت جامد و دیودی اشاره کرد.



.....

دکتر فکر آزاد، تلاشی که هشت سال پیش برای تشکیل انجمن دندانپزشکی شروع شد الان منجر به این شده که به استناد مقالات، مادر منطقه حرف اول را می‌زنیم. در مورد انجمن پزشکی لیزری هم همینطور است، الان در جایگاه هشت سال پیش انجمن دندانپزشکی هستیم و باید با تلاش انجمن را تقویت کنیم. الان کانال تلگرام انجمن ۹۰۰ عضو دارد. برای عضو گیری نیاز به راهکار داریم.

.....

هر سال تعداد بسیار کمی پزشک به حوزه پزشکی لیزری وارد می‌شوند. ما ابتدا باید از همکاران خود شروع کنیم و آن‌ها را ترغیب به ورود به این حوزه نماییم. یک راه اطلاع عموم مردم از کاربردهای لیزر و درخواست از پزشکان برای استفاده از آن است. باید آموزش و اطلاع‌رسانی در سطح جامعه داشته باشیم. زمانی که درخواست عمومی زیاد شود پزشک در صحنه هم زیاد می‌شود.



دکتر نبوی رییس مرکز ملی لیزر ایران در سخنانی کوتاه ضمن یادآوری تلاش‌های انجام شده از طرف مرکز ملی لیزر برای تأسیس و توانمندسازی شرکت‌ها و استارت‌آپ‌های حوزه لیزر با تشکیل مرکز نوآوری لیزر، خواستار حمایت نهادهایی مانند مجلس شورای اسلامی از شرکت‌ها و تولیدکنندگان داخلی حوزه لیزر خصوصاً با تأمین منابع مورد نیاز آن‌ها شد. پیامی که به‌زعم ایشان می‌توان از طریق این همایش و توسط انجمن پزشکی لیزری به گوش مسئولان رساند.

پنل نهایی:

در روز نهایی این کنگره نیز پنل پایانی با عنوان «چالش‌های پیش روی لیزر پزشکی در ایران» به طرح سه موضوع مهم در حوزه لیزر پزشکی پرداخت؛ آموزش، مقررات و درمان. این پنل با حضور دکتر مجدآبادی، دکتر بایرامی، دکتر صراف زاده، دکتر لاری‌پور، دکتر عزتی، دکتر میراحمدی، دکتر خرسند، دکتر شجاع‌الدین و دکتر کیانفر انجام شد. با توجه به مشکلات موجود در استفاده از لیزر در حوزه درمان و زیبایی از جمله آسیب‌های زیادی که متوجه افراد شده است، در پنل پایانی بیشتر گفتگوها حول موضوع آموزش و مقررات بود. برخی از صاحب‌نظران این پیشنهاد را عنوان کردند که برای حل مشکلات موجود در استفاده از لیزر، مباحث لیزر باید به متون آموزشی پزشکی وارد شود. چالش مطرح شده بر این پیشنهاد این بود که حتی با ورود مباحث لیزر به سرفصل‌های آموزشی این مشکل وجود خواهد داشت که متون آموزشی خیلی دیر به دیر به روز می‌شوند. پس این سؤال مطرح می‌شود که آموزش‌های به روز را چه کسی باید به عهده بگیرد؟ بحث آموزش‌های مدون و

مداوم وجود دارد. این آموزش‌ها در قالب سمینارها، کارگاه‌ها و دوره‌های کوتاه مدت حرفه‌ای دیده شده است. وزارت بهداشت مجوز برگزاری این دوره‌ها و امتیاز بازآموزی را در اختیار انجمن‌ها قرار داده است. بیشتر افراد حاضر در پنل با فعال شدن انجمن علمی پزشکی لیزری در بحث آموزش موافق بودند و آن را راهکاری مناسب برای خروج از مشکلات فعلی دانستند. حال این سؤال مطرح است، اگر کسی این دوره‌ها را گذراند شایستگی اجرای درمان را دارد؟ از طرفی وزارت بهداشت استاندارد خدمات را تعریف کرده و می‌گوید کسی اجازه ارائه خدمات را دارد که مورد تأیید وزارتخانه باشد و استاندارد خدمات در مورد او صدق کند. دکتر صراف زاده پیشنهاد دادند که انجمن لیزر پزشکی در این حوزه قوی وارد شده و در تدوین استاندارد‌ها مشارکت نماید. یک بحث در مورد استاندارد خدمات، هم‌پوشانی خدمات در حوزه‌های مختلف است که با شفاف‌سازی باید برطرف شود. از طرفی تخلفات در خدمت و ورود افراد غیرپزشک و بدون تخصص با نقش نظارتی انجمن‌ها نیز قابل برطرف شدن است.

در پنل پایانی برای کم بودن استقبال پزشکان از شیوه‌های لیزری در پزشکی و درمان دو دلیل مطرح شد، نخست اینکه شیوه‌های رایج درمانی برای پزشکان کافی بوده و احساس نیاز به شیوه‌های جدید ندارند و دومین دلیل اینکه، پزشکان به این شیوه‌ها و تکنولوژی‌های جدید اعتماد ندارند. دکتر کیانفر یکی از پزشکان فعال در بخش فناوری سلامت که از سال ۹۰ در وزارت بهداشت حضور دارد عنوان نمود: «در سال ۹۰ نقشه راه لیزر پزشکی توسط تیمی متشکل از صاحب‌نظران نوشته شد. ولی آنگونه که انتظار داشتیم عملیاتی نشد.» وی با اشاره به مباحث مطرح شده، این سؤال را عنوان کرد که چگونه می‌شود عضو گیری کرد؟ راه حل ایجاد آموزش عمومی و شناخت است. چند درصد از جامعه پزشکی اطلاع دارند که لیزر در حوزه‌های مختلف می‌تواند به کار برود؟ عموم مردم تا چه حد



اطلاع دارند که لیزر در درمانشان مؤثر است؟ اطلاع افراد در حد حوزه زیبایی، کمی فیزیوتراپی و به‌طور خیلی ویژه چشم‌پزشکی است. در سایر حوزه‌ها واقعاً افراد جامعه اطلاع ندارند تا خواسته خود را با پزشک مطرح کنند. مسأله دیگر وجود جوی است که پزشکان عمومی را برای ورود به حوزه پزشکی لیزری منع می‌کند. راهکار چیست؟ لیزر یک بحث کاملاً بین رشته‌ای است.

در پایان مطرح شد علی‌رغم تمام مشکلاتی که وجود دارد امکان ایجاد یک همکاری امیدبخش بین‌بخشی برای پیشبرد کارها، ورود ستاد توسعه فناوری‌های لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری به موضوع لیزر وجود دارد. به‌عنوان مثال از مقدمات انجام شده تغییر و جای‌گیری سرفصل‌های آموزشی لیزر در تمامی رشته‌های پزشکی است و برنامه‌های کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت از سوی ستاد دیده شده است. بحث تولید لیزر هم از مواردی است که در وزارتخانه در حال پیگیری است. یکی دیگر از فعالیت‌های ستاد، آموزش در سطح دانش‌آموزی ست. با نگاه ملی که دوستان در ستاد دارند ان‌شاءالله بسیاری از مشکلات حل خواهد شد.

.....

دکتر فکر آزاد، از نظر من مطالبه از حد گذشته، متأسفانه لیزر به ابزار تبلیغی تبدیل شده و اکاذیبی مانند: دیسک کمر با لیزر به راحتی درمان می‌شود، کاشت موبدون درد و خونریزی بالیزر، ترک سیگار با لیزر در حال نشر است. خیلی از پزشکان با وجودی که از لیزر استفاده می‌کنند اطلاعات کافی در مورد خود لیزر و ایمنی آن ندارند.



علوم اعصاب با نور روشن تر می شود

● نجمه السادات حسینی مطلق

hosseinimotlagh@gmail.com



روش اپتوژنتیک در جهت پیدا کردن مکانیسم کامل عملکرد مغز به موازات روش های دیگر پیش می رود.

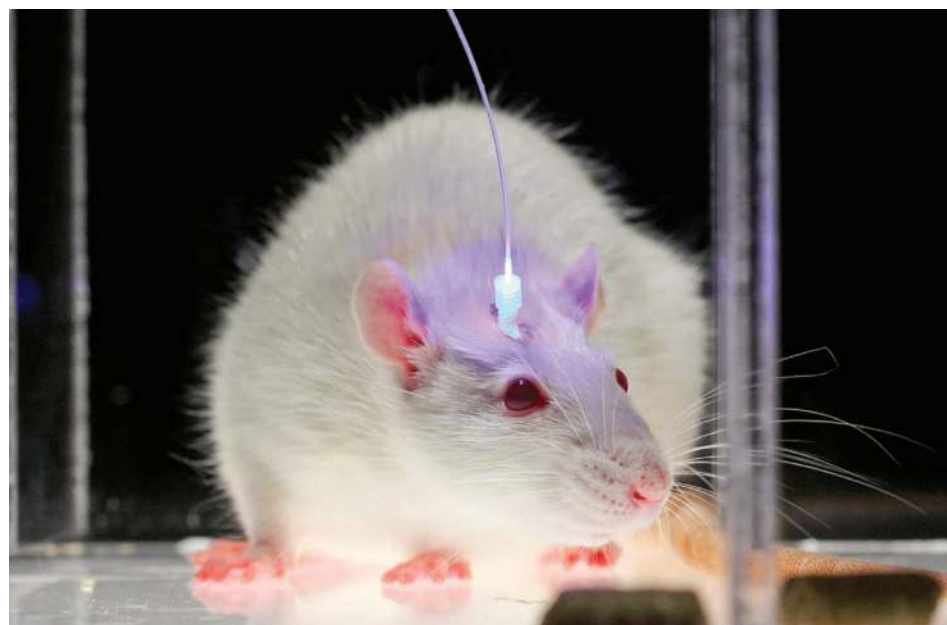
دومین کارگاه اپتوژنتیک که در دانشگاه شهیدبهشتی برگزار شد بهانه ای بود تا به سراغ این رشته جدید و پرتاثیر در حوزه لیزر پزشکی رفته و آشنایی مختصری از آن به دست آوریم. روش اپتوژنتیک در سال ۲۰۱۶ به عنوان یکی از ۱۰ روش برتر در دنیا معرفی شد و ابزاری است که در مطالعات علوم اعصاب به متخصصان در این زمینه کمک می کند تا بتوانند شناخت بهتری از سیستم های عصبی داشته باشند. همان طور که از نام این روش مشخص است از ترکیب دو مبحث اپتیک و ژنتیک تشکیل شده است که می توانند با اقداماتی که بر روی ژنتیک سلول های عصبی انجام می شود، نورون یا همان سلول های عصبی را به کمک نور تحریک و

کنترل کنند. سلول های عصبی در حالت طبیعی به نور حساس نیستند بنابراین با استفاده از تکنیک های ژنتیکی، یکسری کانال پروتئینی حساس به نور به نام پروتئین «پسینی» در سیستم عصبی ایجاد شده که با استفاده از ابزارهای فیبر نوری با قابلیت کاشت در مغز حیوان، نور لیزر به ناحیه مورد نظر مغزی رسانده می شود. با اعمال پالس های لیزری در طول موج مشخص، کانال های یونی حساس به نور ایجاد شده در سیستم عصبی به نور پاسخ می دهند که در اثر این پاسخ، یکسری از کانال های یونی باز و یا بسته می شوند. بنابراین تغییرات غلظت یونی در درون و بیرون سلول

عصبی منجر به ایجاد سیگنال عصبی خواهد شد. در گذشته از روش هایی مانند روش الکتروفیز یولوژی استفاده می شد. در این روش از یک الکتروود یا به عبارت دیگر از الکترون ها برای ثبت سیگنال های عصبی و یا تحریک آن ها استفاده می شود. ولی در روش اپتوژنتیک از نور یا به عبارت دیگر از فوتون برای ثبت و تحریک سیگنال های عصبی استفاده می کنیم. به این ترتیب الکتروفیز یولوژی به عنوان یک روش طلایی و اپتوژنتیک به عنوان یک ابزار تکمیلی برای مطالعات علوم اعصاب نام برده می شود. زیرا روش های نوری در مقایسه با روش های الکتریکی و دارویی به دلیل برخورداری از سرعت، دقت بالاتر و آسیب رسانی کمتر، ابزار مناسب تری در مطالعات علوم اعصاب به شمار می روند.

برای اولین بار کریک فرانسیس^۱ برای توجیه تئوری عمومی ذهن به این نتیجه رسید که باید به دنبال روشی بود تا به وسیله آن بتوان نورون های موجود از یک نوع را غیر فعال کرد بدون آنکه فعالیت سایر نورون ها تغییر کنند. دستکاری و یا تحریک الکتریکی خارج سلولی نمی تواند ابزار مناسبی باشد چون علی رغم دقت زمانی بالا، با آن نمی توان فقط یک نوع نورون خاص را تحریک کرد و در اثر تحریک، فعالیت طیفی از سلول ها تغییر می یابد. به روش فارماکولوژیک و ژنتیکی می توان

1 Crick Francis



فعالیت یک نوع سلول خاص را تغییر داد بدون آنکه باقی انواع دیگر سلول ها دستخوش تغییر شوند، اما این روش ها قادر نیستند در یک مقطع زمانی مشخص ارسال سیگنال و فعالیت سلولی را کنترل کنند؛ به عبارتی فاقد دقت زمانی بالا هستند. بنابراین نیاز به یک تکنولوژی جدید که بتواند دقت زمانی بالایی داشته باشد و فقط یک نوع سلول را بتوان با آن کنترل کرد شدیداً احساس می شد. تا اینکه تکنیک اپتوژنتیک برای این منظور ابداع گردید. اپتوژنتیک روش مناسبی برای مشاهده تغییرات الکتروفیز یولوژی، کارکردی و رفتاری بعد از تحریک نوری است. واژه اپتوژنتیک توسط دیسروث^۲ در سال ۲۰۰۶ به کار گرفته شد. تا سال ۲۰۰۷ این تکنیک بیشتر در محیط برون تن مورد استفاده بود، اما بعد از آن با اختراع واسطه های فیبرهای اپتیکی-عصبی تأثیر اپسین های باکتریایی در رفتار حیوانات سالم و در حال حرکت قابل انجام شد. از آن زمان به بعد کاربرد اپتوژنتیک به سرعت برای بررسی مدارهای عصبی، بیماری های مغزی و سیستم های غیرعصبی مانند سلول های بنیادی، بافت قلبی و عضله اسکلتی توسعه یافت.

با توجه به اینکه در این روش هم بحث زیست شناسی و علوم اعصاب و هم حیطه مهندسی مطرح است گروه های فارماکولوژی، علوم اعصاب، زیست شناسی،

2 Diesseroth



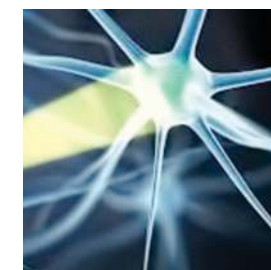
به خاطر اهمیت این تکنیک در بسیاری از تحقیقات پزشکی-زیستی این فناوری به عنوان «روش منتخب سال» در سال ۲۰۱۰ توسط Nature Methods معرفی شد.



برق، مکانیک و فیزیک در آن فعال هستند. در این روش یک سؤال مهم این است: آیا روش اپتوژنتیک به صورت مستقیم می تواند بر روی درمان بیماری های انسان مفید باشد؟ پاسخ این پرسش خیر است! زیرا در این روش از تغییرات ژنتیکی استفاده می شود و نمی توان این روش را برای انسان استفاده کرد. هرچند تاکنون آزمایش هایی برای درمان بیماری نارسایی قلبی، نابینایی و ناشنوایی صورت گرفته، اما این روش تا به حال برای کلینک ها مجوز استفاده کسب نکرده است. با این روش می توان الگوهای بیماری هایی که در علوم اعصاب و علوم شناختی مطرح است را به دست آورده و بعد از دستیابی به الگوی بیماری درمان آن را پیگیری کرد. در بحث علوم شناختی، این روش تمام علوم شناختی را در بر می گیرد به شرطی که بتوان شبکه های عصبی را با دقت فضایی و زمانی بالایی مورد مطالعه قرار داد. نور در اینجا این امکان را فراهم می سازد که یک شبکه نورونی با دقت بسیار بالا مورد مطالعه قرار گرفته و الگوهای با دقت بالا از بیماری ها به دست آید.

اپتوژنتیک در ایران

گروه اپتوژنتیک دانشگاه شهید بهشتی برای اولین بار در ایران این روش را بومی سازی کرده است و از لحاظ ساخت تجهیزات همکاری های بین المللی با کشورهای آلمان، ایتالیا و پرتغال دارد و در حال حاضر دانشگاه هایی چون تربیت مدرس و خواجه نصیر نیز به تازگی شروع به استفاده از این روش کرده اند. پروژه های متعددی در این زمینه در حال حاضر در ایران در حال پایه گذاری و انجام است؛ به طور مثال در بخش اپتوژنتیک دانشگاه شهید بهشتی پروژه درمان بیماری به صورت مدار بسته انجام می شود. عبارت مدار بسته به این معناست که بتوان اطلاعات عصبی را از یک بیماری دریافت کرده و با پردازش داده هایی که از آن بیماری وجود دارد (پاسخ های عصبی) نور را از بهترین زاویه به مغز تابانده و در نتیجه آن شبکه نورونی که درگیر بیماری است کنترل شود. برای مثال از این روش می توان در درمان بیماری هایی چون صرع،



تا سال ۲۰۰۷ این تکنیک بیشتر در محیط برون تن مورد استفاده بود اما بعد از آن با اختراع واسطه های فیبرهای اپتیک-عصبی تأثیر اپسین های باکتریایی در رفتار حیوانات سالم و در حال حرکت قابل انجام شد.

اعتیاد و پارکینسون استفاده کرد. این روش اکنون روی حیوانات بررسی می شود که توسعه یک سری ابزارهای جدیدی را می طلبد. در کنار این فعالیت ها این گروه با همکاری مرکز تحقیقات علوم اعصاب پروژه هایی در بحث علوم اعصاب انجام و بر روی دسته ای از بیماری ها مانند اتیسم کار می نماید. همچنین مطالعات شبکه نورونی در حال انجام است و بحث ایجاد نورون هایی در مغز که بتوانند دوباره خودسازی انجام دهند یا به عبارت دیگر باز تولید در مغز انجام شود دنبال می گردد. این کار می تواند باعث تقویت یادگیری با روش اپتوژنتیک شود. همچنین با تغییرات ژنتیکی، یک سیستم نورونی فعال یا خاموش و با فرمان نوری به آن دوباره فعال می شود. روش اپتوژنتیک در دنیا ابزار بسیار کارآمدی است و مطالعات زیادی روی آن انجام می شود، که نتایج آن می تواند در درمان بیماری های عصبی که تا به حال با روش های دارویی یا الکتروفیزیولوژی محقق نشده بود، به کار گرفته شود. در ایران نیز خوشبختانه گام های بسیار خوبی در حال برداشته شدن است و تلاش های چشمگیری تا کنون انجام گرفته؛ از طرفی روز به روز به علاقه مندان این فناوری افزوده می شود. این امر نوید بخش آن است که کشورمان ایران بتواند در آینده ای نه چندان دور، در منطقه و حتی دنیا به عنوان یکی از گروه های سرآمد در فناوری اپتوژنتیک بدل گردد.

با سپاس از دکتر اسماعیل زیبایی استادیار پژوهشکده لیزر و پلاسما دانشگاه شهید بهشتی که در ارائه این گزارش ما را یاری نمودند.



چشم انداز
VISION

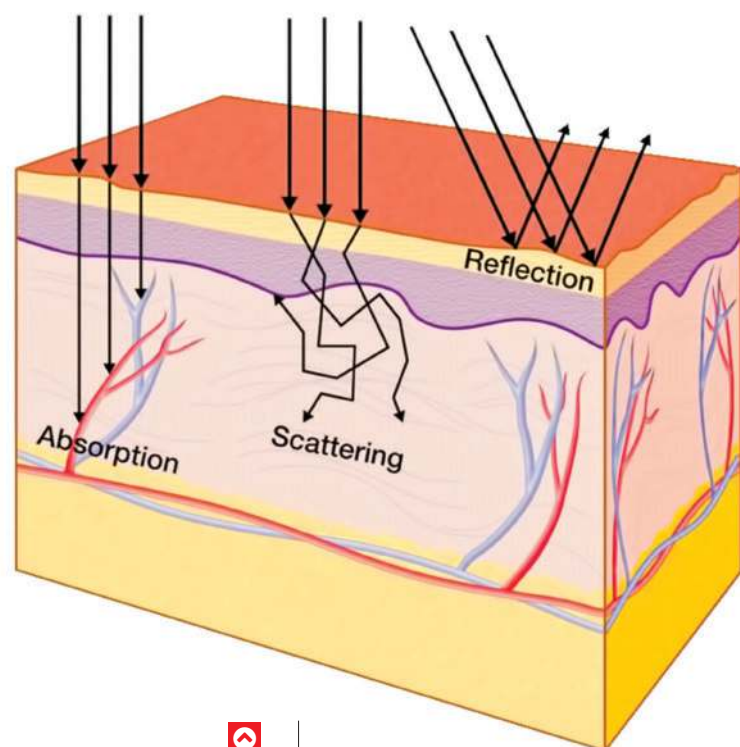
لیزر و رنگینه های برون زاد ۳۰

بازگشت به زیبایی، با طول موج طلایی

لیزر و رنگینه های برون زاد

وفاداری نوری (Light Fidelity)

آشکار سازی امواج گرانشی با تداخل سنج لیزری



پدیده‌های جذب، پراکندگی و بازتاب از سطح یک بافت زیستی

تابشی و غیرتابشی اتفاق می‌افتد. در پدیده تابشی، پس از جذب پرتو لیزر توسط بافت و به دلیل نوع عناصر شیمیایی تشکیل دهنده آن، فرآیند تولید پدیده فلورسانس از بافت ایجاد می‌شود. پدیده‌های دیگری مانند «فوتو شیمیایی»^۱، «فوتو گرمایی»^۲، «کندگی»^۳، «کندگی پلاسما»^۴ و «تخریب»^۵ نیز از انواع غیر تابشی جذب نور می‌باشند که هر یک از آن‌ها با توجه به ساختار مواد شیمیایی تشکیل دهنده بافت و ویژگی‌های پرتو لیزر ممکن است ایجاد شوند.

در برهمکنش پرتو لیزر با بافت‌های زیستی، فرآیندهای «بازتاب» و «شکست» پرتو نیز علاوه

- 1 Photochemical
- 2 Photothermal
- 3 Ablation
- 4 Plasma-induced ablation
- 5 Photo disruption

امروزه استفاده از نور لیزر به دلیل ویژگی‌های خاص آن در برهمکنش با بافت‌های زیستی و امکان انتخاب طول موج مناسب و همچنین قابلیت متمرکز نمودن پرتو به منظور دستیابی به شدت‌های مورد نیاز، باعث شده این فناوری در کاربردهای درمانی و تشخیصی حوزه‌های مختلف علوم پزشکی مورد توجه قرار گیرد.

در واقع آنچه که تمایل روزافزون پزشکان به استفاده از این فناوری در علوم پزشکی را موجب شده است، در فرآیندهای برهمکنش نور لیزر با بافت خواهیم یافت. فرآیندهایی که با توجه به تنوع سلول‌ها و بافت‌های زیستی و پاسخ متفاوت آن‌ها به نور دریافتی از پرتو لیزر باید مورد بررسی قرار گیرند. بنابراین پزشکان برای استفاده از لیزر جهت امور درمانی و یا تشخیصی باید با این فرآیندها آشنایی نسبی داشته باشند.

سلول‌های بیولوژیکی دارای طیف وسیعی از اندازه‌های مختلف در محدوده زیر میکرون تا حدود ۲۰ میکرون می‌باشند، در نتیجه ابعاد این ذرات می‌تواند کوچک‌تر از طول موج نور و یا خیلی بزرگ‌تر از آن باشند. پدیده‌های غالب در برهمکنش فوتون با ساختارهای سلولی که شامل پروتئین، ملانین، هموگلوبین و ... هستند، عبارتند از «جذب» و «پراکندگی»، که فرآیند جذب در این ساختارها به دو صورت فوتوفیزیکی و فوتوشیمیایی می‌باشد. فرآیندهای فوتوشیمیایی با توجه به پاسخ نوری مواد شیمیایی تشکیل دهنده سلول و همچنین در نظر گرفتن طول موج نور تابیده شده، به صورت پدیده‌های متفاوتی همچون فوتو اکسیداسیون، فوتو هیدراسیون، فوتوایزومریزاسیون و ... ایجاد می‌شوند. فرآیند جذب نور لیزر توسط بافت‌های زیستی علاوه بر ضریب جذب و ضریب پراکندگی بافت، به پارامترهای پرتو فرودی مانند طول موج و شدت باریکه لیزر نیز وابسته است.

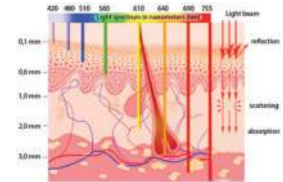
در فرآیند جذب پرتو لیزر توسط بافت دو پدیده

لیزرهای رنگینه‌ای برای درمان بیماری‌های پوستی

بازگشت به زیبایی، با طول موج طلایی

کاظم ایوبی

kazem_ayobi@yahoo.com



نمایش میزان عمق نفوذ پرتو در بافت‌های زیستی برحسب میلی‌متر در طول موج‌های متفاوت؛ در بافت‌های زیستی مواد جاذب نور شامل: آب، لیپیدها، اکسی‌هموگلوبین و دی‌اکسی‌هموگلوبین و ... بوده که مقدار و نوع ترکیبات تشکیل دهنده در هر یک از انواع بافت متفاوت است.

بر جذب و پراکندگی اتفاق خواهد افتاد. فرآیند بازتاب از یک بافت زیستی، بازتاب از سطح آن می‌باشد بنابراین هر چه زاویه برخورد پرتو لیزر نسبت به خط عمود بر سطح بافت بیشتر باشد، میزان بازتاب سطحی نیز بیشتر خواهد بود. به این ترتیب با کاهش زاویه برخورد پرتو و نزدیک شدن به تابش عمودی، درصد بیشتری از انرژی پرتو لیزر به درون بافت نفوذ می‌کند. بافت‌های زیستی از لحاظ اپتیکی دارای ساختار پیچیده بوده و محیط‌هایی به شدت پراکننده می‌باشند. تیرگی و عدم شفافیت بافت‌ها به دلیل پراکندگی‌های متوالی از ساختارهای مختلف تشکیل دهنده بافت می‌باشد. این ساختارها شامل مولکول‌های بزرگ، حوز‌های آبی درون بافت و ... می‌باشند. فرآیند پراکندگی پرتو در بافت‌های زیستی دارای سازوکارهای متفاوتی می‌باشد. در برخورد‌های الاستیک که فوتون تابیده و فوتون پراکنده شده هر دو دارای فرکانس یکسانی می‌باشند، با توجه به ابعاد عنصری که فوتون با آن‌ها برخورد می‌کند



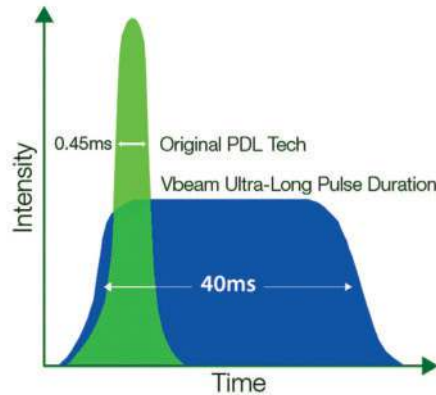
«پراکندگی رایلی»^۶ و یا «پراکندگی می»^۷ رخ می‌دهد. اگر اندازه عناصر پراکننده بزرگتر از طول موج پرتو لیزر باشد «پراکندگی می» اتفاق می‌افتد و در اندازه‌های کوچک‌تر از طول موج لیزر نیز «پراکندگی رایلی» غالب خواهد بود. البته نوع دیگری از پراکندگی که در مورد کلوئیدها و سوسپانسیون‌ها بررسی می‌گردد و به «اثر تیندال»^۸ معروف است نیز ممکن است در یک بافت زیستی دارای شرایط خاص، قابل توجه باشد. در برخورد‌های غیرالاستیک فوتون که فرکانس فوتون تابیده شده با فوتون پراکنده شده متفاوت است نیز انواع دیگری از پراکندگی مانند «پراکندگی رامان»^۹ و یا «پراکندگی بریلوئن»^{۱۰} مورد توجه می‌باشند. در سالیان اخیر پیشرفت‌های قابل توجهی در فناوری ساخت منابع لیزری، طراحی و ساخت سیستم‌های دقیق الکترونیکی کنترل کننده

- 6 Rayleigh scattering
- 7 Mie scattering
- 8 Tyndall effect
- 9 Raman scattering
- 10 Brillouin scattering

طول پالس و توان لیزر با طول موج‌های متنوع و شدت‌های متناسب با نوع کاربرد حاصل شده و ساخت دستگاه‌های مهندسی شده و قابل اعتماد در این حوزه، طیف وسیعی از لیزرهای با توان کم در کاربردهای درمانی^{۱۱} تا کاربرد لیزرهای پر شدت در درمان ضایعات پوستی و اعمال جراحی را به وجود آورده است. هر چند که در موارد بسیار نادر، درمان با لیزر به عنوان عامل محرک برای بروز عفونت‌ها یا ویروس‌های نهفته شناخته شده است ولی امروزه میزان مراجعه به پزشکان برای اهداف درمانی و زیبایی در کانادا، آمریکا و اروپا رو به فزونی است و با ورود این دستگاه‌ها به کشور ما نیز میزان مراجعه به پزشکان متخصص در این زمینه زیاد شده و علاوه بر ایجاد کاربردهای بسیار وسیع فناوری لیزر در پزشکی، فرصت‌های شغلی جدیدی را نیز به وجود آورده است.

منابع لیزری متفاوتی برای درمان ضایعات پوستی ساخته شده و هر یک از آن‌ها با توجه به طول موج‌های متفاوت و میزان انرژی خروجی که به صورت مد «پیوسته»، «پالسی» و «شبه پیوسته»^{۱۲} می‌باشد، در درمان ضایعه خاصی به کار گرفته شده‌اند. با وجود ساخته شدن لیزرهای گوناگون و اغلب به دلیل محدودیت در انتخاب طول موج‌های مناسب و همچنین عدم دسترسی به انرژی خروجی مناسب لیزر در مد پالسی، درمان برخی ضایعات پوستی طولانی شده و یا غیر ممکن بوده است. همچنین در طول درمان عوارض جانبی ناخواسته نیز در برخی موارد ظهور می‌کرد. یکی از منابع لیزری مورد استفاده در درمان بیماری‌های پوستی، لیزر آرگون با طول موج سبز - آبی با طول موج‌های ۵۱۴ و ۴۸۸ نانومتر است که در مد پیوسته کار می‌کند. لیزر شبه پیوسته Nd:YAG که در هارمونیک دوم خود طول موج ۵۳۲ نانومتر را تولید می‌کند نیز

- 11 Low Level Laser Therapy (LLLT)
- 12 Quasi-Continuous-Wave



از دیگر لیزرهای مورد استفاده در درمان ضایعات پوستی می‌باشد. لیزر کریپتون و لیزر بخار مس و IPL^{۱۳} نیز در سالیان گذشته جهت درمان استفاده می‌شده ولی به دلایلی که قبلاً به آن اشاره شد هر کدام از این منابع لیزری دارای عوارض جانبی می‌باشد که به عنوان نمونه می‌توان به جذب پرتو لیزر در ملانین، درم و یا اپیدرم اشاره نمود که باعث تغییرات رنگدانه‌ای و فیبروز پس از درمان برای افراد با پوست تیره می‌شود. ایجاد تاول، قرمزی دلمه و تورم نیز از دیگر عوارض جانبی می‌باشد. همچنین لیزرهای با فناوری تابش مداوم نور لیزر در مد پیوسته، سبب آسیب دیدن ساختارهای غیرعروقی پوست و در نهایت ایجاد اسکار می‌شدند، اما در سیستم‌های جدید که با تابش پالسی کار می‌کنند تخریب ایجاد شده محدود به عروق بوده و عوارض بسیار کمتر است.

لیزرهای رنگینه ای پالسی با پمپاژ فلاش لامپ که به PDL^{۱۴} نیز مشهورند، به دلیل اثر بخشی بهتر و طول زمان درمان کوتاه‌تر نسبت به دیگر لیزرهای مورد استفاده، در سالیان اخیر به یکی از مهم‌ترین لیزرهای مورد استفاده در حوزه درمان بیماری‌های پوستی تبدیل شده‌اند. لیزر PDL درمان استاندارد برای لکه خال شرابی^{۱۵} بوده و می‌تواند در درمان نوزادان با سن چند هفته و همچنین در

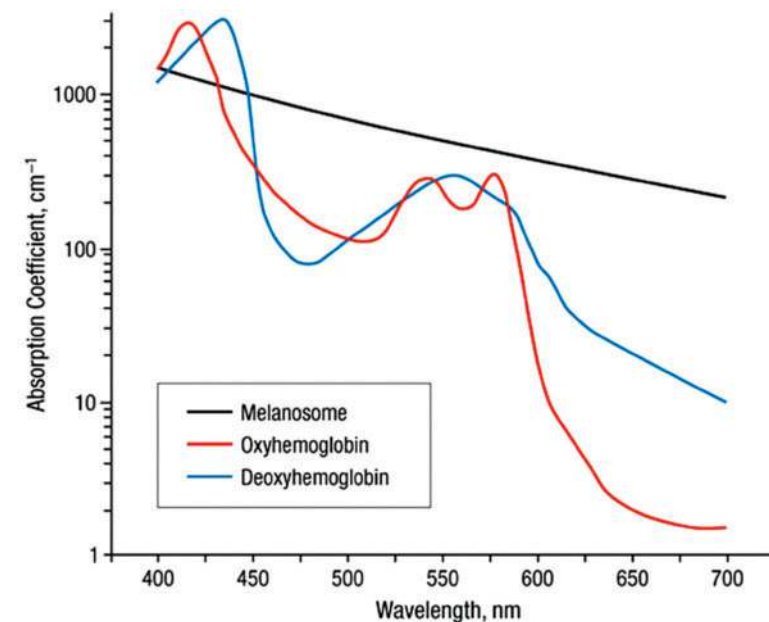
- 13 Intense Pulse Light
- 14 Pulsed Dye Laser
- 15 Portwine stain



نمودار مقایسه پهنای زمانی پالس لیزر رنگینه‌ای در حالت عادی و بعد از به کارگیری تکنیک افزایش پهنای پالس در لیزرهای CANDELAVBeam.



درمان جای زخم روی صورت کودک بالیزر رنگینه‌ای



درمان همانژیوم سطحی نوزادی و ضایعات عروقی اکتسابی مثل تالانژکتازی استفاده شود. یکی دیگر از کاربردهای منحصربه‌فرد لیزر PDL درمان کلونید (گوشت اضافی) و جای زخم‌های قدیمی (اسکار) است. جوش صورت آکنه مقاوم به درمان از مشکلات شایع دیگری است که بسیاری از نوجوانان و جوانان از آن رنج می‌برند و با یک جلسه درمان با لیزر PDL می‌توان بهبود قابل توجهی در جوش‌های قرمز رنگ و ملتهب صورت و بدن ایجاد کرد.

همچنین لیزر PDL برای درمان بیماری پسوریازیس، وریدهای سطحی پا، زگیل و بسیاری از بیماری‌های پوستی دیگر کاربرد دارد.

از کاربردهای این لیزر می‌توان به محو کردن مویرگ‌های ریز و قرمزی اطراف بینی و روی گونه‌ها اشاره نمود. عوارض جانبی استفاده از این لیزر شامل تغییرات رنگدانه موقت خصوصاً در افراد با پوست تیره، تورم و پور پورای موقت می‌باشد که معمولاً بهبود آن بین ۷ تا ۱۴ روز به طول می‌انجامد. در این روش عوارض جانبی کمینه بوده و عموماً عوارضی شبیه آفتاب‌سوختگی خفیف دارد به طوری که



منحنی ضریب جذب برای عناصر موجود در بافت‌های زیستی؛ منحنی قرمز میزان جذب اکسی هموگلوبین توسط طول موج‌های مختلف را نشان می‌دهد. یکی از قله‌های جذب در منحنی منطبق با طول موج ۵۹۵ نانومتر لیزر رنگینه‌ای می‌باشد.

بیماران حداقل تورم، خارش، قرمزی و ناراحتی را احساس می‌نمایند. بیشتر این عوارض طی چند ساعت فروکش نموده و در عرض ۱ تا ۳ روز به‌طور کامل برطرف می‌گردند.

لیزر PDL با تحریک عروق زیر پوست صورت، می‌تواند در عرض چند ماه تولید کلاژن که عامل قوام و جوانی پوست است را افزایش داده و در رفع افتادگی پوست صورت و بهبود چروک‌های آن مؤثر باشد. در حال حاضر PDL با طول موج‌های ۵۸۵ و ۵۹۵ نانومتر بیشترین استفاده را برای اهداف درمانی دارند. حوزه کاربرد این نوع لیزر معمولاً به درمان ضایعات سطحی محدود می‌شود، زیرا بیشترین نفوذ پرتو لیزر PDL در طول موج‌های مورد استفاده برابر یک و نیم میلی‌متر است. طول موج منحصربه‌فرد این لیزر از لایه اپیدرم و درم پوست عبور کرده و توسط اکسی هموگلوبین موجود در خون جذب می‌شود. اگر منحنی جذب سلول‌های سازنده پوست (ملانین) و اکسی هموگلوبین را مورد بررسی قرار دهیم اهمیت استفاده از این لیزرها در درمان ضایعات پوستی مشخص خواهد شد.

طول موج ۵۹۵ نانومتر این لیزر تطبیق خوبی با یکی از قله‌های منحنی جذب اکسی هموگلوبین داشته و می‌تواند برای درمان ضایعات پوستی با استفاده از فرآیند تجزیه شیمیایی حرارتی از طریق جذب انتخابی نور (فوتوترمولیز انتخابی)^{۱۶} مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به عمق نفوذ سطحی طول موج لیزر رنگینه‌ای در پوست، بدیهی است که این پرتوها به بافت‌های زیرین کمترین آسیب را می‌رسانند و ضایعه پوستی پس از چند بار مراجعه به پزشک درمان خواهد شد در حالی که با استفاده از دیگر انواع منابع لیزری و با توجه به عدم تطبیق طول موج پرتو لیزر با قله منحنی جذب، ممکن است مراحل درمان این ضایعات طولانی‌تر و یا حتی غیرممکن شود.

دستگاه لیزر رنگینه‌ای Vbeam Perfecta ساخت شرکت CANDELA یکی از سیستم‌های لیزری

16 Selective Photothermolysis

پر کاربرد در درمان ضایعات پوستی می‌باشد که با ایجاد تغییرات در پهنای پالس لیزر در بازه وسیع ۰/۴۵ ms تا ۴۰ ms توانسته طیف وسیعی از بیماری‌های پوستی را برطرف کرده یا به حداقل برساند. پالس‌های کوتاه این لیزر، انرژی لازم برای تخریب تعداد بیشتری از رگ‌های خونی را داشته و پالس‌های با پهنای زمانی بیشتر باعث جذب تدریجی کل انرژی پالس در هدف و در نتیجه انعقاد رگ‌های خونی می‌شود که در این حالت جذب حرارتی کمتری در بافت‌های اطراف هدف، ایجاد خواهد شد. هر پالس این لیزر ترکیبی از ۸ میکرو پالس بوده و در نتیجه پالسی با توزیع انرژی یکنواخت ایجاد می‌کند. این ویژگی باعث می‌شود در راستای روند درمان ضایعه پوستی، پالس لیزر با انرژی زیاد را بدون آسیب به بافت‌های مجاور بر روی هدف مورد نظر اعمال نمود.

برای درمان ضایعات پوستی، پزشک باید با توجه به نوع عارضه، اندازه آن و درجه تیرگی پوست، پهنای پالس لیزر را از روی صفحه نمایش کنترلی تعبیه‌شده برای دستگاه تنظیم نماید تا حداکثر تأثیر پالس روی عارضه اعمال شود. شدت این لیزر تا ۴۰ ژول بر سانتیمتر مربع در قطر ۳ میلی‌متر گزارش شده است. قابلیت تغییر سطح مقطع تابش پرتو لیزر نیز یکی دیگر از ویژگی‌های این دستگاه می‌باشد که با تغییر قطر پرتو به ۱۲ میلی‌متر می‌توان به حداکثر شدت ۷ ژول بر سانتی متر مربع دست پیدا کرد. همچنین یکی از کاربردی‌ترین امکانات این دستگاه استفاده از سیستم خنک‌سازی بر روی بافت می‌باشد که حرارت ناشی از جذب بافت‌های اطراف هدف را به حداقل رسانده و روند مطلوب‌تری در طی درمان برای بیمار به‌وجود می‌آورد.

کاربرد لیزر PDL برای انواع پوست، توسط FDA (سازمان غذا و داروی آمریکا) تأیید شده است و ایمن‌ترین روش درمان در این گروه به حساب می‌آید. با این وجود، هنگام استفاده از لیزر در حوزه

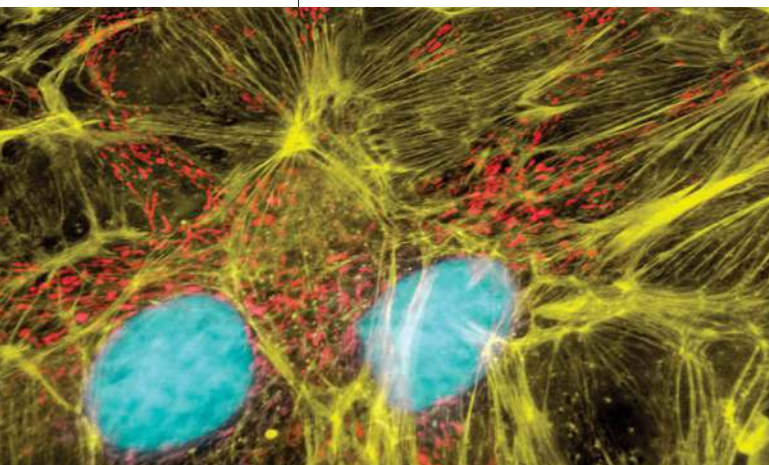


پزشکی و با توجه به اینکه استفاده از این فناوری به صورت مستقیم با سلامتی افراد ارتباط دارد، عمل کردن به نکات ایمنی لیزر و همچنین رعایت نکات ضروری در استفاده از آن برای بیماران اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند، لذا برای به حداقل رساندن عوارض ناخواسته در استفاده از لیزر برای درمان بیماران، دوره‌های آموزشی تخصصی روش استفاده صحیح از لیزر در کاربردهای پزشکی، باید توسط افراد ذی‌صلاح گذرانده شود.



درمان ضایعه پوستی التهاب و قرمزی مزمن پوست (روزاسه) با لیزر رنگینه‌ای.





گسترش داده است. رنگینه APSS با مشتقات مختلف آن یک رنگینه دو فوتونی است که در طول موج ۸۰۰ نانومتر تحریر و در محدوده طول موجی ۵۲۰ نانومتر نور را انتشار می‌دهد. بنابراین رنگ‌هایی با جذب دو فوتونی طول موج انتشار آن‌ها کوتاه‌تر از طول موج تحریر آن است.

در این مقاله سعی شد به صورت اجمالی به رنگینه‌های آلی زیست سازگار پرداخته شود هر چند که رنگینه‌های آلی انواع و دسته‌بندی‌های متفاوتی دارند و با توجه به ویژگی‌های نوری آن‌ها کاربردهای متفاوتی خواهند داشت. با این وجود استفاده از آن‌ها در کاربردهای زیستی حساسیت‌های خاص خود را خواهد داشت.

طول موج انتشار (nm)	طول موج جذب (nm)	نام رنگینه
۵۷۰	۵۵۹	Cy3B
۵۹۶	۵۸۱	Cy3.5
۶۶۴	۶۴۹	Cy5
۶۹۴	۶۷۵	Cy5.5
۷۶۷	۷۴۷	Cy7
۵۱۹	۴۹۵	Alexa Fluor 488
۴۵۶	۳۷۲	DAPI

نمونه‌ای از رنگینه‌های آلی زیست سازگار با طول موج جذب و گسیل آن‌ها

دسترس برای میکروسکوپ‌های بر پایه فلورسانس بسیار ضروری است. همچنین طول موج‌های منتشر شده باید با فیلترهای میکروسکوپ سازگار باشد. در بعضی موارد لازم است که بیش از یک رنگینه را با چند برچسب متفاوت داشته باشیم. در این حالت باید دقت شود که طول موج انتشار آن‌ها باهم همپوشانی نداشته باشند. همچنین عاقلانه است که طول موج تحریری آن‌ها هم از یکدیگر جدا باشد.

رنگینه‌های فلورسانس مورد استفاده برای کاربردهای خاص می‌توانند به دو دسته تقسیم شوند: رنگینه‌هایی که به مولکول‌های بیولوژیکی، سایت‌ها و اندامک‌ها متصل می‌شوند بدون آن‌که از قبل به بیومولکولی متصل باشند.

رنگینه‌هایی که نیازمند اتصال به بیومولکول‌ها هستند تا به سایت بیولوژیکی خاصی بچسبند.

در حالت اول، رنگینه‌ها از طریق برهمکنش الکتروستاتیک و برهمکنش‌های آبگریز و آبدوست به بیومولکول‌ها و یا اندامک‌های مورد نظر متصل می‌شوند مثل رنگ DAPI که برای رنگ کردن هسته سلول از آن استفاده می‌شود. در حالت دوم، رنگینه‌ها فلوروسانس اغلب برای کاربردهای بافت‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آن‌ها به صورت شیمیایی به الیگونوکلتوتیدها^۱ و یا پروتئین‌ها متصل می‌شوند تا سایت‌های خاصی را در سلول‌ها هدف‌گیری و تصویربرداری کنند. به عنوان مثال می‌توان از رنگینه‌های Alexa Fluor و Cy نام برد. این نکته نیز شایان ذکر است که گاهی اوقات یک پروپ می‌تواند برای هدف‌های متفاوتی مورد استفاده قرار بگیرد مثلاً برومید اتیديوم^۲ برای مطالعه DNA و مونیتورینگ زیست‌پذیری سلول^۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فلوروفورهای چند فوتونی

در دسترس بودن منابع لیزری با توان پیک بالا، استفاده از تعداد زیادی از رنگ‌هایی با جذب چند فوتونی را

1. oligonucleotides
2. Ethidium bromide
3. cell viability

لیزر و رنگینه‌های برون زاد

نجمه السادات حسینی مطلق

hosseinimotlagh@gamil.com

رنگینه‌های آلی

برای تصویربرداری زیستی، رنگینه‌ها باید ویژگی‌های زیر را داشته باشند.

■ دارای حلالیت بالا در محیط بیولوژیکی

■ زیست سازگاری

■ ارتباط خاص با مولکول هدف، اندامک یا سلول

■ بهره کوانتومی بالای انتشار

■ پایداری محیطی

■ پایداری نوری بالا

■ حساسیت PH پایین

■ عدم photobleaching

photobleaching مشکل اصلی بسیاری از رنگینه‌های آلی است که معمولاً به تخریب شیمیایی رنگینه و ناپدید شدن فلورسانس منجر می‌شود. این تخریب نوری ممکن است نتیجه‌ای از تخریب فوتوشیمیایی در حالت تحریری، اکسیداسیون نوری در حضور اکسیژن و یا تجزیه حرارتی (به علت گرمای محلی با پروسه‌های غیر نوری در حین جذب نور) باشد. بنابراین توجه در انتخاب رنگینه مناسب با بازده بالادر طول موج‌های معمولی لیزر و قابل

در شماره قبل در مورد طیف سنجی فلورسانس القایی لیزری صحبت شد و آشنایی مختصری در مورد دسته‌بندی رنگینه‌ها و رنگینه‌های درون زاد به دست آمد. در ادامه این مقاله سعی شده است که به بررسی رنگینه‌های برون زاد یا بیرونی پرداخته شود.

تعداد زیادی از ساختارهای زیستی وجود دارند مثل DNA که نمی‌توانند فلورسانس ذاتی داشته باشند. در این موارد، برای تصویربرداری، ساختارهای بیولوژیکی را با رنگینه‌های بیرونی برچسب می‌زنند. در واقع به رنگینه‌هایی که ساخته یا استخراج شده به دست بشر هستند رنگینه‌های بیرونی یا برون زاد گفته می‌شود و شامل دو دسته آلی و معدنی می‌باشند. رنگینه‌های معدنی شامل نانورنگینه‌ها می‌باشند که رایج‌ترین آنها کوانتوم دات‌ها و نانوذرات طلا هستند که خود بحث جداگانه‌ای را می‌طلبد. در این مقاله به رنگینه‌های آلی با دیدگاه کاربرد در حوزه بایو و تصویربرداری زیستی پرداخته می‌شود.

Li-Fi technology

ارتباطات بی‌سیم اپتیکی یا Li-Fi جایگزین Wi-Fi خواهد شد!

وفاداری نوری (Light Fidelity)

میترا رفاهی‌زاده

mrefahizadeh@yahoo.com

به کارگیری نور به عنوان یک ابزار ارتباطی در فانوس‌های دریایی و یا برج‌های مراقبت، سابقه دیرینه‌ای در تاریخ بشر دارد. نور با سرعتی نزدیک به ۳۰۰,۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه، سریع‌ترین ابزار انتقال‌دهنده شناخته شده است. همه با سیگنال‌های اپتیکی که در کنترل از راه دور تلویزیون به کار می‌رود، آشنایی دارند. هنگامی که تابش در گستره فروسرخ انجام می‌شود و خارج از طیف مرئی است، انتقال داده‌ها باز از همان قوانین فیزیکی پیروی می‌کند که در ارتباطات نوری مرئی برقرار هستند.

تا کنون، ارتباط بی‌سیم نوری تنها در کاربردهای خاصی رواج پیدا کرده‌اند. این در حالی است که، فناوری انتقال رادیویی بازار گسترده‌تری از ارتباطات بی‌سیم را به خود اختصاص داده است اما به دلیل

1 Visual light communication (VLC)

رشد بی‌سابقه داده‌هایی که باید منتقل شوند، ارتباط بی‌سیم رادیویی به گونه‌ای فزاینده به مرزهای توانایی خود نزدیک می‌شود. در دستگاه‌های رادیویی، علاوه بر دسترس‌پذیری محدود به پهنای باند که مشکل «کروچید گیفر کانسی»^۲ خوانده می‌شود، با افزایش فرکانس گسیل، هزینه‌های ساخت نیز به گونه‌ای نمایی افزایش می‌یابند. بنابراین، ارتباطات بی‌سیم نوری که با نام وفاداری نوری^۳ یا Li-Fi شناخته می‌شود می‌تواند تحول بزرگی را در زمینه ارتباطات بی‌سیم به وجود آورد که بیشتر از هر چیز مربوط به آهنگ انتقال داده بزرگ در ارتباطات نوری است. هزینه تولید نسبتاً کم و امکان ارتباط در لحظه نیز از دیگر ویژگی‌های این روش است. برتری‌های فناوری Li-Fi را می‌توان در

2 Frequency Crunch

3 Light Fidelity

دو کلمه خلاصه کرد که هر یک از حروف آن به یکی

از مزیت‌های روش ارتباط بی‌سیم نوری اشاره دارد:

FASTLIGHT

■ سریع (Fast): با تأخیر کم و با قابلیت زمان حقیقی^۴.

■ دست‌یافتنی (Accessible): بدون کابل و دارای

انعطاف‌پذیری.

■ امن (Secure): امکان کم‌هک شدن و در مسیر

دید مستقیم.

■ کوچک (Tiny): امکان ساخت ماژول‌های

کوچک‌اندازه.

■ کم‌هزینه (Low-cost): تولید با انرژی هزینه کم.

■ بدون تداخل (Interference-free): فارغ از

تداخل‌های مربوط به فرکانس‌های رادیویی.

■ جامع (Global): بی‌نیاز از مجوزهای طیفی و

هزینه‌های آن.

■ پرسرعت (High-speed): ده بار سریع‌تر از

روش‌های بی‌سیم دیگر.

■ به‌روز (Timely): برخورداری از فناوری به‌روز.

به‌همین دلیل، نور به عنوان محیط انتقال در سال‌های آینده، نقش بسیار مهمی هم در بخش‌های صنعتی و هم در بخش مصرفی خواهد داشت.

سکوی گیگایی Li-Fi

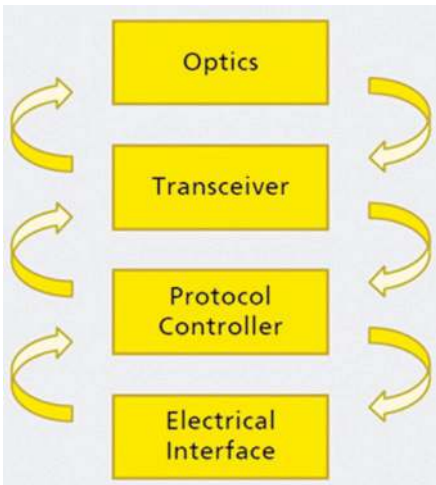
ایستگاه‌های سکوی اپتیکی^۵ فعلی، کاربردهایی تنها با برد چند سانتی‌متر را پشتیبانی می‌کنند. در حال حاضر، سرعت انتقال داده‌ها تا ۱۲/۵ گیگابیت بر ثانیه برای این روش دسترس‌پذیر شده که بالاتر از سرعت انتقال در ارتباطات رادیویی است. در آینده در روش انتقال بی‌سیم نوری می‌توان به سرعت‌های بالاتر از ۱۰۰ گیگابیت بر ثانیه نیز دست‌یافت که با در نظر گرفتن دسترسی و میدان دید در این روش و محدودیت‌های کمی که در اتصال داده‌ها می‌تواند وجود داشته باشد، تا ۹۷ درصد از این ظرفیت انتقال برای کاربران قابل بهره‌برداری است.

4 Real Time

5 Optical Docking Station



انتقال بی‌سیم داده اپتیکی با برد چند متر.



نمودار ظرفیت‌های مرکز IPMS فرانسه.

در یک ارتباط نوری افزون بر آهنگ انتقال داده‌های شبکه‌ای بالا و توانایی زمان حقیقی، امنیت داده‌ها نقشی کلیدی در این سازوکار ایفا می‌کند. شنود مخفیانه در این ارتباط عملاً غیرممکن است و درست مانند یک ارتباط خصوصی با یک کابل است بدون آنکه یک ارتباط باز وجود داشته باشد. این بدان معناست که سیستم برای هر یک از طرفین ارتباط نوری بسته باقی می‌ماند.

هم‌اکنون مرکز IPMS فرانسه مشغول توسعه و ساخت گیرنده و فرستنده‌های Li-Fi برای کاربردهای سکویی است که اندازه یک لبه تالیه دیگر آن کمتر از ۲ میلی‌متر است. یک منبع انرژی بی‌سیم نیز در همین ابعاد دست‌یافتنی است.

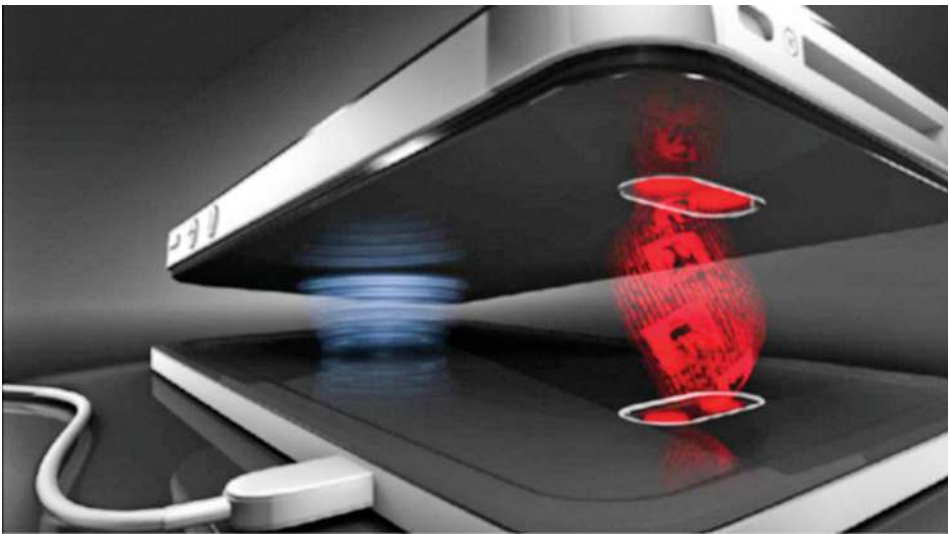
هات اسپات (کانون) Li-Fi

در مرکز فرانسه، یک هات اسپات Li-Fi برای ایجاد یک شبکه خصوصی با سرعت بالا و بدون نیاز

6 Institute for photonic microsystems



انتقال اپتیکی بی‌سیم انرژی و داده‌ی پرسرعت.



به سیم‌کشی توسعه یافته است. این سیستم، آهنگ انتقال داده به بزرگی یک گیگابیت بر ثانیه را به صورت کارآمد بامصرف انرژی کم و داده‌های امن و همچنین با قابلیت شبکه شدن تا فاصله ۳۰ متری را فراهم می‌سازد. این سیستم به سبب اندازه کوچک خود می‌تواند به راحتی و با هزینه کم نیز نصب شود. تبادل داده‌ها در هر ارتباط تنها به یک سطح محدود شده است و با دیگر هات اسپات‌های مجاور تداخلی ندارد. این ویژگی، بهره‌برداری از کل پهنای باند برای هر پیوند Li-Fi را امکان‌پذیر می‌سازد.

فناوری توسعه یافته در مرکز IPMS فرانسه‌وفر، گذشته از مازول‌های پخش کننده Li-Fi^۷ که داده‌ها را در یک جهت ارسال می‌کنند، یک ارتباط دوگانه کامل^۸ با قابلیت زمان حقیقی و دوسویه^۹ را نیز فراهم می‌سازد که در آن هر دو طرف در یک ارتباط، می‌توانند به طور کاملاً همزمان اطلاعات بفرستند.

جایگزینی کابل در کاربردهای صنعتی

تجهیزات صنعتی هر روزه با هر چه بیشتر شدن حسگرها، دستگاه‌ها و واحدهای کنترلی که با یکدیگر در ارتباط هستند، به گونه‌ای فزاینده بی‌سیم رادیویی ۳ گیگا و ۴ گیگا بهره می‌برند.

- 7 Broadcasting
- 8 Full Duplex
- 9 Bi-directional

پیچیده‌تر می‌شوند. این نیازمندی‌های رو به رشد، همچنین نیازهای بیشتری برای یافتن جایگزین‌های بهتر برای سیستم‌های فیلدباسی^{۱۰} سیم‌کشی شده را به دنبال دارند. سیستم‌های بی‌سیم، امنیت و تحقق‌پذیری بهتری را نسبت به کابل‌های خاص‌گران و یا حلقه‌های لغزان فراهم می‌سازند، که به‌ویژه در دستگاه‌های قابل حمل یا متحرک، در معرض فرسودگی یا پارگی هستند. یک کانال ارتباطی Li-Fi به دلیل بر خورداری از تأخیر کم، برای برهمکنش دستگاه با دستگاه بسیار مناسب است. از همین رو، به کمک آن می‌توان حسگرها یا راه‌اندازها را زمان‌بندی کرد و بدین ترتیب، از برخورد‌ها یا برهمکنش‌های مختصاتی پیچیده میان بازوهای روبات‌ها یا زیرسیستم‌ها جلوگیری نمود. با راهکارهای گسترش یافته در مرکز IPMS فرانسه‌وفر بر اساس ارتباط نوری، می‌توان زیرساختارهای^{۱۱} موجود را بدون نیاز به نصب هزینه‌بردار یک کانال ارتباطی مستقل، گسترش داد. این قابلیت، به‌ویژه در جاهایی که فناوری‌های رایج در کاربردهای دیگر استفاده شده‌اند و یا در جاهایی که بهره‌گیری

- 10 Fieldbus
- 11 Infrastructure

از سیستم‌های رادیویی به دلیل برهمکنش‌های الکترومغناطیسی قوی امکان‌پذیر نیستند، سودمند خواهند بود.

از طرف دیگر در گاه‌های^{۱۲} الکتریکی موجود تنها قابلیت وصل شو-عمل کن بدون امکان نصب نرم‌افزار دیگری دارند و رابط‌های الکتریکی میان ماژول‌های Li-Fi را می‌توان به شیوه‌ای جداگانه بر حسب الزامات معین شبکه‌های ارتباطی موجود، مانند اترنت^{۱۳} و اترنت گیگابیتی و ... روزآمد کرد.

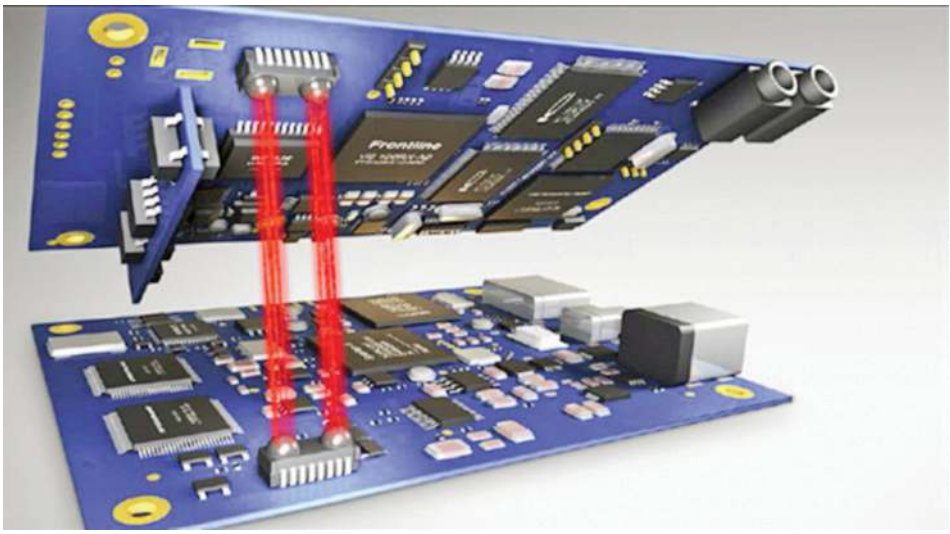
امنیت

یکی از موانع اصلی انتقال داده‌های بی‌سیم نوری، ضرورت خط دید مستقیم است. این محدودیت تنها یک عیب به شمار نمی‌رود. مشکل بزرگ آن است که داده‌ها تنها هنگامی در کانال انتقال قابل دستیابی هستند که دستگاه گیرنده به طور مستقیم آن‌ها را دریافت کرده باشد. این مشکل نیازمند راهکار فوری است. از همین رو، در ارتباط Li-Fi، انعطاف‌پذیری فناوری ارتباط بی‌سیم با امنیت دریافت سیگنال در راهکارهای رایج باسیم در هم آمیخته می‌شوند. اغلب اوقات با توجه به

- 12 Interface
- 13 Ethernet



ارتباط بی‌سیم برد به برد با سرعت ۱۲/۵ Gbps.



آهنگ انتقال داده شبکه‌ای بالقوه بالا، ارتباط باید تنها برای یک زمان کوتاه مثل هنگام بارگیری سیستم‌عامل‌های^{۱۴} جدید یا بارگذاری داده‌های حس گر‌ها برقرار گردد.

ارتباط برد به برد Li-Fi

معمولاً سیگنال‌های پرفرکانس از راه رابط‌های HF میان بردهای مدار منتقل می‌شوند. آهنگ انتقال داده‌ای بالاتر، برای ارسال مطمئن سیگنال‌هایی با نیازمند رابط‌هایی با ساختارهای پیچیده‌تر هستند. متأسفانه، در اغلب این موارد رابط‌های HF با ساختارهای پیشرفته‌تر گران و در عمل، از نظر مکانیکی آسیب‌پذیر هستند. تماس‌ها اغلب مغشوش یا از یک سو قطع می‌شوند و رابط‌ها هم تنها برای دفعات معدودی قابل اتصال دوباره هستند. مرکز IPMS فرانسه‌وفر سرگرم طراحی ماژول‌های Li-Fi برای جایگزینی رابط‌های آسیب‌پذیر HF بر روی مدارهای چاپی و دستیابی به یک ارتباط مطمئن است. این کار، انعطاف‌پذیری بیشتری را از دیدگاه تعویض‌پذیری و نصب ماژول بردها فراهم می‌سازد. همچنین، فرصت‌های کاملاً تازه‌ای برای فاکتور شکل^{۱۵} و کوچک‌سازی سیستم‌ها به دست خواهند آمد.

- 14 Firmware
- 15 Form Factor



Duplex communication system:

یک سیستم ارتباط دو طرفه یک سیستم نقطه به نقطه است که متشکل از دو طرف یا دستگاه متصل است که می‌توانند در هر دو طرف با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. دو نوع سیستم دوگانه ارتباطی وجود دارد: دو طرفه کامل (FDX) و نیمه دوبلکس (HDX). در یک سیستم کاملاً دو طرفه، هر دو طرف می‌توانند به طور همزمان با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. یک نمونه از یک دستگاه کاملاً دوبلکس تلفن است؛ طرف‌ها در هر دو انتهای یک تماس می‌توانند همزمان صحبت کنند و از طرف دیگر شنیده شوند. در سیستم نیمه دوبلکس، هر طرف می‌تواند با طرف دیگر ارتباط برقرار کند اما نه همزمان؛ این ارتباط در یک زمان، در یک جهت است. یک نمونه از دستگاه نیمه دوبلکس یک دستگاه بی‌سیم است که دارای دکمه «فشار برای گفتار» است؛ زمانی که کاربر محلی می‌خواهد با شخصی از راه دور صحبت کند، این دکمه را فشار می‌دهد که فرستنده را روشن می‌کند، اما گیرنده را خاموش می‌کند، بنابراین نمی‌تواند صدای طرف دیگر را بشنود. برای گوش دادن به طرف دیگر، دکمه را خاموش می‌کنند، که گیرنده را روشن و فرستنده را خاموش می‌کند.



Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO)

آشکار سازی امواج گرانشی باتداخل سنج لیزری

میترا رفاهی زاده

mrefahizadeh@yahoo.com

امواج گرانشی، یکی از هیجان انگیزترین نتایج نظریه نسبیت عام انیشتین است، که در دهه‌های گذشته، گفتگوهای بسیاری بر سر وجود داشتن یا نداشتن آن‌ها در میان دانشمندان در جریان بوده است. چنین گفته می‌شود که امواج گرانشی آشفنگی‌هایی در ساختار فضا-زمان هستند، که در برخوردهای شدید میان ستارگان نوترونی یا سیاه‌چاله‌ها ایجاد می‌شوند و با سرعت نور در کیهان گسترش می‌یابند.

برای نخستین بار در دهه ۱۹۶۰ دانشمندانی همچون ژوزف وبر^۱ از ایالات متحده و همچنین میخائیل

1 Joseph Weber

گرتسنشتین^۲ و ویکتور پوستوویت^۳ از اتحاد جماهیر شوروی موضوع بهره‌گیری از روش تداخل سنجی برای آشکار سازی امواج گرانشی را مطرح کردند. در سال ۱۹۶۷، کیپ تورنه^۴ تحلیل دقیقی از امواج گرانشی ارایه داد و با قطعیت از امکان‌پذیری آشکار سازی آن‌ها به روش تداخل سنجی سخن گفت. تا این که نخستین مشاهده مستقیم آن‌ها به کمک تداخل سنج لیزری در سال ۲۰۱۵ همه

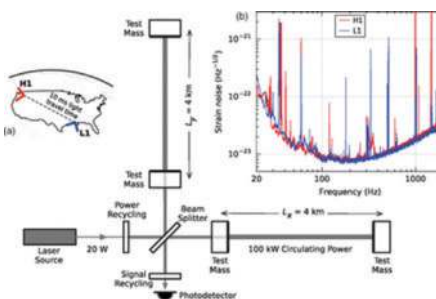
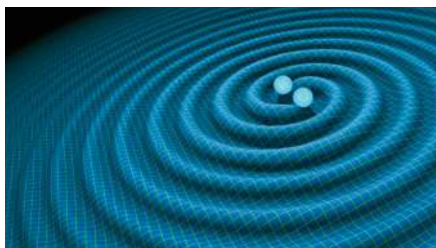
2 Michail Gertsenshtin
3 Viktor Pustovoit
4 Kip Thorne

چیز را روشن ساخت. تلاش‌های دامنه‌داری که دانشمندان و مراکز پژوهشی بزرگ در سراسر جهان در این زمینه انجام داده‌اند، سرانجام جایزه نوبل سال ۲۰۱۷ را برای راینر ویس^۵ از آلمان به همراه بری باریش^۶ و کیپ تورنه از آمریکا به‌رمغان آورد.

نخستین پیش‌نمونه‌های تداخل سنج‌های لیزری برای آشکار سازی امواج گرانشی در سال‌های پایانی دهه ۶۰ در آزمایشگاه‌های پژوهشی هوگز^۷ و MIT آغاز و در دهه ۷۰ نیز در آلمان و اسکاتلند پیگیری شد. در سال ۱۹۸۰، بنیاد علوم ملی آمریکا^۸ بررسی یک تداخل سنج بزرگ اندازه را با سرپرستی MIT آغاز نمود و چند سال بعد، یک پیش‌نمونه ۴۰ متری در دانشگاه کلنک^۹ ساخته شد. این بررسی‌ها نشان دادند که برای این کار نیاز به تداخل سنجی با اندازه دست کم ۱ کیلومتر و حساسیت مناسب خواهد بود. اگر چه وجود مشکلات مالی مانع از عملیاتی شدن چنین پروژه‌های پرهزینه‌ای شدند، سرانجام در سال ۲۰۰۰ سامانه LIGO (با بازوهای ۴ کیلومتر) در ایالات متحده و همتای اروپایی آن Vigro (با بازوهای ۳ کیلومتر) در ایتالیا تکمیل و راه‌اندازی شدند. این سامانه‌ها، تاکنون توانسته‌اند به همکاری هم، ۴ بار امواج گرانشی را در بازه سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۷ آشکار سازی نمایند.

بخش اصلی چنین سامانه‌هایی، همان گونه که از نام آنها برمی‌آید، یک تداخل سنج از نوع مایکلسون است. تداخل سنجی که در سامانه LIGO به کار رفته، در هر یک از بازوهای خود دارای یک کاواک فابری-پرواست، که پرتوهای لیزری را پیش از بیرون رفتن وادار به ۲۸۰ رفت و برگشت می‌نماید. بدین ترتیب، درازای موثر بازوها را به ۱۱۲۰ کیلومتر، یعنی ۱۴۴۰۰ برابر تداخل سنج اصلی مایکلسون، می‌رساند.

5 Rainer Weiss
6 Barry Barish
7 Hughes Research Laboratories
8 National Science Foundation, NSF
9 Caltech

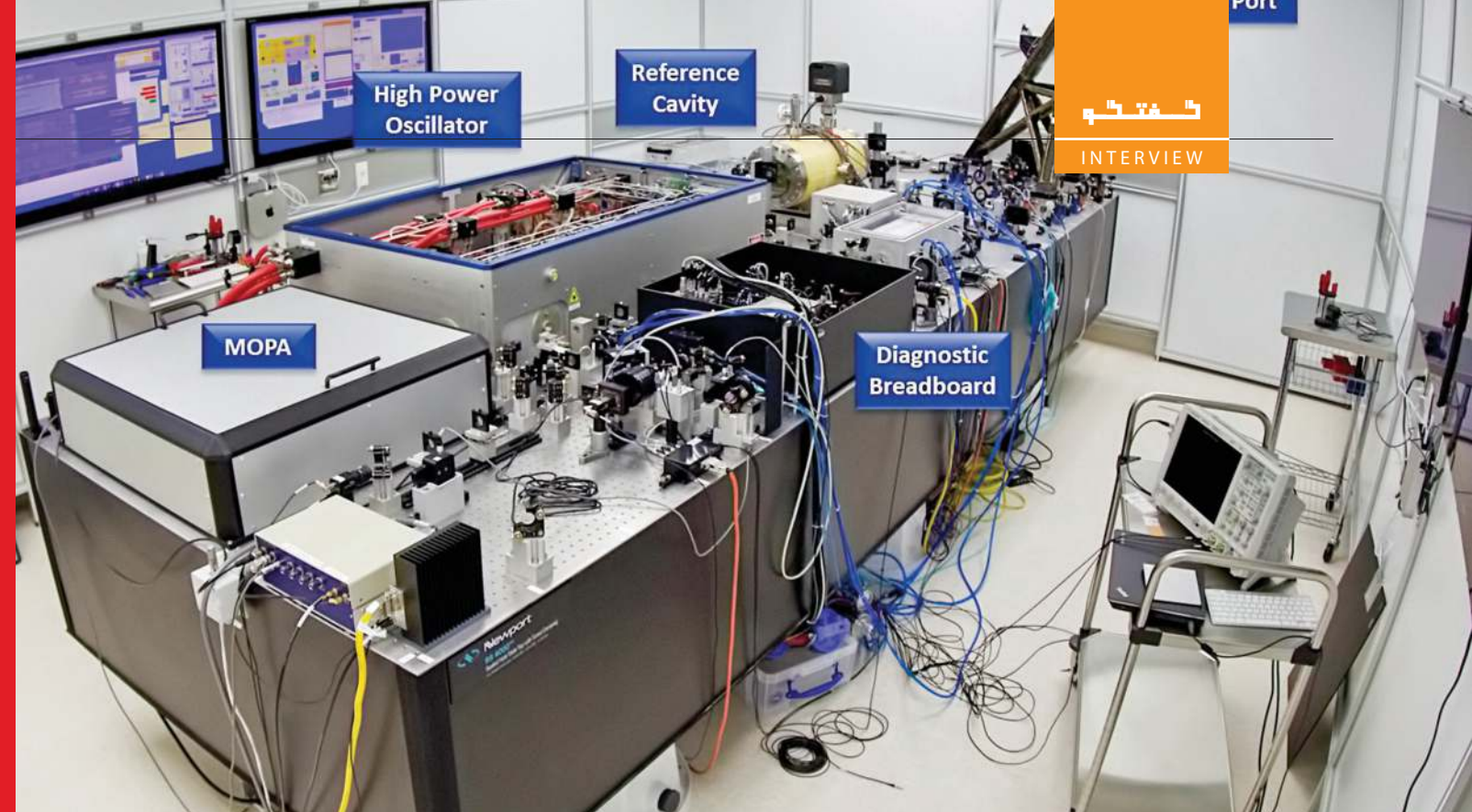


پرتو لیزری این سامانه از یک لیزر دیودی ۴ وات با طول موج ۸۰۸ نانومتر سرچشمه می‌گیرد. با تابش این باریکه به درون یک نوسان گر حلقوی غیر مسطح^{۱۰}، یک باریکه ۲ وات در طول موج ۱۰۶۴ نانومتر به دست می‌آید، که بذر اولیه برای باریکه پایانی به شمار می‌رود. این باریکه بذر، پس از تقویت شدن در یک آرایه تقویت کننده توان با یک نوسانگر بنیادی^{۱۱} به توان ۳۵ وات می‌رسد. چالش‌های اصلی در چنین سامانه‌هایی به نطفه‌های لرزش زمینی و توان لیزری لازم بازمی‌گردند. برآوردها نشان می‌دهند که برای دستیابی به یک توان جداکنندگی دلخواه در این پیکربندی، توان لیزر باید دست کم برابر ۷۵۰ کیلووات باشد، که به‌راستی امروزه دسترس ناپذیر است. با این حال، بهره‌گیری از آینه‌های توان برگردان^{۱۲} کارکرد این سامانه را با لیزرهایی با توان تنها ۲۰۰ وات ممکن ساخته است. این آینه‌ها، که در فضای میان چشمه لیزری و باریکه شکاف اصلی جای می‌گیرند، دارای بازتابندگی یک‌سویه هستند و از همین رو، می‌توانند

10 Non-Planar Ring Oscillator
11 Master Oscillator-Power Amplifier, MOPA
12 Power Recycling

از بین رشته محل‌ها، فیزیک نمایش ساده‌ای از چگونگی تشکیل امواج گرانشی همزمان با برخورد اجرام آسمانی پر جرم.

طرح‌واره‌ای از تداخل سنج مایکلسون به کار رفته در LIGO



گفتگو

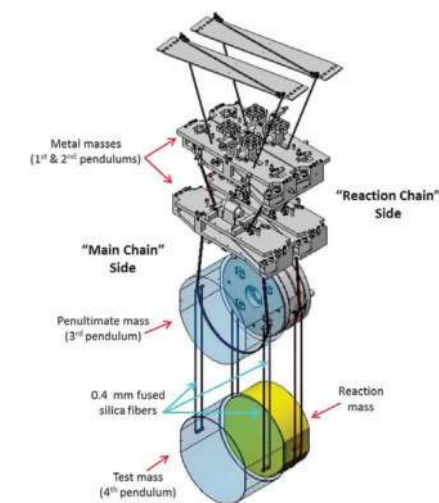
INTERVIEW

توان انباشته شده در آن سوی خود را تا اندازه دلخواه بالا ببرند.

برای غلبه بر چالش لرزش‌های نوفه‌ای زمین، آینه‌های این سامانه از یک نگهدارنده بسیار پیچیده، دربرگیرنده یک ساختار آونگی چهارگانه آویخته شده‌اند. افزون بر آن، این نگهدارنده‌ها دارای حسگرهای لرزشی بسیار حساسی هستند که با دریافت هر موج ارتعاشی، آن را تحلیل و موج قرینه آن را به آینه روبه‌رو اعمال می‌نمایند، به گونه‌ای که کاواک اپتیکی دچار هیچ‌گونه آشفتگی خالصی نگردد.

آینه‌های به کار رفته نیز، با جرم ۴۰ کیلوگرم، بسیار استثنایی هستند. این آینه‌ها که از شیشه گداخته^{۱۳} بسیار خالص ساخته شده‌اند، تنها یک فوتون از ۳ میلیون فوتون فرودی را جذب می‌کنند.

برای جلوگیری از ایجاد هر گونه اتلاف یا نوفه ناخواسته، کل مسیر اپتیکی این سامانه در یکی از بالاترین و خالص‌ترین خلأ‌های روی زمین نگاه داشته می‌شود، که شتاب‌دهنده سرن، تنها از نظر اندازه از آن بالاتر است. حجم کل تونل‌های این سامانه برابر ۱۰۰۰۰ مترمکعب است و ۴۰ روز طول می‌کشد تا کل آن به فشار دلخواه ۱۰ تا ۲۰ اتمسفر برسد.



سامانه تداخل سنجی لیزری
تصویری از سامانه لیزری به کار
رفته در LIGO.



ساختار مکانیکی
نگهدارنده‌های آونگی
چهارگانه آینه‌ها.

تصویری از آینه‌های به کار رفته.



13 Fused Silica

نخبگان گمنام، در خدمت نام‌آوران دانش و فناوری

۴۸

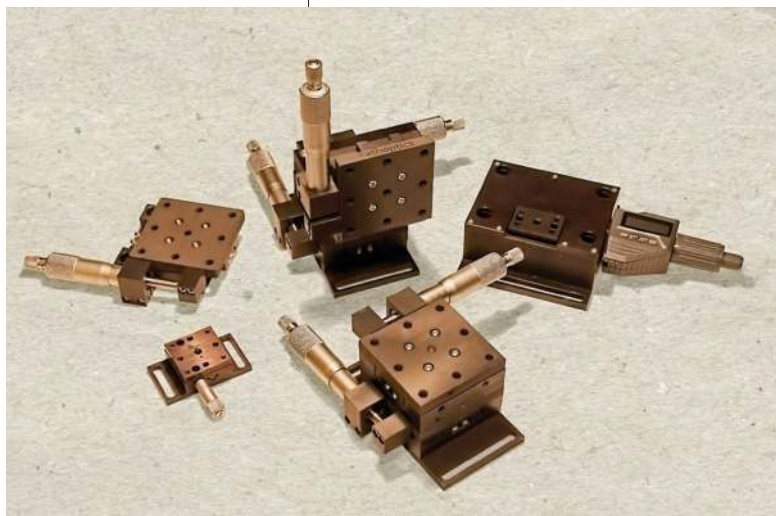
از علم تا شهرت
LASERTECH

پرتوهای نور در سراسر میهن

۴۰

نخبگان گمنام، در خدمت نام‌آوران دانش و فناوری

۴۸



تسهیلات بلندمدت با کارمزد پایین بسیار راهگشا خواهد بود که در حال حاضر نیز در حال انجام است اما به نظر این شرکت، فرآیند ارائه تسهیلات باید با سهولت و سرعت بیشتری طی شود.

معرفی بخش‌های مختلف شرکت، وظایف و دستاوردها

یکی از بخش‌ها، هیئت مؤسس است که هسته اصلی این شرکت است. این هسته به صورت هفتگی جلسه منظمی دارد و نقشه راه شرکت، چالش‌ها و راهکارهای کلان را بررسی می‌کند. بخش بعدی، شامل هیئت مدیره است. اعضای هیئت مدیره به صورت هفتگی جلسه منظمی دارند و روند حرکت و فعالیت شرکت را بررسی کرده و امور اجرایی مرتبط با اهداف شرکت را رصد می‌کنند.

در بخش فنی فتح نور میهن سه دپارتمان جابه‌جایی (Positioning)، طیف‌سنجی (Spectroscopy) و اندازه‌گیری اپتیکی (Optical Metrology) فعال هستند.

دپارتمان جابه‌جایی وظیفه انجام تحقیق و توسعه در زمینه ادوات اعمال و تشخیص جابه‌جایی

با فناوری پیشرفته (هایتک) را دارند و ارزش افزوده فراوانی ایجاد کرد و از دانش این مرز و بوم ارزش، کار و ثروت آفرینی ایجاد نمود.

زمینه فعالیت شرکت

این شرکت در زمینه طراحی و تولید و امور تعمیرات تخصصی تجهیزات اپتیکی فعالیت می‌کند. همچنین از تجارب ارزنده فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در رشته‌های فیزیک گرایش‌های مختلفی مانند اپتیک، مواد نرم و زیستی، فیزیک محاسباتی و رشته‌های دیگری همچون الکترونیک، مکانیک و نرم‌افزار در سطوح مختلف بهره می‌گیرد. سعی و تلاش این شرکت خلق ایده‌های نو، کارآفرینی و بومی‌سازی در زمینه فعالیت‌های اقتصادی دانش‌بنیان مرتبط با علم نور است.

حمایت از شرکت

این شرکت در حال حاضر از معافیت‌های مالیاتی که شامل شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک علم و فناوری می‌شود استفاده نموده، همچنین برای بهره‌مندی از تسهیلات دانش‌بنیان اقداماتی صورت گرفته است.

با توجه به پایین بودن سود فعالیت‌های تولیدی نسبت به فعالیت‌های بازرگانی، مباحث مربوط به معافیت‌های مالیاتی بسیار حایز اهمیت و کمک کننده است. به طوری که عملاً سود حاصل از انجام کارهای تحقیقاتی انجام شده در شرکت از محل معافیت‌های مالیاتی تأمین می‌شود. البته لازم به ذکر است که با توجه به بدنه شرکت‌های دانش‌بنیان که اغلب از جامعه دانشگاهی و تحقیقاتی کشور هستند، ناآشنایی با مباحث مالیاتی و قوانین مربوطه باعث می‌شود که همواره نگرانی از بحث معافیت‌های مالیاتی و ... وجود داشته باشد که اطلاع‌رسانی و حمایت‌های بیشتری را در این زمینه می‌طلبد.

همچنین با توجه به بحث اهمیت نقدینگی برای شرکت‌های دانش‌بنیان حمایت‌هایی از نوع

پرتوهای نور در سراسر میهن



فارغ‌التحصیل رشته برق نیز به اعضا و سهام‌داران این شرکت اضافه شد. دفتر اصلی این شرکت در حال حاضر در پارک علم و فناوری دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان است. این شرکت در سال ۱۳۹۵ تأییدیه دانش‌بنیان را از کارگروه ارزیابی شرکت‌های دانش‌بنیان دریافت کرد.

استفاده از علم تا تولید ثروت

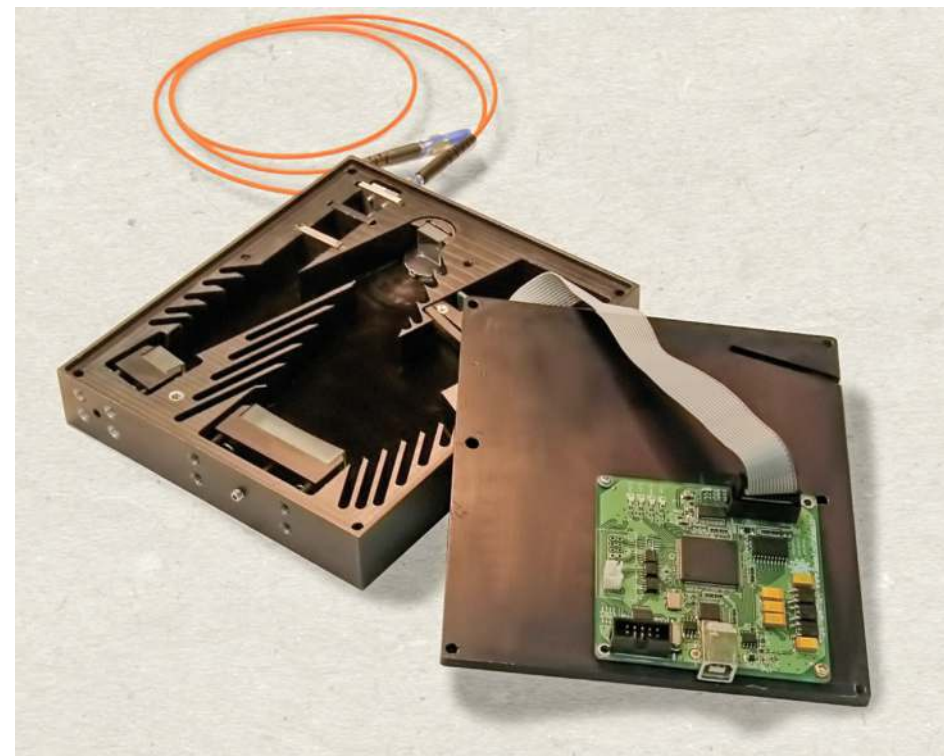
هدف کلی از شکل‌گیری این شرکت استفاده از دانش و تخصص فارغ‌التحصیلان دانشگاهی برای تولید محصولات و تجهیزات با تکنولوژی بالا و تولید

شروع فعالیت فتح نور میهن

شرکت فتح نور میهن (فتح اپتیک) در سال ۱۳۹۱ توسط آقایان دکتر جعفر مصطفوی امجد و مهندس حسین فتحی از دانش‌آموختگان دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان تأسیس شد. در سال ۱۳۹۲ آقایان دکتر محمد چهارسوقی، احسان احدی اخلاقی، هادی برزویی و محمدرضا طاهری که همگی از فارغ‌التحصیلان دانشگاه مذکور بوده‌اند به این شرکت ملحق شده تا هسته‌ای قوی در زمینه فعالیت‌های تخصصی مرتبط با اپتیک تشکیل دهند. در سال ۱۳۹۴ دکتر ایمان احدی اخلاقی

۱۳۹۱

سال ۱۳۹۱ آغاز به کار شرکت فتح نور میهن بوده است.



(بسته به بازه طیفی) اشاره کرد. همچنین منابع نوری فرابنفش و مرئی از دیگر محصولات این بخش است. از جمله دستگاه‌هایی که این بخش در حال حاضر در حال انجام تحقیق و توسعه بر روی آن است می‌توان به دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز تبدیل فوری‌های (FTIR) اشاره کرد.

در قسمت اندازه‌گیری اپتیکی به مباحث مرتبط با اندازه‌گیری‌های اپتیکی پرداخته می‌شود. در این بخش با روش‌های تداخل‌سنجی رویه سطوح به صورت سه‌بعدی استخراج می‌شود. این بخش به صورت انجام قراردادهای پژوهشی با مراکز تحقیقاتی فعالیت می‌کند. اما در برنامه آتی خود تبدیل پروژه‌های انجام شده به دستگاه آماده را در نظر دارد.

فعالیت‌های پژوهشی

با توجه به ارزش‌آفرینی پژوهش‌هایی که در حال انجام

طیف سنج و طیف سنج نوری آرایه ای: در این دستگاه نور توسط فیبر نوری از محل اندازه‌گیری دریافت شده و به ورودی دستگاه انتقال می‌یابد. نور رسیده به ورودی دستگاه به اجزای طیفی آن تجزیه شده و بر روی آشکارساز آرایه‌ای منتقل می‌شود. داده‌های طیفی توسط کابل USB به رایانه منتقل شده و توسط محیط نرم‌افزاری نمایش داده می‌شود.

این شرکت برای ۱۱ نفر از فارغ‌التحصیلان دانشگاهی ایجاد اشتغال کرده است.

ویژگی‌ها و مزیت‌های دستگاه‌ها و حضور و رقابت در بازار

دستگاه نانوجابه‌جاگر خطی تولید شده توسط شرکت نمونه خارجی ندارد و در حال حاضر در حال برنامه‌ریزی برای اخذ استانداردهای مربوطه برای ورود به عرصه جهانی می‌باشد. اما دستگاه‌های دیگری که تا کنون در این شرکت تولید شده با این که حاصل پژوهش‌های این شرکت بوده و تمام دانش به کار رفته در دستگاه کاملاً بومی شده است، اما نمونه‌هایی هستند که مشابه خارجی دارند.

شاید بتوان محصولات را از جنبه میزان تخصص به کار رفته به دو دسته تقسیم کرد. محصولاتی که عملاً خط تولید و فرآیند تولید مشخص داشته و محصولاتی که دانش متخصصان و به کارگیری نیروی انسانی متخصص سهم بالایی در آن دارند. هر دوی این موارد از اهمیت بالایی در بازار داخلی برخوردارند. اما برای ورود به بازارهای بین‌المللی مورد دوم یعنی محصولاتی که دانش فنی بالایی در آن‌ها به کار رفته، با توجه به سود پایین شرکت‌های دانش‌بنیان داخلی، امکان ارائه قیمت‌های رقابتی در فضای بین‌المللی مهیا است. در این بخش محصولات دارای فناوری پیشرفته‌تر (هایتک) این شرکت، مانند جابه‌جاگر نانومتری و یا جابه‌جاگرهای موتوری و همچنین دستگاه تعیین سه‌بعدی نمایه سطوح نسبت به مشابه خارجی، دارای قیمت‌هایی بسیار پایین‌تر است و با توجه به تخصص نیروی انسانی شرکت، کیفیت و کارایی مشابه با نمونه‌های استاندارد بین‌المللی را دارند.

در مورد کیفیت و استاندارد محصولات تولید شده با توجه به تخصص اعضای شرکت و همچنین دسترسی به آزمایشگاه‌های مجهز دانشگاه

تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان، تست‌های دقیقی بر روی محصولات انجام می‌شود و اطلاعات مفیدی در خصوص مشخصات فنی دستگاه در اختیار مشتری قرار می‌گیرد که با توجه به این که آزمون‌های تستی توسط خود پژوهشگران شرکت و در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی مجهز انجام شده است، بسیار قابل اعتماد است.

در خصوص بحث خدمات پس از فروش و نمایندگی، با توجه به نیاز به فرهنگ‌سازی در زمینه استفاده از محصولات ایرانی نسبت به مشابه خارجی، رهیافت شرکت این است که فراتر از روال معمول به ارائه خدمات پس از فروش و تعمیر و بازبینی محصولات ارائه شده بپردازد، همچنین برای رفع نیازهای خاص و سفارشی‌مشتري به صورت رایگان اقدام نماید. بدیهی است نمونه‌های خارجی دارای پایداری مناسبی هستند و این پایداری و کیفیت مناسب در طول سال‌ها تجربه به دست آمده است. اما این شرکت با اقداماتی جانبی از این دست راهی نو برای جلب اطمینان مشتری‌های خود باز کرده است.

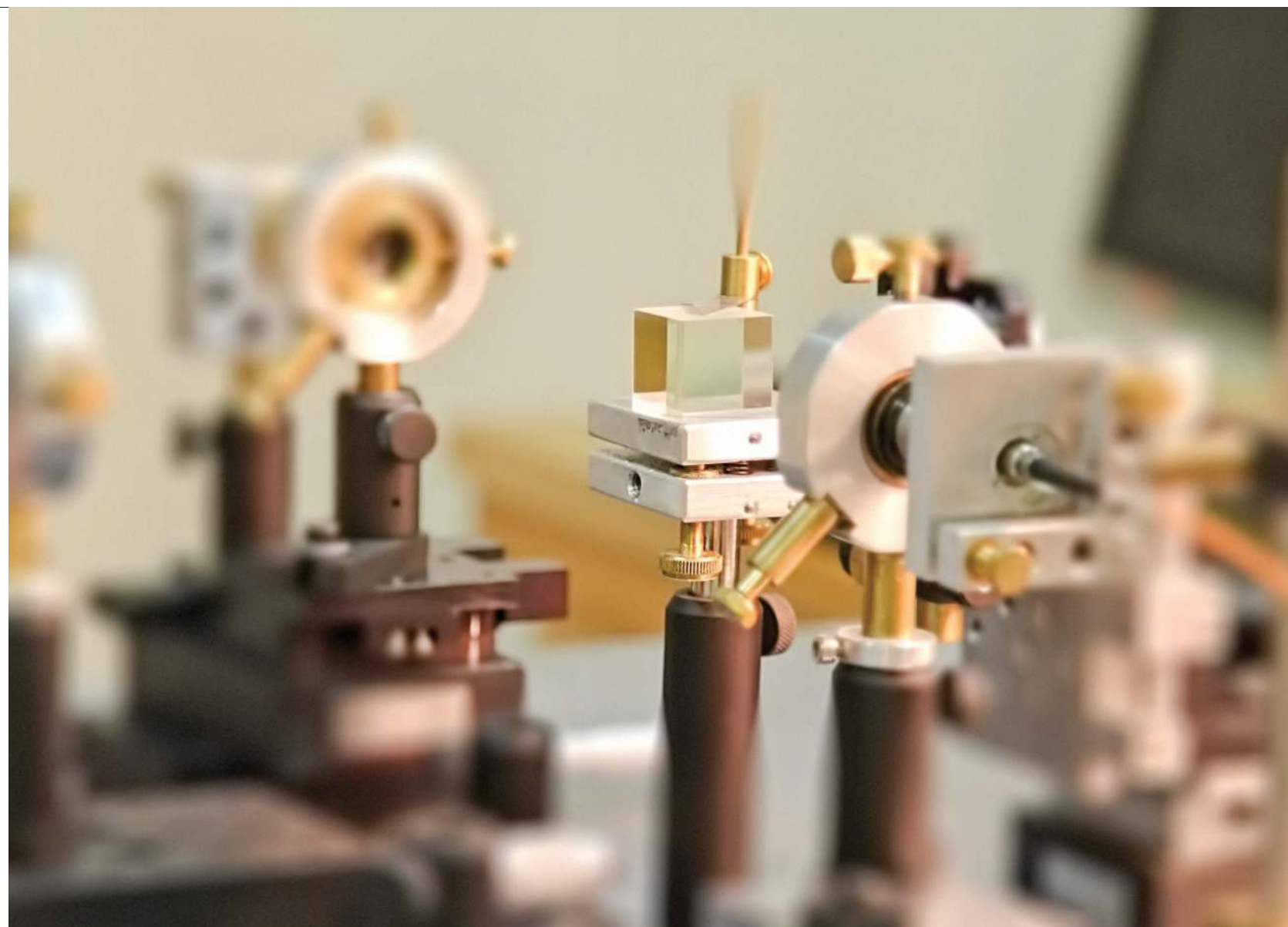
در خصوص حضور در بازارهای بین‌المللی دو نکته حائز اهمیت است، نکته اول مباحث حقوقی



نانوجابه‌جاگرها، ابزار به کار رفته در این جابه‌جاگر، ابزار ساده مکانیکی هستند و پیچیدگی خاصی ندارند و هم چنین اتصال این ابزار به یکدیگر دور از پیچیدگی‌های موجود در جابه‌جاگرهای مشابه است.



سعی و تلاش این شرکت خلق ایده‌های نو، کارآفرینی و بومی سازی در زمینه فعالیت های اقتصادی دانش بنیان مرتبط با علم نور است.



چالش های پیش روی شرکت های داخلی است.

مخاطبان تولیدات شرکت

اکثر مشتریان شرکت فتح نور میهن از مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی کشور هستند. دلیل این امر نوع توانمندی و تخصص اعضای شرکت و همچنین نیازهای موجود در مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی بوده است. یکی از برنامه های شرکت در آینده، ارائه محصولات شرکت در قالب استفاده عام و به کاربردن تخصص های موجود

مربوط به ثبت اختراع و مالکیت معنوی که کانون پتنت ایران گام های مؤثر و خوبی در این رابطه برداشته است. اما در مجموع نیاز به حمایت، معرفی و اطلاع رسانی بیش از پیش در مورد شرکت های دانش بنیان وجود دارد. مسئله دوم رقابت سخت با شرکت هایی است که سالیان متمادی در این حوزه فعال هستند و به دلیل حجم فروش بالا محصولات آن ها از قیمت تمام شده پایین تری برخوردار است. دسترسی به سیستم ها و کانال های ارتباطی مالی بین المللی نیز یکی از



با مؤسسات تحقیقاتی و دیگر شرکت های دانش بنیان است. در این راستا همکاری های خوبی با دانشکده فیزیک دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان و دانشکده برق و الکترونیک دانشگاه تهران صورت پذیرفته است. به طور مثال این شرکت در حال حاضر در حال طراحی و ساخت دستگاه Optical Coherence Tomography (OCT) با دانشگاه علوم پایه زنجان و همچنین دستگاه Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) با مشارکت دانشگاه تهران است. همچنین همکاری های خوب و سازنده ای با شرکت دانش بنیان ترفند در زمینه ساخت میکروسکوپ های کانفو کال (Confocal Microscope) انجام شده است.

تعاملات با دیگر کشورها

برای ساخت دستگاه ها و ادوات موجود اگر چه اولویت شرکت (چه از نظر هزینه تمام شده و چه از نظر حمایت از دیگر تولید کنندگان داخلی) تأمین قطعات و تجهیزات مورد نیاز از بازار داخل است، اما بدیهی است با توجه به فناوری های بالای مورد نیاز در محصولات، بخشی از نیازهای این شرکت از تولید کنندگان خارجی تأمین می شود. در این راستا همواره شرکت تلاش

در محصولات عمومی است. این شرکت قصد ندارد محصولی که در حال حاضر در ایران تولید می شود را عیناً بازتولید کند، مگر این که تخصص و دانش ما منجر به افزایش ارزش محصول فعلی شود. در کنار این موضوعات، متخصصان شرکت در حال بررسی محصولات خارجی وارداتی هستند تا در تولید آن ها نقشی متناسب با تخصص شرکت داشته باشند.

ارتباط با مراکز و مؤسسات دیگر داخلی

یکی از اهداف این شرکت ارتباط و همکاری



جابه جا گره های تک محوره این شرکت به گونه ای طراحی شده است که به راحتی بر روی یکدیگر نصب می شوند و بدون این که فضای اضافه خاصی را تحمیل کنند، امکان جابه جایی XY را فراهم می کنند.

3

۳ سال پیاپی حضور در نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران.

داشته است که تجهیزات مورد نیاز خود را به صورت مستقیم از شرکت‌های تولید کننده خارجی تامین کند. در این راستا مکاتبات زیادی با شرکت‌های خارجی انجام شده است که در ۵۰٪ موارد موفق به دریافت مستقیم کالای مورد نظر شده‌ایم.

به دو دلیل این شرکت روی مسئله ارتباط گیری مستقیم با شرکت‌های خارجی اصرار دارد. اول این که ارتباط مستقیم فنی و علمی بین شرکت‌های ایرانی و خارجی ایجاد شود و همچنین برای ایجاد فضای مساعد ارتباطات بین المللی فنی و اقتصادی بین شرکت‌های خارجی و ایرانی تلاشی انجام پذیرد. اما در این مسیر با دو چالش اصلی همراه است؛ اولین چالش انتقال رسمی و حقوقی منابع مالی به خارج از ایران است که متأسفانه با توجه به عدم ارتباط رسمی بانک‌های ایرانی با بانک‌های خارجی و همچنین عدم وجود حساب ارزی فعال با قابلیت انتقال پول برای شرکت‌های دانش بنیان، این بخش یکی از چالش‌های مهم تأمین منابع خارجی است. چالش مهم دیگری که در این بخش وجود دارد، بحث عوارض گمرکی است که گرچه شرکت‌های دانش بنیان رسماً دارای معافیت‌های گمرکی هستند، اما متأسفانه تا کنون موفق به استفاده از آن نشده‌اند و هر بار مجبور به پرداخت مبالغ بسیار زیادی برای ترخیص کالاهای خود بوده‌اند.

حضور در نمایشگاه‌های داخلی و خارجی

این شرکت از سال ۱۳۹۴ در سه سال پیاپی در نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران (ایران لب) حضور داشته است. همچنین از سال ۱۳۹۳ در نمایشگاه‌های استانی و منطقه‌ای مانند نمایشگاه‌های هفته پژوهش و نمایشگاه «از علم تا عمل» شرکت داشته است.

تا کنون محصولات این شرکت در نمایشگاه‌های

خارجی عرضه نشده است. ولی اخذ تاییدیه و استانداردها و مجوزهای مرتبط برای صادرات محصولات خود و متعاقباً شرکت در نمایشگاه‌ها و رویدادهای بین‌المللی را در برنامه خود گنجانده است.

موانع رسیدن به اهداف

یکی از مشکلات این شرکت بحث نقدینگی است که تسهیلات حمایتی می‌تواند نقش کمک کننده و مؤثری در این خصوص داشته باشد. متأسفانه با این که تسهیلات خوبی از طرف نهادهای مختلف در نظر گرفته شده است به دو دلیل شرکت فتح نور میهن تا کنون هیچگونه تسهیلاتی برای رفع نیازهای مالی در یافت نکرده است؛ یکی از این دلایل موانع مختلفی است که اغلب بر سر راه شرکت قرار می‌گیرد به طور مثال بحث ضمانت‌نامه‌ها، نحوه تخصیص منابع و همچنین مدارک مفصلی که معمولاً خواسته می‌شود و برای آماده کردن آن‌ها بخش زیادی از انرژی شرکت می‌بایست خارج از اهداف اصلی هزینه شود و دلیل دوم عدم آشنایی اعضای این شرکت (با توجه به دانشگاهی بودن اعضای شرکت‌های دانش بنیان) با روال مرسوم اداری دریافت تسهیلات است. از دیگر مشکلات می‌توان به موارد مربوط به تبلیغات، بازاریابی و فروش اشاره کرد که با توجه به فضای متفاوت حاکم بر دانشگاه نسبت به فضای بازار نیاز به حمایت‌های ویژه‌ای از طرف مسئولین این امر در راستای رفع این گونه نیازهای شرکت‌های دانش بنیان و حتی آشنایی یا این موارد اشاره کرد. از دیگر مواردی که بتوان به آن اشاره کرد بحث نقل و انتقال مالی با شرکت‌های خارجی و به خصوص بحث معافیت‌ها و عوارض گمرکی برای تأمین بخشی از نیازمندی‌های این شرکت از طریق تولید کنندگان بین‌المللی است.

آینده لیزر از دیدگاه شرکت فتح نور میهن

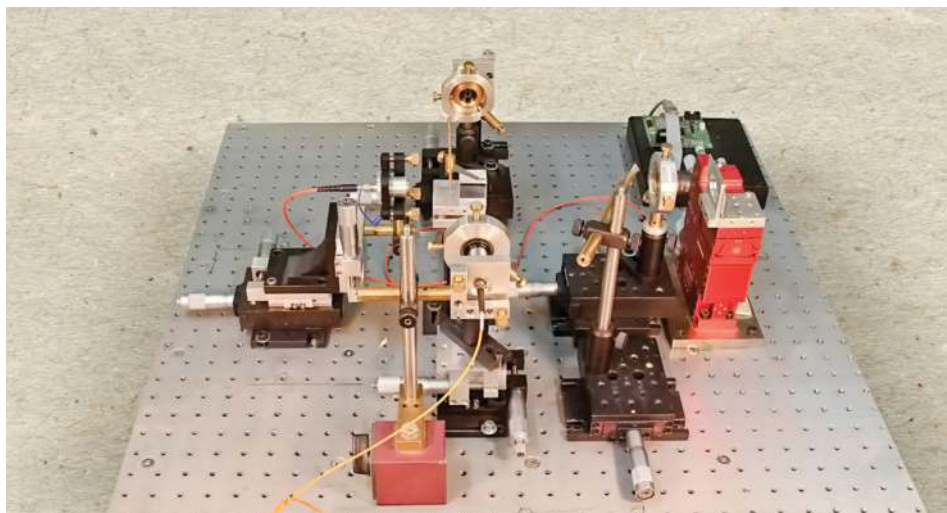
قابلیت‌ها، مزایا و کاربردهای لیزر بر کسی

پوشیده نیست، کارهای بسیار خوبی چه در سطح دانشگاه‌ها و چه در سطح مراکز تحقیقاتی در ایران در این زمینه صورت گرفته است و تا جایی که ما اطلاع داریم تکنولوژی ساخت انواع لیزر در ایران فراهم است که بسیار جای خرسندی است. از این رو با رصد فعالیت‌های دانشگاهی، چه از منظر نظری و چه از منظر تحقیقاتی، سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی و در نهایت شرکت‌های خصوصی که در این عرصه مشغول به فعالیت هستند، در مجموع می‌توان آینده روشنی را برای این حوزه متصور بود. تصور ما این است که انجام برنامه‌هایی در سطوح مختلف از طریق ستاد می‌تواند به عمومی‌سازی هر چه بیشتر این علم کمک کند. به طور مثال می‌توان به برگزاری مسابقه‌های دانش آموزی و دانشجویی در این خصوص چه در زمینه خود لیزر و چه در زمینه کاربردهای متنوع لیزر اشاره کرد. همچنین حمایت از راه اندازی نمایشگاه‌ها و رویدادهای مختص لیزر می‌تواند راهگشا باشد. ایجاد بانک‌های اطلاعاتی در دسترس، فروشگاه‌ها و بازارهای آنلاین برای

حضور خریداران، تولید کنندگان، فروشندگان و تأمین کنندگانی که به نحوی خدمات‌شان و محصولات‌شان به این حوزه مرتبط است می‌تواند سرعت رشد این حوزه را چند برابر کند.

ارزیابی فعالیت‌های ستاد و دولت

قطعا فعالیت‌هایی که تا کنون توسط ستاد توسعه فناوری لیزر، فوتونیک و ساختارهای میکرونی و دولت انجام گرفته است کمک شایانی به پیشرفت و توسعه این علم در ایران داشته است. امید است با ارتباط بیشتر با تولید کنندگان و همچنین دانشگاهیانی که به نوعی در این زمینه فعالیت می‌کنند، گام‌های بزرگ‌تر و مؤثرتری در این زمینه برداشته شود. در انتها باید تشکر ویژه و ابراز خرسندی کنیم نه تنها از این بابت که فرصت معرفی این شرکت در ماهنامه دانش بنیان (لیزر و فوتونیک) فراهم شد، بلکه بابت اهمیتی که ستاد در قبال رصد شرکت‌های موجود قائل است و می‌توان گفت اطلاعات مناسب و مفیدی که از این شرکت‌ها دارد بسیار قابل تقدیر است.



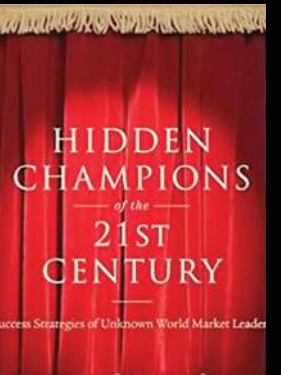
طیف سنجی یکی از راه‌های شناسایی مواد است که در علوم مختلف از قبیل زیست شناسی، متالوژی، شیمی، پزشکی، داروشناسی، مواد غذایی، آب و فاضلاب کاربرد دارد. در طیف سنجی ارایه ای کل گستره طیفی فرا بنفش، مرئی و فروسرخ به صورت یکجا دریافت شده و نمایش داده می‌شود. در این دستگاه بر خلاف نمونه‌های قدمی آن، هیچ قطعه متحرکی برای دریافت طیف وجود ندارد.

نخگان گمنام، در خدمت نام آوران دانش و فناوری

مرضیه کبیری

mrz_kabiri@yahoo.com

نمایی از تاسیسات پژوهشی
نوترینو Super-Kamiokande
در دانشگاه توکیو ژاپن که در این
پروژه دیواره‌ها، سقف و کف یک
محفظه بسیار بزرگ از ۱۱ هزار
لوله‌ی افزاینده فوتونی با ابعاد ۲۰
اینچ ساخت هاماماتسو پوشیده
شده است. پژوهش‌ها در مرکز
تحقیقات اشعه کیهانی به دریافت
جایزه نوبل سال ۲۰۱۵، توسط
دکتر تاکاکی کیجیتا به خاطر
مشاهده ذره بنیادی نوترینو که
دارای جرم است منجر شد.



کتاب هرمان سیمون با عنوان قهرمانان ناپیدای قرن بیست و یکم که انتشارات اسپرینگر آن را انتشار داده است و در ۲۰۰۹ ویرایش شده است



رئیس و مدیر عامل شرکت هاماماتسو آکیرا هیروما

حقیقت کسب و کار در دنیای امروز بارها ثابت کرده است که لزوماً نباید خیلی بزرگ و جهانی و یا نام آور بود تا به عنوان یک قهرمان در عرصه کسب و کار و تخصص خود تأثیر گذار گشت. همواره بوده و هستند کسب و کارهای محلی، کوچک و متوسطی که برای مدیران بزرگ در س‌های خارق العاده داشته‌اند. در س‌سی که اغلب این کسب و کارها می‌آموزند این است که چطور برای کارهای کوچک مدیریت استثنایی و قوی داشته باشند تا بتوانند به سمت دستاوردهای بزرگ تر گام بردارند. می‌توان حدس زد حتماً در دور و بر ما سرمایه‌گذارانی باشند که به دنبال چنین فرآیندهایی هستند. آنچه در بالا گفته شد، قسمتی از آموزه‌های مربوط به مباحث «قهرمانان ناپیدا» است که بر اساس آن شرکت‌های کوچک اما بسیار موفق دنیا در عرصه‌های مختلف که اغلب نام آن‌ها به سبب بی‌توجهی و یا پنهان کاری مخفی مانده است به عنوان قهرمان زمینه تخصصی خود معرفی می‌شوند. این شرکت‌ها دارای ویژگی‌های سهم بازار مناسب در منطقه خود، درآمد کمتر از چهار میلیارد دلار و سطح پایین در جلب آگاهی عمومی هستند. این واژه را اولین بار هرمن سیمون^۱ نویسنده و متفکر سرشناس آلمانی عرصه کسب و کار در مقالات و کتاب خود به کاربرد کتابی با نام «قهرمانان ناپیدای قرن بیست و یکم: استراتژی‌های موفق رهبران عرصه بازارهای ناشناخته جهانی»^۲. او در این کتاب از شرکت

1 Hermann Simon
2 Hidden Champions of the Twenty-First Century: The Success Strategies of Unknown World Market Leaders



هاماماتسو به عنوان یکی از کسب و کارهای محلی بسیار موفق و یک قهرمان ناپیدا نام برده است. بازمانده‌ای از نسل اولین تلویزیون‌ها در دسامبر سال ۱۹۲۵، در منطقه هاماماتسو ی ژاپن، حرف «آ» (که در الفبای ژاپنی دارای تلفظ ای است) برای اولین بار به صورت الکترونیکی مخابره شد و به کمک یک لوله اشعه کاتدی نمایش داده شد. در حقیقت این یک نمونه از تلویزیون‌های نخستین بود که پروفسور کنجیرو کاتایانگی پدر تلویزیون ژاپن به جهان عرضه کرد. همین امر مقدمه‌ای برای تأسیس شرکت هاماماتسو فوتونیک توسط یکی از دانشجویان کاتایانگی به نام هیهاجیرو هریوجی^۳ در سال ۱۹۵۳ شد و از اینجا به بعد بود که سر نوشت شرکت هاماماتسو برای ایجاد کسب و کاری موفق با «فوتون» گره خورد و در حال حاضر نیز در عصر نور با پیشرفت‌های چشمگیر فناوری فوتونیک در این قاره کهن این مسیر را با قدرت ادامه می‌دهد. از همان سال‌های ابتدایی تأسیس گروه هاماماتسو همت خود را بر ساخت نمونه‌های لوله‌های افزایش یافته فوتونی^۴ متمرکز کرد و در فاصله چند سال لوله‌های تقویت کننده فوتونی خود را به بازار عرضه نمود. پس از گذشت یک دهه از تأسیس شرکت، ساخت تجهیزات اندازه‌گیری در برنامه شرکت قرار گرفت. پیشرفت‌های حاصل در این حوزه بسیار چشمگیر بود به طوری که شرکت در ساخت بعضی از تجهیزات ردیابی راکت‌ها از NASA هم پیشی گرفت و آن‌را وادار به استفاده از تجهیزات ساخته

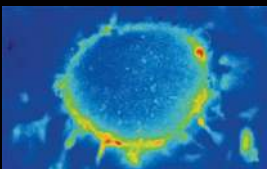
3 Heihachiro Horiuchi
4 Photo-multiplier tube



کاوشگر Hayabusa که در آن از حس گرهای تصویر هاماماتسو فوتونیک استفاده شد و توانست بعد از عملیات سالم به زمین برگردد.

۱,۵۵۵,۵۵۵,۵۵۵,۵۵۵,۵۵۵

یک هزار تریلیونم از یک ثانیه معادل یک فمتو ثانیه به شمار می‌رود. نور که در یک ثانیه می‌تواند هفت و نیم دور کره زمین را دور بزند در زمان یک فمتو ثانیه تنها می‌تواند ۰/۰۰۳ متر جلو برود. گفته می‌شود بسیاری از پدیده‌های مهم طبیعی در این زمان تقریباً لحظه‌ای به وقوع می‌پیوندند، بنابراین ثبت وقایع در این زمان بسیار مهم است. تولید محصولی که بتواند وقایع را در این فاصله زمانی ثبت کند دستاوردی بود که شرکت هاماماتسو در دهه ۱۹۷۰ به آن دست یافت.



در سال ۲۰۰۶، شینیا یاماناکا (Shinya Yamanaka)، استاد دانشگاه کیوتو و همکارانش سلول‌های بنیادی پر توان القایی (iPS) را به نمایش گذاشتند. و در سال ۲۰۱۲ موفق به کسب نوبل فیزیولوژی شدند. این گروه نیز از فناوری‌های ساخت شرکت هاماماتسو فوتونیک در تحقیقات پزشکی استفاده کرد که باعث شد این فناوری در مرکز توجه جهانی قرار گیرد.

بزرگترین تولید کنندگان محصولات این حوزه به حساب می‌آید. طیف گسترده محصولات هاماماتسو سهم بزرگی از بازارهای داخل ژاپن و حتی خارج از مرزهای این کشور را که مرتبط با اپتیک و فوتونیک می‌باشد، داراست، به همین دلیل است که این شرکت فاکتور سهم بازار مناسب به عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی قهرمانان ناپیدا را کسب کرده است. محصولات هاماماتسو فوتونیک شامل حس گرهای نوری مثل آشکار سازهای لوله الکترونی، آشکار سازهای نیم رسانای نوری، منابع نوری و اشعه، ماژول‌های تابنده نور و لیزر، قطعات اپتیکی، دوربین‌ها، سیستم‌های اندازه‌گیری نوری و سیستم‌های اندازه‌گیری و تحلیل داده می‌گردد. طیف وسیع محصولات شرکت هاماماتسو موجب به کارگیری آن‌ها در کاربردهای متعدد در زمینه‌های مختلفی چون پزشکی، صنعت و علوم شده است. مثلاً ساخت تجهیزات و سیستم‌های مربوط به پزشکی، علوم زیستی و ساخت داروها و محصولات نوترکیب درمانی

شده توسط این شرکت نمود. در همین دوران بود که محصولات شرکت وارد عرصه پزشکی شد. در دهه ۱۹۸۰ میلادی شرکت به تولید لیزرهای دیودی و لیزرهای اگزایمر اقدام کرد در همین سال‌ها انواع محصولات فوتوالکتریک و نیم رسانانیز تولید شدند. با شروع قرن بیست و یکم گسترش دفاتر و کارخانه‌های شرکت در شهرهای مختلف ژاپن و حتی کشورهای دیگر با سرعت افزایش یافت. همچنین از سال ۲۰۰۴ شرکت هاماماتسو هر پنج سال یکبار نمایشگاه فوتون را در کشور ژاپن برگزار می‌کند. محصولات MEMS و میکرو اسپکترومترهای شرکت در سال‌های اخیر در بازارهای جهانی حضور چشمگیری داشته است و در سال ۲۰۱۵ موفق به دریافت جایزه PRISM برای نوآوری در فوتونیک، شده است.

تنوع محصولات

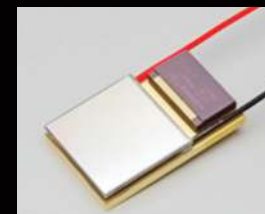
این شرکت با تولید حدود ۲۴۰۰ محصول، با تنوع در ساخت بیش از ۲۷۰ نوع از تجهیزات مورد نیاز حوزه فوتونیک و اپتیک یکی از



میکرو اسپکترومتر ساخت شرکت هاماماتسو فوتونیک که برنده جایزه PRISM سال ۲۰۱۵ شده است.



حس گرهای تصویر InGaAs که در اسپکترومتر مادون قرمز کاوشگر استفاده شده است.



حس گر تصویر CCD که برای اسپکترومتر اشعه X فلورسنت کاوشگر استفاده شده است.

از کاربردهای پزشکی و حوزه سلامت تولیدات این شرکت هستند. از محصولات شرکت در سیستم‌های اندازه‌گیری به کمک LED، لیزر، فیبر نوری، اندازه‌گیری و تشخیص مواد فلورسانس نیز استفاده می‌شود. صنایع نیم‌رسانا، اتومبیل‌سازی، ساخت و تولید، انرژی و محیط زیست، امنیت و مخابرات از دیگران متقاضیان محصولات این شرکت به‌شمار می‌روند.

خدمت به دانش و فناوری

در دهه نود میلادی بود که اتفاق ویژه‌ای توسط لوله‌های افزایشده فوتون (فوتومولتی پلایر) ساخت هاماماتسو فوتونیک با ابعاد استثنایی ۱۲۰ اینچ به وقوع پیوست. ۱۱۲۰۰ لوله افزایشده فوتون در دیواره‌های یک محفظه بزرگ با عنوان تأسیسات Super-Kamiokande در مرکز تحقیقات اشعه‌های کیهانی دانشگاه توکیو کار گذاشته شدند. در سال ۲۰۱۵ تاکاکی کیجیتا، استاد دانشگاه توکیو، پس از انجام یک سلسله پژوهش برای مشاهده ذره بنیادی نوترینو، در این تأسیسات که با استفاده از لوله‌های افزایشده فوتونی ساخت هاماماتسو فوتونیک تجهیز شده بود، موفق شد جایزه نوبل فیزیک را دریافت نماید. اتفاقی که بسیاری آن را موفقیتی فوق‌العاده برای کیجیتا و هاماماتسو فوتونیک به‌طور توأمان تلقی می‌کنند. در ضمن در سال ۲۰۱۳ حس گرهای ساخت این شرکت به

تشخیص ذرات بوزون هیگز^۶ و دریافت جایزه نوبل این سال کمک شایانی کرد. از طرف دیگر، محصولات این شرکت به‌طور فزاینده‌ای در کشف‌های نوین دنیای پزشکی در زمینه سلول‌های بنیادی و داروسازی به کار گرفته شده‌اند. از دیگر حوزه‌های دانش بشری که شرکت هاماماتسو به آن خدمت نموده است، علوم فضایی و ستاره‌شناسی است. کاوشگری که بعد از سفر فضایی خود سالم به زمین برگشت اطلاعات خود را به کمک تجهیزات ساخت این شرکت جمع‌آوری کرده بود. خدماتی که محصولات فوتونیک به دانش و فناوری نموده‌است، نشان از این دارد که مرزهای فناوری فوتونیک و نور نامحدود است و از ریز تریب‌ن ذرات تا کیهان بی‌انتها را در برمی‌گیرد.

محصولات شرکت هاماماتسو فوتونیک بعد از گذشت ۶۶ سال از تأسیس آن همچنان بسیار روزآمد و کارآمد هستند، به خاطر همین است که مدیر عامل شرکت یادآور می‌شود که هاماماتسو فوتونیک با نمایش یک «۱»، از حروف کاتاکانای ژاپنی، (با همان تلفظ حرف e) آغاز شد، اما این نمایش پایان نیافت و امروز نیز همان «۱» با معنای دیگری که همانا تحولات الکترونیک است و امروزه پیش‌رانه کسب و کار بسیاری از صنایع به‌شمار می‌رود همچنان به‌عنوان نماد این شرکت شناخته می‌شود.

6 Higgs Bosons

5 Takaaki Kajita

استفاده از لیدار در اتومبیل‌های آینده

۵۶

لیزر نیوز
LASERNEWS

رویداد بزرگ فوتونیک غرب

۵۴

یافتن نوری تازه

۵۶



SPIEWestPhotonics

رویداد بزرگ فوتونیک غرب

میترا رفاهی زاده

mrefahizadeh@yahoo.com

می گردد. همایش و نمایشگاه‌های این رویداد در فضایی کاملاً تخصصی و با حضور برجسته‌ترین دانشمندان، فعالان علمی و فنی، مهندسان در زمینه‌های بیوفوتیک و علوم شناختی، مراقبت سلامت، لیزرهای پیشرفته تحقیقاتی و صنعتی، سیستم دوربین و حس گرها، تصویربرداری و نمایشگرها، ارتباطات و اپتوالکترونیک و قطعات اپتیکی که مورد نیاز بسیاری از تولیدات هستند برگزار می‌شود.

در بخش همایش و در قسمت زیستی این رویداد فوتونیک امسال تعداد ۲۴۰۰ مقاله و آرایه در این

یکی از بزرگ‌ترین وقایع جهان در حوزه لیزر و فوتونیک در دنیا SPIE West Photonics یا فوتونیک غرب است که هر ساله در یک بخش کنفرانس و دو قسمت نمایشگاهی شامل بخش کارگاهی و نمایشگاه برگزار می‌شود. این رویداد امسال در سن فرانسیسکو، کالیفرنیا ایالات متحده برگزار می‌شود. زمان برگزاری فوتونیک غرب بیست و هفتم ماه ژانویه تا دوم ماه فوریه ۲۰۱۸ است. فوتونیک غرب رویدادی سالانه و بین‌المللی است که در زمینه لیزر، فوتونیک و صنایع نوری مرتبط با بیوپزشکی برگزار

زمینه وجود دارد که از این جهت می‌توان آن را در میان کنفرانس‌های سال ۲۰۱۸ در زمینه بیوفوتونیک بی‌نظیر دانست. این بخش شامل مباحث زیر می‌گردد.

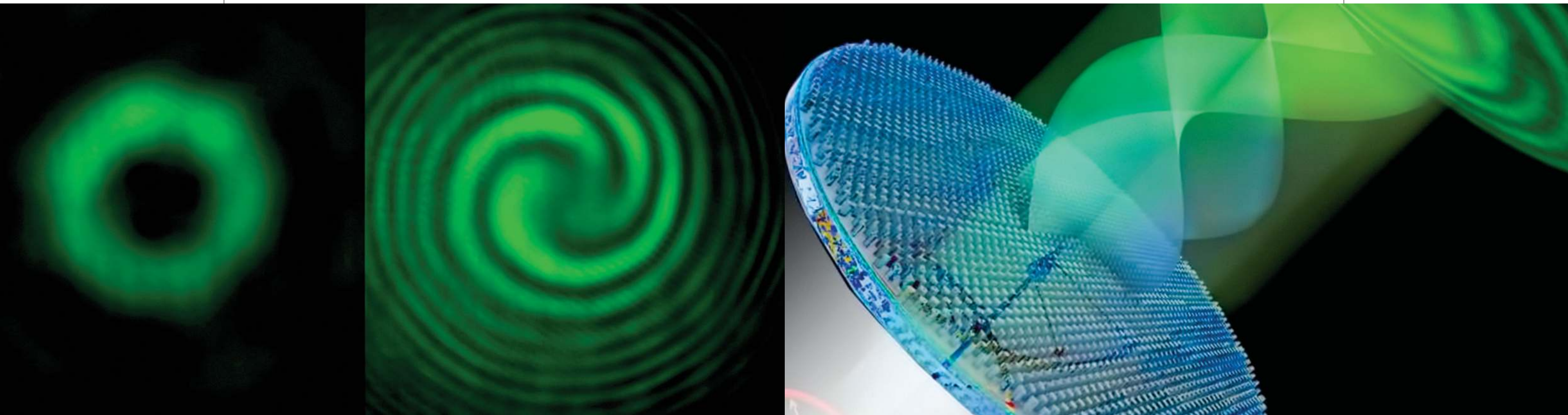
- تشخیص و درمان فوتونیکی
- جراحی مغز و اعصاب، اپتوژنتیک و فوتونیک عصبی
- فناوری و سیستم‌های بالینی
- اپتیک بافت، برهمکنش لیزر و بافت، و مهندسی بافت
- طیف سنجی زیست پزشکی، میکروسکوپ و تصویربرداری
- نانو/بیوفوتونیک
- مغزی
- چاپ سه بعدی

در زمینه لیزرها این همایش دارای ۹۰۰ مقاله و آرایه است و در مباحث مطرح در آن شامل لیزرهای صنعتی، پردازش مواد لیزری، بسته‌بندی میکرو نانو، فیبر، دیود، لیزرهای حالت

جامد، نوسانگرهای لیزری، لیزرهای فوق سریع، نیم رسانا و LEDها و فناوری ساخت سه‌بعدی و ساخت افزایشی است.

در بخش بعدی همایش ۲۰۰۰ مقاله در زمینه‌های فوتونیک سیلیکون، بلور فوتونی، اپتوالکترونیک، لیزر نیم‌رسانا، نقاط کوانتومی و نانوفوتونیک آرایه شده است. این کنفرانس آرایه آخرین تحولات موجود در طیف گسترده‌ای از موضوعات مربوط به فناوری نوری و ادغام آن‌ها برای انواع برنامه‌های کاربردی تجاری را در برنامه خود دارد.

در بخش نمایشگاهی نیز آخرین دستاوردهای حوزه بیوفوتونیک که شامل قطعات اپتیکی بیوپزشکی، محصولات، ابزار دقیق و برنامه‌های کاربردی، لیزر، تصویربرداری مولکولی، حس گرهای زیستی و ... می‌شود آرایه می‌گردد. آرایه بیش از ۷۰ دوره کارگاه فنی و علمی از دیگر بخش‌های نمایشگاهی این رویداد است و بیست و پنج عنوان را در زمینه‌های مختلف در بر می‌گیرد.



فراسطوح، حالت جدیدی از نور را برای تحقیقات
و کاربردهای بنیادی ایجاد می‌کند

یافتن نوری تازه

فاطمه کبیری

ftm_kabir@yahoo.com

اگر به دید معمول به نور خورشید نگاه کنیم، هیچ چیز جدیدی جز روشنایی روز در ورای خورشید وجود ندارد. اما محققان به دنبال یافتن ویژگی‌های تازه‌تری از نور هستند تا کاربردهای جدیدتری از این نعمت بزرگ خداوند در اختیار انسان قرار دهد و بیش از قبل روشنایی بخش زندگانی باشد.



یک سطح فرامواد که از نور قطبیده دایره‌ای برای تولید و کنترل حالت‌های جدید و پیچیده نور مانند گرداب چرخشی نور استفاده می‌کند. این ابزار جدید علاوه بر کشف حالت‌های جدید نور، کاربردهای جدیدی برای نور ساختار یافته معرفی می‌کند.

در طی دهه گذشته، فیزیکدانان تجربی مواد نانو ساختاری ایجاد کرده‌اند که می‌تواند حالت‌های جدیدی از نور را به نمایش بگذارد. این پرتوها رفتارهای عجیبی مانند خم شدن‌های حلزونی شکل یا چرخش و در یک مارپیچ جلو رفتن و تقسیم شدن مانند چنگال را از خود نشان می‌دهند.

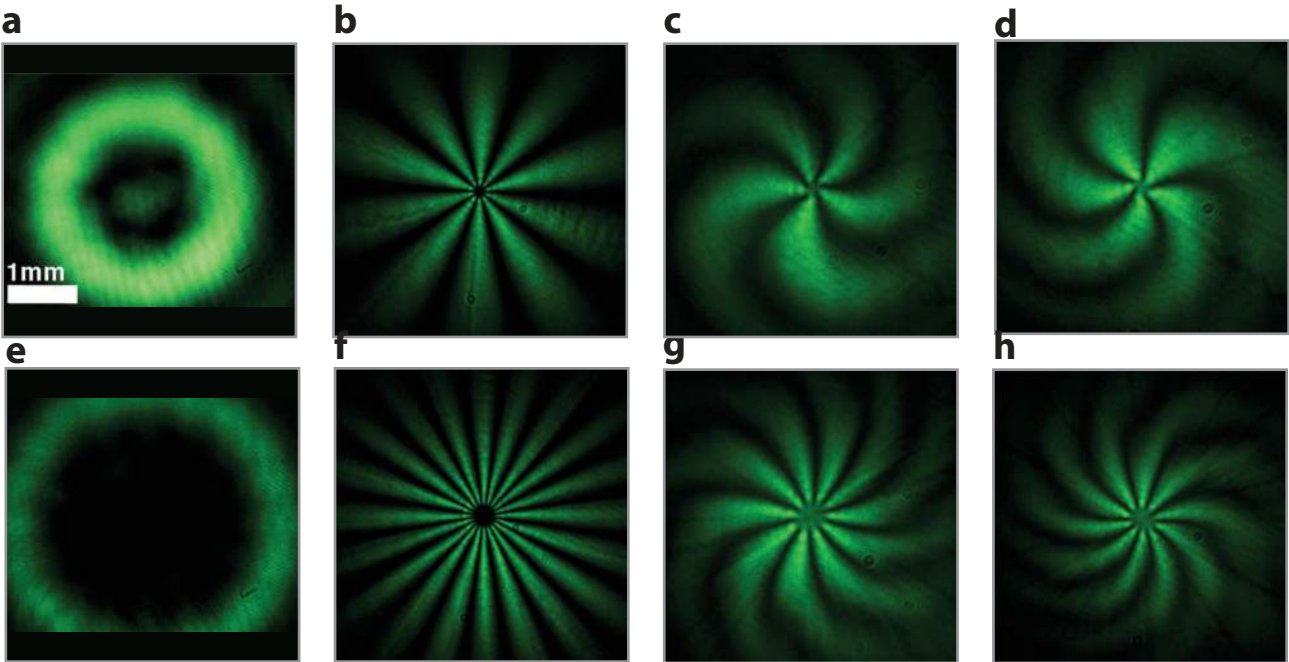
این باریکه‌های ساختار یافته هماهنگ، نه تنها می‌توانند به دانش‌افزایی دانشمندان در مورد فیزیک نور کمک کنند، بلکه طیف وسیعی از کاربردهای تصویربرداری با وضوح بالا برای دستکاری مولکولی و تحول در حوزه ارتباطات را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهند.

در حال حاضر، محققان آموزشگاه علوم

کاربردی و مهندسی جان، ای، پوالسون هاروارد^۱، ابزاری کاملاً متفاوت برای حالت‌های جدید و پیچیده نور ساخته‌اند. حاصل پژوهش این گروه از محققان در مجله «ساینس» منتشر شده است.

فدریکو کاپاسو^۲ با عناوینی مثل استاد تمامی فیزیک کاربردی روبرت والاس^۳ و پژوهشگر برتر وینتون هایس^۴ استاد ارشد مهندسی برق در سیز^۵ و نویسنده اصلی این مقاله ادعا می‌کند که یک سطح فراسطوحی ایجاد شده است که ابزاری نوین

- 1 John A. Paulson
- 2 Federico Capasso
- 3 Robert L. Wallace
- 4 Vinton Hayes
- 5 SEAS



داشته باشد در ۲۵ سال اخیر کشف شده است و این ویژگی نور است که باعث ایجاد حالت‌های جدید و عجیبی مانند پرتوهای با اشکال مارپیچی می‌شود. در تحقیقات گذشته، از قطبیدگی نور برای کنترل اندازه و شکل این پرتوهای عجیب استفاده شده بود، اما به علت اینکه تنها قطبش‌های مشخص می‌توانند به حرکت مداری مشخصی تبدیل شوند؛ این ارتباطات محدود بود. با این حال، تحقیقات مذکور به‌طور قابل توجهی این ارتباطات را مشخص نمود. روبرت دولی^۶، دانشجوی اسبق کارشناسی ارشد آزمایشگاه کاپاسو می‌گوید: «این سطح فراسطوحی ارتباطی کلی از طریق یک دستگاه واحد بین حرکت مداری و قطبیدگی نور ایجاد می‌کند که پیش از این به دانش آن دست یافته بودند».

طراحی این دستگاه را می‌توان طوری انجام داد که هر قطبش ورودی نور بتواند منجر به خروجی یک حرکت زاویه‌ای مداری شود؛ به این معنا که هر قطبش می‌تواند هر نوع نور ساختار یافته را از

6 corkscrews
7 Robert Devli

برای مطالعه حالت‌های جدید نور به‌شمار می‌رود. این حالت‌های نوری عملکردهای پیچیده‌تری را امکان پذیر ساخته است و به محققان اجازه می‌دهد که علاوه بر اینکه حالت‌های جدید نور را کشف می‌کنند، به کاربردهای جدیدی برای نور ساختار یافته دست یابند. دفتر توسعه فناوری هاروارد مالکیت معنوی این پروژه را تأمین می‌کند و منتظر فرصت‌های تجاری برای آن است.

سطوح فرامواد دو جنبه نور، حرکت زاویه‌ای مداری و قطبش دایروی (یا حرکت زاویه‌ای اسپینی)، را به هم مرتبط می‌کند. قطبش جهتی است که نور در امتداد آن ارتعاش می‌کند. در نور قطبیده دایروی، ارتعاش نور یک دایره را نشان می‌دهد. به حرکت زاویه‌ای مداری و قطبش دایروی مانند حرکت یک سیاره، فکر کنید؛ قطبش دایروی، چرخش سیاره در محور خودش است در حالی که حرکت دایروی، چرخش سیاره به دور خورشید می‌باشد.

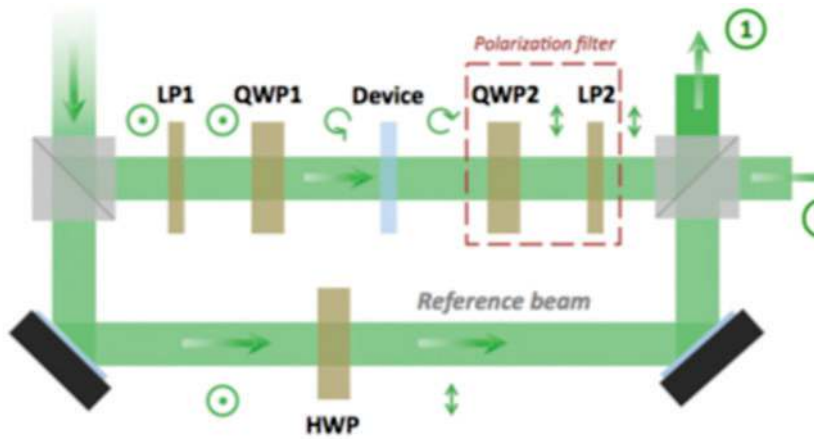
این موضوع که نور حرکت مداری نیز می‌تواند



انواع مختلفی از فراسطوح مبدل اسپین-مداری امکان ایجاد طرح‌های پیچشی مختلف را فراهم می‌کنند. به عنوان مثال، پروفایل شدت طرح مارپیچی به شکل $\vec{a}$ بعد از عبور از شاخه بالایی چیدمان و داشتن قطبش متقاطع به $\vec{b}$ تبدیل می‌شود و طرح تداخلی حاصله با اشکال $\vec{c}$ و $\vec{d}$ نمایش داده شده است. پروفایلی از شدت ایجاد شده توسط فراسطح مبدل اسپین-مداری دیگری ساخت این گروه همانند طرح‌های $\vec{a}$ تا $\vec{d}$ ، که در آن طرح‌های $\vec{e}, \vec{f}, \vec{g}$ و $\vec{h}$ قابل مشاهده هستند.



طرح چیدمان تداخلی برای ایجاد انواع ساختارهای نور ناشی از تداخل برای انواع مختلف فراسطوح که توسط این تیم ساخته شده است.



طراحی دستگاه در ارتباط است.» یک کاربرد دیگر این وسیله، استفاده از آن در تصویربرداری با توان بالاست. سیاهچاله‌ای در مرکز حلقه که به عنوان منطقه شدت نوری صفر شناخته می‌شود، می‌تواند تصویر کوچکتری از حد پراش را نمایش دهد. که معمولاً نصف طول موج نور است؛ با تغییر قطبش نور، اندازه این ناحیه مرکزی را می‌توان تغییر داد تا ویژگی‌های مختلف را اندازه‌گیری کرد. همچنین این پرتوها می‌توانند نقش نور را در حل مسایل مختلف فیزیک افزایش دهند.

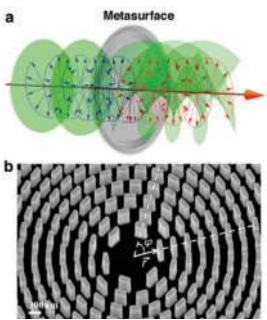
نواراین^{۱۰}، دانشجوی کارشناسی در آزمایشگاه کاپاسو^{۱۱} می‌گوید: «تولید این پرتوهای خاص برای دستیابی به جذابیت‌های علوم پایه بسیار اهمیت دارد. اهمیت این پرتوها در اپتیک و اطلاعات کوانتومی است». از کاربردهای دیگر این پرتوها می‌توان به ارتباطات نوری فضای آزاد، به ویژه در محیط‌های دارای پراکندگی زیاد که معمولاً ارتباطات در آن‌ها مشکل است، اشاره کرد. علاوه بر این، اخیراً نشان داده شده است که با ترکیب لیزر و عناصر مشابه، می‌توان به‌طور مستقیم این حالت‌های جدید نور را ایجاد کرد. که افزودن این ویژگی تازه به نور لیزر ممکن است منجر به گسترش فناوری‌های نوو کاربردهایی پیش‌بینی نشده شود.

10 Noah Rubin
11 Capasso

انواع شکل مارپیچی تا گردابی^۸، در هر اندازه‌ای، تولید کند. همچنین این دستگاه چند منظوره را می‌توان طوری برنامه‌ریزی کرد که هر قطبش، یک نوع حلقه متفاوت را ایجاد کند. آنتونیو آمبروسو^۹، دانشمند مرکز سیستم‌های نانو ساختاری هاروارد (CNS) می‌گوید: «این یک وسیله یک قطعه کاملاً جدید نوری است. بعضی از سطوح فضایی مانند نسخه دیگری به نام coAntonio Ambrosio impact از دستگاه‌های نوری موجود کارآمدتر هستند؛ اما تغییر اسپین-مداری دلخواه نمی‌تواند با دستگاه دیگری انجام شود. هیچ چیز دیگری در طبیعت وجود ندارد که بتواند این حالت خاص نور را ایجاد کند.

یکی از کاربردهای اصلی آن در زمینه دست‌کاری مولکولی و ساخت انبرک نوری است که از نور برای حرکت مولکول‌ها استفاده می‌کند. حرکت مداری نور برای ساختن چرخش و حرکت ذرات میکروسکوپی به اندازه کافی قوی است. آمبروسو در مورد این وسیله این‌گونه اظهار نظر می‌کند: «اگر دستگاه را با یک قطبش نور روشن کنیم، نیروی خاصی ایجاد خواهد کرد (که می‌تواند منجر به حرکت مولکولی شود) و اگر بخواهید نیرو را تغییر دهید، باید قطبیدگی نور ورودی را تغییر دهید. نیرو به طور مستقیم با

8 vortices
9 Antonio Ambrosio

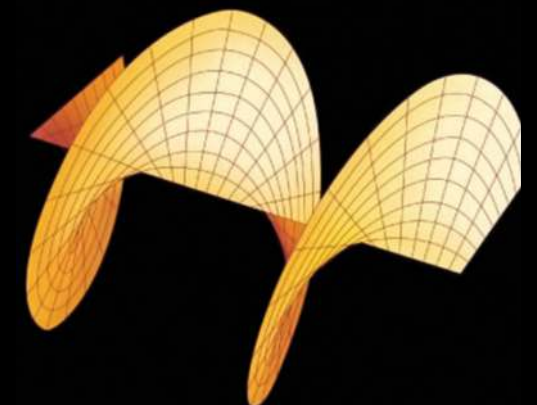
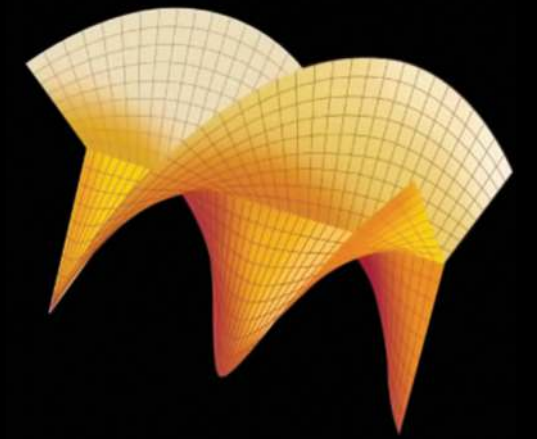


۷

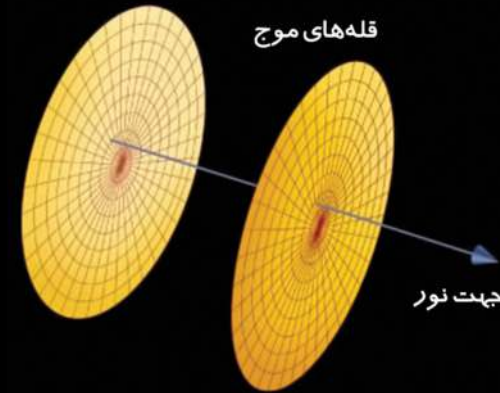
(a) شماتیک اصول عملکردی مبدل اسپین به حرکت مداری، همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود در سمت چپ پرتو قطبیده دایروی با جبهه موج تخت به مد مارپیچی با قطبش دایروی در سمت راست تبدیل شده است، در این نمایش مد مارپیچی دارای توپولوژی دوتایی است و جبهه موج از دو مارپیج به هم تنیده تشکیل شده است. (b) تصویر SEM یکی از فراسطوح به کاررفته برای ایجاد یک مد پیچشی از پهلوه که قطعات نانوی TiO_2 را روی زیر لایه شیشه‌ای نمایش می‌دهد، ϕ زاویه قطبی و r فاصله از مرکز است.

نور مارپیچی

با دادن حرکت زاویه‌ای مداری به فوتون‌های لیزر، جبهه‌های موج می‌پیچند. دانشمندان برای مشاهده این پیچ‌خوردگی، نور لیزر و نور پیچ‌خورده را با هم تداخل می‌دهند.



عدد پیچش: ۰ (نور عادی)
سطح مقطع لکه نور عادی لیزر



ناحیه با شدت پایین
ناحیه با شدت بالا

عدد پیچش: ۳
تعداد قسمت‌های روشن عدد پیچش را مشخص می‌کند.



عدد پیچش: ۴-
با این عدد، نور می‌تواند پیچ راست یا چپ داشته باشد. در این شکل پیچش راست را داریم.



عدد پیچش: ۱
پرتوی مارپیچی، سطح مقطعی حلزونی شکل دارد.

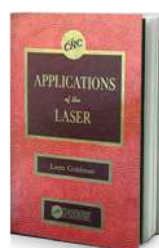
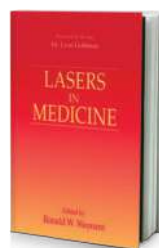
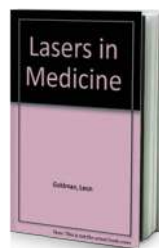


رقابت بر سر ساخت یک لیزر ۶۴

پیشگامان
PIONEERS

۶۲ پیشگامان لیزر - لئون گلدمن

۶۴ رقابت بر سر ساخت یک لیزر



بدون ایجاد خونریزی استفاده شده بود، انجام داد. پالس‌های لیزر که پوست را بریده و رگ‌های خونی را به طور همزمان می‌سوزاند تا خونریزی ایجاد نشود، پس از آن کاربردهای بسیار زیادی در پزشکی پیدا کردند. او به‌طور رسمی در سال ۱۹۷۹ در کنفرانس Opto-Elektronic در مونیخ آلمان به عنوان پدر لیزر پزشکی برگزیده شد و در همان سال انجمن لیزر پزشکی و جراحی آمریکا را تأسیس کرد و در سال ۱۹۸۱ اولین رئیس آن شد. دکتر گلدمن در دهه ۱۹۹۰، مشاور مرکز پزشکی دریایی سن دیگو شد.

به افتخار او، انجمن لیزر پزشکی و جراحی آمریکا (ASLMS) سالانه یادبود لئون گلدمن را جشن می‌گیرد و جایزه لئون گلدمن را به بهترین دستاورد حوزه لیزر پزشکی اهدا می‌کند. از وی نش کتاب در زمینه لیزر پزشکی به جا مانده است. او کتاب «درمان سرطان وجود دارد» را در سال ۱۹۵۸ منتشر کرد.

او همچنین بیش از ۱۰۰ مقاله برای مجلات پزشکی از جمله «لیزر بیومدیکال» و «پزشکی و جراحی لیزر پوست» در تشخیص و پیشگیری از سرطان نوشته است.

گلدمن در سال ۱۹۹۷ در سن ۹۱ سالگی درگذشت. از زمانی که دکتر گلدمن برای اولین بار از لیزر برای حذف خالکوبی استفاده کرد، تا کنون لیزرها جزء جدایی‌ناپذیر پزشکی مدرن بوده‌اند و انواع جراحی‌ها را ایمن‌تر و موثرتر کرده‌اند. امروزه از لیزر تقریباً در تمام شاخه‌های پزشکی استفاده می‌شود.

لئون گلدمن در سال ۱۹۰۶ در سینسیناتی آمریکا متولد شد. تحصیلات مقدماتی خود را در همانجا گذراند و سپس وارد رشته پزشکی در دانشگاه سینسیناتی شد. او مدرک پزشکی خود را در سال ۱۹۲۹ از آن دانشگاه دریافت کرد و به عنوان متخصص پوست در آنجا مشغول به کار شد و در سال ۱۹۴۵ به مدیریت آنجا منصوب شد و تا سال ۱۹۸۰ در آن سمت باقی ماند و سپس ریاست بیمارستانی در سینسیناتی را عهده‌دار شد.

در سال ۱۹۶۰، تنها یک سال پس از اختراع لیزر، او تحقیقات خود در مورد تعامل نور لیزر و سیستم‌های بیولوژیک و مطالعات بالینی اولیه در بر روی انسان را در دانشگاه سینسیناتی آغاز کرد. در آن زمان افراد بسیاری علاقه‌مند به استفاده از لیزر در پزشکی بودند، اما دشوار بودن کنترل قدرت خروجی و انرژی لیزر و همچنین جذب نسبتاً ضعیف طول موج‌های قرمز و مادون قرمز، منجر به نتایج متناقض و ناامید کننده در آزمایش‌های اولیه شده بود. به همین دلیل جراحان چندان تمایلی به آزمایش لیزر نداشتند. در سال ۱۹۶۲، لئون گلدمن که به دنبال راهی برای حذف خالکوبی‌های ناخواسته بود، با استفاده از پیشرفت‌های جدیدی که در آن زمان در حوزه فناوری لیزر به وجود آمده بود، توانست لیزر را به ناحیه خالکوبی بتاباند و خالکوبی را از بین ببرد. آزمایش دکتر گلدمن اولین استفاده از لیزر در تاریخ پزشکی بود. لیزری که گلدمن برای حذف خالکوبی استفاده کرد، همان لیزر باقوت بود که تئودور میمن در سال ۱۹۶۰ آن را اختراع کرده بود. پس از آن از لیزر در درمان بسیاری از مشکلات پوستی مانند حذف خالکوبی، لکه‌های مادرزادی، ترک‌های کششی، آکنه، و واریس استفاده شده است. در سال ۱۹۶۱، او به عنوان اولین محقق برای استفاده از لیزر در درمان بیماری‌های پوستی انسان شناخته شد. در سال ۱۹۶۶، دکتر گلدمن که به عنوان یک متخصص پوست در دانشگاه سینسیناتی کار می‌کرد، نخستین عمل را که در آن از لیزر برای حذف تومور

پیشگامان لیزر لئون گلدمن

• مهنوش غلامزاده

mahnoosh.gholamzade@gamil.com



سپتامبر سال ۱۹۵۹، کنفرانس
«الکترونیک کوانتومی»



بلورها یاقوت مصنوعی بود. این ایده وجود داشت که شاید بتوان یک کریستال را برای گسیل یک نور با شدت قابل ملاحظه و خواص ویژه تحریک کرد. ایروین ویدر^۴ و همکارانش سعی کردند تا با استفاده از یک لامپ تنگستن انرژی الکتریکی را به یک یاقوت پمپ کنند. اما در کمال تأسف سیستم آن‌ها بسیار ناکارآمد بود. در نتیجه این گروه نتوانستند انرژی لازم برای تولید لیزر را ایجاد کنند.

IBM (International Business Machines)

در موسسه توماس واتسون IBM، پیتر سوروکین^۵ متوجه شدند که اگر از یک کریستال با ویژگی‌های مناسب استفاده شود دیگر برای تولید رزوناتور نیازی به آینه نیست. سوروکین یک کریستال فلوراید کلسیم صیقل داده شده با دو انتهای مربعی شکل داشت. اشعه ای که به یک لبه در زاویه ۴۵ درجه برخورد می‌کرد به سمت لبه بعدی منعکس می‌شد و به همین ترتیب بارها و بارها در داخل کریستال رفت و برگشت می‌کرد. ردی از اتم‌های اورانیوم که در کریستال پاشیده شده بود می‌توانست مانند یک گاز در حفره عمل کند. اما حقیقت این بود که این اتم‌ها نمی‌توانستند همانند لیزر عمل تقویت نور را انجام دهند.

آزمایشگاه‌های بل

آزمایشگاه‌های بل دارای امکانات خوبی از یاقوت‌ها برای تحقیقات در زمینه لیزر بودند. حالا نوبت

4 IrwinWieder
5 PeterSorokin

رقابت واقعی بر سر ساخت یک لیزر شروع شد

در سال ۱۹۵۸، زمانی که شاولو^۱ و تاونز^۲ ایده‌های خود را منتشر کردند، فیزیکدانان اقصی نقاط جهان متوجه ساخت میزر اپتیکی شدند و حالا تیم‌های مختلفی به فکر ساخت لیزر افتادند و به امید اینکه موفق شوند اولین سازنده لیزر باشند در آزمایشگاه‌های گوناگون دست به کار شدند.

یک تیم در دانشگاه کلمبیا

شاولو، تاونز را ترک کرد تا اولین تلاش‌های خود را برای ساخت لیزر آغاز کند. تونز که خواص گاز پتاسیم را به خوبی می‌شناخت تصمیم گرفت تا با این گاز کار کند. اما متأسفانه یکی از خواص گاز فعال پتاسیم، ایجاد خوردگی بود و باعث شد گاز به لوله‌های شیشه ای تاونز حمله و آن‌ها را تیره کند.

در شرکت TRG(The Resource Group)

چه می‌گذشت

زمانی که ایده‌ی تاونز و شاولو منتشر شد، گوالد^۳ که با TRG همکاری می‌کرد، به کارفرمایان خود گفت که او هم قبلاً در همین مسیر گام‌هایی برداشته است. در آن زمان این شرکت برای اجرای پروژه‌ای در این زمینه برای وزارت دفاع ایالات متحده تأمین مالی می‌شد. این پروژه در دسته بندی طرح‌های «سری» وزارت دفاع قرار داشت و گوالد از کار بر روی آن منع شده بود. علت این قضیه به قضایای جنگ سرد بین ایالات متحده و شوروی برمی‌گشت؛ گوالد برای مدت کوتاهی در یک گروه تحقیقاتی مارکسیستی در زمان جنگ فعالیت داشت و این مانع اصلی او در همراهی با این پروژه بود.

آزمایشگاه‌های تحقیقاتی وستینگ‌هاوس

در میزهایی که تا آن زمان ساخته شده بودند علاوه بر گاز از کریستال‌ها هم استفاده می‌شد و یکی از این

1 Schawlow
2 Townes
3 Gould



از بین رشته محل‌ها، فیزیک
تئودور مایمن به دنبال لعل
در خشان، قلب اولین آزمایشات
لیزر خود است.

رقابت بر سر ساخت یک لیزر

فاطمه کبیری

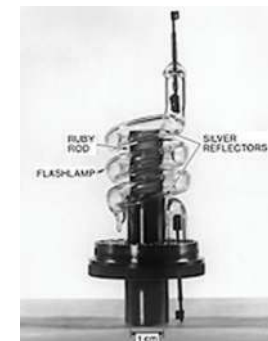
ftm_kabir@yahoo.com



آزمایشگاه Bell بخش لیزر
هلیم-نئون، علی جوان
(سمت چپ) و
دونالد آر. هرriot
(Donald R. Herriot)



تجهیزات اصلی لیزر هلیم-نئون که توسط علی جوان در سال ۱۹۶۰ به کار گرفته شده بود. علی جوان در مورد اختراع لیزر گازی هلیم-نئون می گوید: پس از آن که این ایده را مطرح کردم و حقیقتاً متقاعد شدم که هلیوم و نئون بهترین محیط برای ادامه کار است، افراد بسیاری بودند که اعتقادی به این کار نداشتند. این افراد به من می گفتند که تخلیه گاز به شدت بی نظم خواهد بود؛ نمی توانید نتیجه ای بگیرید. در حالی که می دانستم درین شرایط که عدم اطمینان زیادی وجود دارد ما می توانیم اوضاع را کنترل کنیم.



اولین لیزر. مایمن از یک لامپ درخشان مارپیچی استفاده کرد.



شاوولو بود که به فکر کریستال های یاقوت برای تولید لیزر بیفتد، او تصمیم گرفت که این مسیر را امتحان کند. در عین حال، علی جوان، دانشجوی سابق تاونز مسیر دیگری را دنبال کرد. جوان هم مانند تاونز محیط ساده گاز را ترجیح داد. او ترکیب هلیوم و نئون را در یک لوله شیشه ای قرار داد. تخلیه الکتریکی از طریق گاز، به هلیوم انرژی می دهد و بر خوردش این انرژی را به نئون منتقل می کند. ولی آن ها هم در این مرحله موفق نشدند لیزر را ایجاد کنند!

آزمایشگاه های Hughes

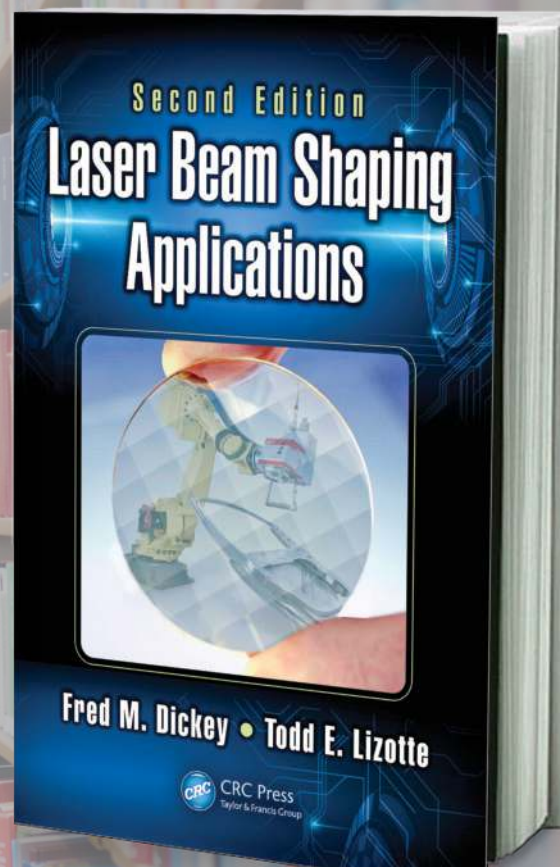
تئودور مایمن محاسبات و اندازه گیری هایی را انجام داد. براساس این محاسبات او متقاعد شده بود که نظر ویدر که می گفت «پمپ انرژی زیاد در یاقوت مساله ای غیر ممکن می باشد»، نادرست است. واقعیت این بود که در این حالت به یک منبع انرژی فوق العاده درخشان نیاز بود. مایمن در حین تحقیقاتش متوجه شد که منبع نباید درخشش پیوسته داشته باشد چیزی که شاوولو و دیگران برایش تلاش می کردند. درحقیقت، یک لامپ درخششی این مشکل را حل می کرد. او در کاتالوگ سازندگان لباسشویی، یک لامپ خیلی درخشان با شکل مارپیچی پیدا کرد. درست در این زمان، او به نصب یک لعل درخشان در داخل این لامپ فکر می کرد. مایمن به کمک همکارش قطعات دستگاه را مونتاژ و در نهایت در ۱۶ می سال ۱۹۶۰ پالس های نور

6 Theodore Maiman

قرمز را مشاهده کردند. این اولین لیزر جهان بود.

لیزرها به کار افتادند!

با انتشار کارهای مایمن، تیم های دیگر به سرعت دست به کار شدند. در عرض چند هفته پس از کنفرانس مطبوعاتی ای که این کشف را اعلام کرد، یعنی در ماه جولای همان سال، گروه های آزمایشگاهی TRG و لامپ هایی مانند آن هایی که در عکس تبلیغاتی مایمن بود خریداری، دستگاه خود را تولید و جزییات آن را بررسی کردند... شاوولو که دیگر به گروه بل ملحق شده بود، به همراه تکنسین خود، جورج دلوین به کمک نوع دیگری از کریستال یاقوت یک لیزر ساخت. ویدر و لین سارلز نیز به طور مستقل به نتایج مشابهی رسیدند... یک نکته جالب این بود که سورو کین وقتی دستاوردهای مایمن را شنید، تازه متوجه شد که او بیش از حد بدبین بوده است. او و میرک استیونسون بلورهای کلسیم فلوراید خود را با سیلندرهای نقره جابه جا و در نهایت در ماه نوامبر لیزر را از آن دریافت کردند. قدرت ورودی آن ۱ درصد کمتر از قدرتی بود که برای لیزر یاقوت مورد نیاز بود... علی جوان و دونالد هرriot و ویلیام بنت نیز در آزمایشگاه بل، مسیر خود را ادامه دادند و در ماه دسامبر یک پرتوی متوالی از اشعه مادون قرمز به دست آوردند و به این ترتیب اولین لیزر گازی تولید شد. در مجموع تا انتهای سال ۱۹۶۰ سه نوع لیزر با تفاوت های چشمگیر به نمایش گذاشته شد.

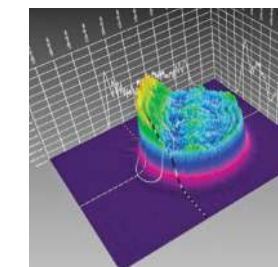


کاربردهای شکل دهی پرتو لیزر

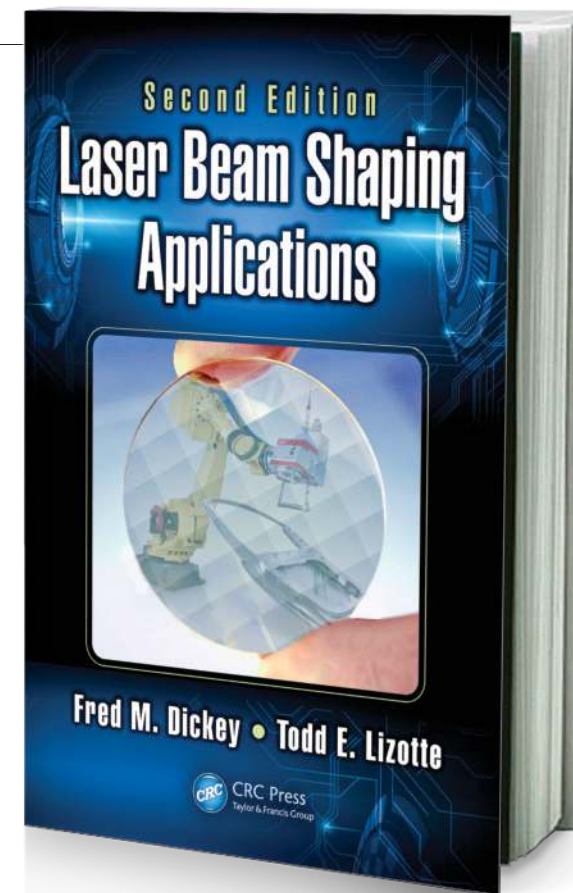
راهنما
GUIDE

کاربردهای شکل دهی پرتو لیزر

لومریکال: دقیق و کارآمد



برخی از کاربردهایی که در آن‌ها از تغییر شکل توزیع شدت پرتو استفاده می‌شود، عبارتند از: منابع پمپ لیزری، اعمال جراحی پزشکی، چاپگرهای لیزری، انبرک‌های نوری، طیف‌سنجی لیزری، تمام‌نگاری، تصویربرداری و ویدئو پروژکتورها، پردازش علائم نوری، برشکاری، جوشکاری، سوراخکاری، پردازش مواد و سخت‌کاری لیزری و بسیاری از کاربردهای روزافزون دیگر.



Laser Beam Shaping Applications

کاربردهای شکل‌دهی پرتو لیزر

● محمدرضا شریفی مهر

m_sharifimehr@sbu.ac.ir

ویراستاران: Fred M. Dickey, Todd E. Lizotte

ناشر: CRC Press, Taylor & Francis Group

سال انتشار: ۲۰۱۷

تعداد صفحات: ۴۲۹

بیش از سه دهه است که مطالعات تئوری و آزمایش‌های تجربی در مورد انواع روش‌های تغییر شکل توزیع شدت پرتو لیزر در حال انجام است

و روش‌های مختلفی نیز به منظور تغییر توزیع شدت گاوسی پرتو لیزر مورد استفاده قرار گرفته است که هر یک از آن‌ها به ساخت نوع خاصی از سیستم‌های شکل‌دهنده پرتو منتهی شده است. امروزه با توجه به شکل توزیع شدت مورد نظر، نوع کاربرد و همچنین آگاهی از مزایا و معایب هر یک از روش‌های موجود و با بهره‌گیری از پیشرفت‌های

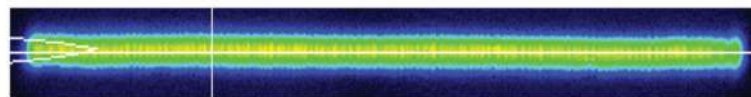
صورت گرفته در این زمینه، می‌توان بهترین روش را برای کاربرد مورد نظر انتخاب نمود.

کتاب «کاربردهای شکل‌دهی پرتوی لیزر» علاوه بر معرفی ویژگی‌های مهم و بیان جزئیات مربوط به استفاده از روش‌های مختلف شکل‌دهی پرتو در کاربردهای فوتونیک، به ارائه چیدمان‌های اپتیکی قابل تعمیم به سیستم‌های موجود و همچنین معرفی قطعه‌ها و دستگاه‌های تجاری و صنعتی ساخته شده در هر روش نیز پرداخته است.

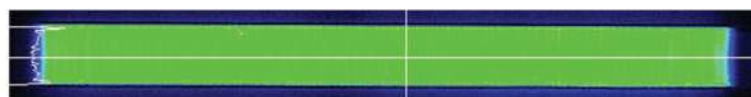
این کتاب در ۱۲ فصل و در هر فصل با همکاری برجسته‌ترین دانشمندان پیشرو در هر یک از زمینه‌های تخصصی مورد بحث، نوشته شده و چیدمان‌های کاربردی گوناگونی در هر مورد ارائه شده است. از آن جمله می‌توان به استفاده از شکل‌دهی پرتوی لیزر در این مباحث اشاره نمود: میکرولیتوگرافی، چاپ لیزری، ذخیره‌سازی اپتیکی داده‌ها، جداسازی ایزوتوپ‌ها، آینه‌های تطبیقی، المان‌های اپتیکی پراشی، میکرو-اپتیک و لنزهای آرایه‌ای. فصل ۱۲ این کتاب نیز به مرور کلی روابط تئوری مورد استفاده، الگوریتم‌ها و شبیه‌سازی، پارامترهای مهم در انتخاب روش مناسب برای کاربرد مورد نظر و همچنین ملاحظات مربوط به هر یک از روش‌های مورد استفاده پرداخته است.

ویرایش اول این کتاب در سال ۲۰۰۵ و در ۹ فصل منتشر شد که با توجه به رویکرد کاملاً کاربردی در ارائه مطالب کتاب، مورد استقبال خوب متخصصین قرار گرفت.

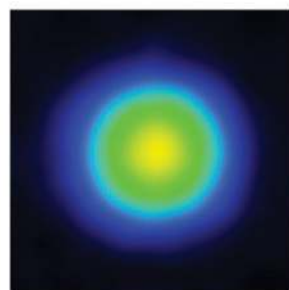
ویرایش دوم این کتاب که در اینجا معرفی شده است با افزودن سه فصل جدید و بروزرسانی مطالب و ویرایش قبلی، جزئیات بیشتری از تئوری و تکنیک‌های مورد استفاده را به همراه سیستم‌های کاربردی مبتنی بر این روش‌ها ارائه نموده و نسبت به ویرایش قبلی، مطالب جدیدتری در زمینه‌های لیتوگرافی نوری، شکل‌دهی پرتوی لیزر با استفاده از فیبرنوری و همچنین استفاده از پرتوهای شکل‌دهی شده در کاربردهای دستکاری سلول‌های زنده ارائه



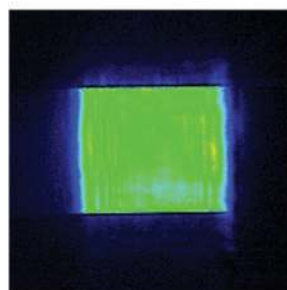
Line shaped top-hat



Rectangular top-hat



Circular Gaussian



Square top-hat

نموده است.

این کتاب با دارا بودن مثال‌های متنوع و معرفی مراجع تخصصی گوناگون در مباحث ارائه شده، می‌تواند به عنوان یک راهنمای کاربردی بسیار جامع در پروژه‌های مرتبط با شکل‌دهی پرتو لیزر مانند برهم‌کنش پرتو لیزر با مواد و همچنین بهینه‌سازی عملکرد سیستم‌های لیزری موجود مورد استفاده قرار گیرد.

دکتر Fred M. Dickey ویراستار اول این کتاب که از برجسته‌ترین متخصصین بین‌المللی در زمینه شکل‌دهی پرتو می‌باشد، در سال ۱۹۷۵ مدرک دکترای خود را اخذ نموده و دارای تألیفات و پژوهش‌های متعددی در این زمینه می‌باشد که از آن جمله می‌توان به انتشار بیش از ۱۰۰ مقاله و کتاب تخصصی و ۹ ثبت اختراع در این زمینه اشاره نمود. وی در سال ۲۰۰۱، کنفرانس بین‌المللی شکل‌دهی پرتوی لیزر را راه‌اندازی نمود که در هشت سال نخست برگزارای این کنفرانس، ریاست آن را عهده دار بود. هجدهمین دوره این کنفرانس نیز در ماه آگوست سال ۲۰۱۸ برگزار خواهد شد.



لومریکال: دقیق و کارآمد

راحله سعیدی

rsaedi87@gmail.com

مواد جدید مثلاً بر اساس ضریب شکست را نیز دارد. لومریکال شامل مجموعه نرم افزارهای FDTD Solutions، MODE Solutions، DEVICE و INTERCONNECT است.

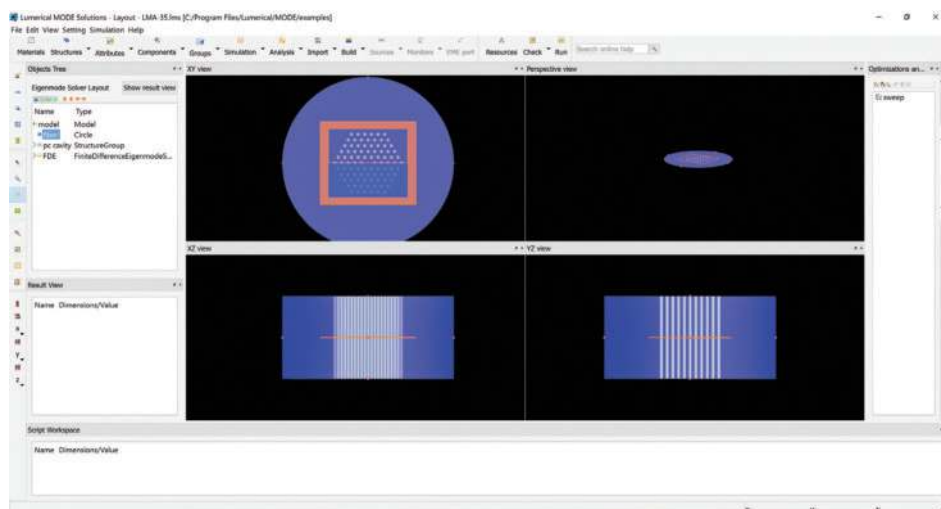
نرم افزار FDTD Solutions نرم افزاری است که با حل سه بعدی معادلات ماکسول با روش تفاضل متناهی (Finite Difference) در حوزه زمان، به طراحی، تجزیه و تحلیل انتشار نور درون ساختارهای مورد نظر و بهینه سازی ابزارهای نانوفوتونیک می پردازد. این نرم افزار در طراحی و ساخت ساختار مورد بررسی، در اپتوالکترونیک، مدارهای مجتمع فوتونیک، مخابرات نوری و بیوفوتونیک استفاده می شود.

نرم افزار MODE Solutions نرم افزاری است که برای طراحی، شبیه سازی و بهینه سازی ادوات موجبر به کار می رود. این نرم افزار دارای دو موتور شبیه سازی Eigen mode Solver و انتشار دهنده (Propagator) است. در آنالیز مودی، مودهای هدایتی در ساختار موجبر با مشخصاتی نظیر تلفات، ضریب شکست موثر و ... در طول موج خاص آنالیز می شوند. در حالی که در موتور شبیه سازی انتشار دهنده، نور به

لومریکال (Lumerical) نرم افزاری بسیار قدرتمند جهت طراحی و شبیه سازی دوبعدی و سه بعدی افزاره های نوری و الکترونیکی است. از ویژگی هایی که این نرم افزار را نسبت به سایر نرم افزارهایی با کارایی مشابه متمایز می کند، می توان به دقت بالا، امکان طراحی ساختارهای پیچیده، وجود مانیتورهای کارآمد و ... اشاره کرد. به علاوه، بهینه سازی الگوریتم های محاسبات موازی در این نرم افزار، آن را به ابزاری قدرتمند جهت شبیه سازی تبدیل کرده است. اساس کار این نرم افزار قدرتمند به کارگیری معادلات فیزیکی و حل عددی آنها بر اساس روش تفاضل محدود است؛ در صورتی که نیازی به کدنویسی و وارد کردن معادلات سخت و پیچیده نیست. این نرم افزار برای شبیه سازی و بهینه سازی قطعات نوری از جمله موجبرها، مالتی پلکسرها، آشکارسازها، سوپرنزها، سلول های خورشیدی، قطعات پلاسמוنی و ادوات مخابراتی گزینه مناسبی است. همچنین این نرم افزار قابلیت ادغام با نرم افزار محبوب و پرکاربرد متلب را نیز داراست. این نرم افزار دارای کتابخانه ی جامعی از مواد مختلف بوده و همچنین قابلیت تعریف



نمای کلی محیط نرم افزار، محیط شبیه سازی و دسترسی به ویرایش آن از طریق Edit object، نمایش ساختار در جهات مختلف



Working Directory برای تغییر مسیر راهنما و Import برای وارد کردن فایل هایی با فرمت خاص به نرم افزار می باشد. تب دیگر Edit که شامل Undo برای بازگشت به حالت قبل، Redo برای رفتن به حالت بعد و گزینه های copy، Paste، Edit properties، Move، Array و Delete هم در این بخش موجود می باشند که در بخش طراحی هندسی ساختار کمک شایانی می کنند. گزینه ی Edit Properties برای ویرایش خواص فیزیکی مواد مورد استفاده در ساختار به کار می رود. از تب View برای فعال و غیرفعال کردن گزینه های مربوط به نمایش ساختار و همچنین نتایج شبیه سازی از جمله دوبعدی یا سه بعدی بودن و نمایش آن در جهت های مختصاتی دلخواه می توان استفاده کرد. جزییات بیشتر برای نمایش محیط نرم افزار از تب Windows قابل دسترسی است. در تب Setting تنظیمات مربوط به ابعاد ساختار، زمان، فرکانس و تلفات و... وجود دارد. همچنین در تب Simulation روش های شبیه سازی تعریف می شوند.

به عنوان مثال برای یافتن ضریب شکست موثر و تعیین مدهای طولی و عرضی یک ساختار از نرم افزار Mode Solution استفاده می شود که در ادامه به بررسی جزییات آن خواهیم پرداخت. هندسه ساختار مورد بررسی از قسمت Structure با توجه به گزینه های موجود قابل طراحی است.

صورت همه جانبه در سیستم های نوری سطحی مانند رزوناتورها، کوپلرها، ادوات بلور فوتونی و به طور کلی سیستم های موجبری منتشر شده و خواص آنها مورد بررسی قرار می گیرد.

نرم افزار DEVICE یک ابزار شبیه سازی الکتریکی مبتنی بر فیزیک نیمه هادی است. این نرم افزار مجموعه ای از معادلات نیمه هادی بر اساس پتانسیل الکترواستاتیک و چگالی بار (الکترون و حفره) حاکم بر ساختار راحل می کند. در واقع روش حل معادلات Drift-Diffusion روشی قدرتمند در تولید نتایج دقیق برای طیف گسترده ای از ابزارهای نیمه هادی است.

نرم افزار INTERCONNECT یک شبیه ساز مدار مجتمع فوتونیک است. این نرم افزار امکان بهینه سازی سیستم های فوتونیک با استفاده از دارایی های الکترونیک، کنترلرها و گیرنده ها فراهم می کند. در ادامه به بررسی محیط نرم افزار و حل یک مثال از نرم افزار Mode Solutions می پردازیم.

مشابه همه نرم افزارهای معمول شبیه سازی منوی نرم افزار در بالای آن قرار دارد که این منو شامل تب File با زیر بخش های New برای ایجاد یک فایل، Open برای باز کردن فایل هایی که قبلاً ایجاد شده، Save برای ذخیره کردن فایل ها بر روی خود فایل اصلی، Save as برای ذخیره کردن فایل در مسیر جدید، Change



۷۴

شکست نور

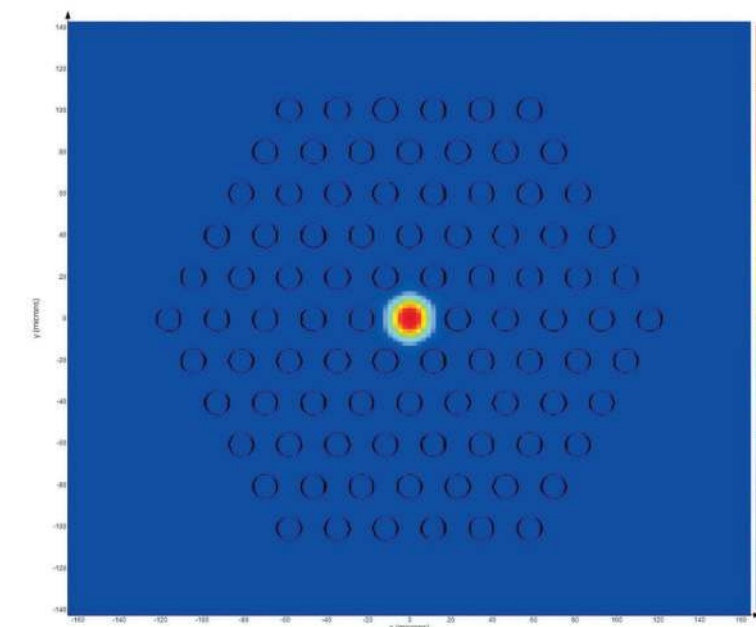
مدرسه فناوری

ACADEMY

و نرم افزار می خواهید بستگی دارد. تنظیمات مربوط به هندسه محیط شبیه سازی که تحلیل فیزیکی، شبکه بندی و تعیین دقت شبکه از طریق تعیین تعداد سلول و شرایط مرزی اولیه در این ناحیه صورت می گیرد. این تنظیمات از طریق کلیک راست کردن بر روی گزینه ی Edit Object قابل ویرایش و دسترسی است.

در نهایت با فشردن گزینه ی Run پنجره ای باز شده که در آن تعداد مدها، فرکانس یا طول موج و ضریب شکست را تعیین و سپس با فشردن گزینه ی Calculate Mode نرم افزار شروع به محاسبه می کند.

مدت زمان شبیه سازی و حل مساله به پیچیدگی ساختار، دقت شبکه بندی و ظرفیت پردازش رایانه بستگی دارد. در بخش نتایج نیز کاربر قادر به انتخاب چگونگی نمایش داده های خروجی و پارامترهای فیزیکی بوده و امکان رسم نمودار بر اساس یک یا چند کمیت اولیه همانند دیگر نرم افزارها وجود دارد. نکته قابل توجه وجود گزینه مانیتور در نرم افزار است که امکان گرفتن فیلم برای نمایش نحوه انتشار میدان الکتریکی بطور خاص در یک ساختار را برای کاربر فراهم می کند. علاوه بر این امکان حل یک مساله به صورت وارد کردن چند فیزیک مختلف در این نرم افزار وجود دارد. از ویژگی های دیگر این نرم افزار وجود وبسایت رسمی متعلق به این نرم افزار و حل مسائل گوناگون در بسیاری از حوزه ها و قرار دادن فایل های متنوع شبیه سازی در آن است که این موضوع به کاربر در روند یادگیری و تشریح چرایی انتخاب فیزیک و نوع شبکه بندی و جزییات به کارگیری روش های مختلف در حل مساله و طراحی بهینه ساختار کمک شایانی می کند.



این نرم افزار ابزار نسبتاً مناسبی برای طراحی ساختارهای نه چندان پیچیده فراهم نموده اما برای ترسیم ساختارهای به نسبت پیچیده تر می توان از نرم افزارهای دیگر برای طراحی استفاده کرده و متعاقباً فراخوانی فایل های مربوطه از طریق این نرم افزار کار ساده ای خواهد بود. برای ساختار طراحی شده از قسمت Material، جنس مواد مورد استفاده تعیین می شود. این مواد را می توان به سادگی از مواد پیش فرض موجود در کتابخانه نرم افزار یا به صورت وارد کردن ضریب شکست و تعریف یک ماده جدید انتخاب نمود. با استفاده از بخش Simulation فیزیک مساله تعیین می شود. منظور از فیزیک حاکم بر مساله مشخص ساختن هدف شبیه سازی و نتایج آن، شرایط مرزی اولیه و پارامترهای موثر بر شبیه سازی است. این قسمت شامل سه روش برای حل مساله است که چون هدف از شبیه سازی در ابتدای مثال یافتن ضریب شکست موثر و یافتن مد بود لذا گزینه Eigen Mode Solver انتخاب می شود. روش های دیگر به آنچه که از شبیه سازی



نمایش توزیع شدت میدان الکتریکی در مد اصلی ساختار

۷۴

شکست نور

۸۰

آزمایش جهت فلش ها

۸۱

به سادگی یک میکروسکوپ بسازید

شگست‌نور

● مه‌نوش غلامزاده

mahnoosh.gholamzade@gamil.com



علت شکست نور چیست؟

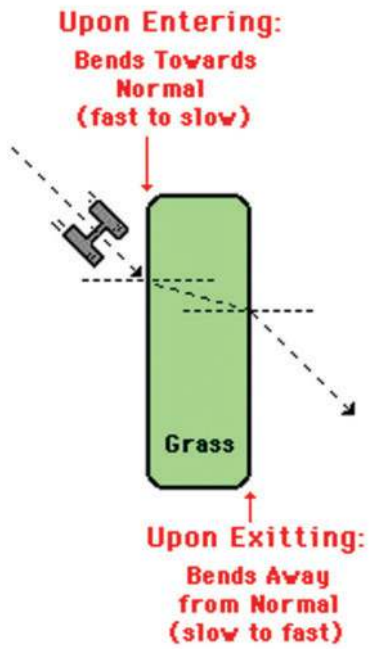
شکست نور به دلیل گذر نور از مرز بین دو محیط اتفاق می افتد. شکست نور صرفاً یکی از چندین رفتار مرزی موج نور است که در هنگام برخورد با یک محیط جدید از خود بروز می دهد. عبور نور از مرز بین دو محیط با تغییر در سرعت نور همراه است. تنها جهت موج نور در مرز بین دو محیط تغییر نمی کند؛ بلکه سرعت آن نیز کاهش یا افزایش می یابد و موج با طول موج کوتاه تر یا بلندتر عبور می کند. تنها زمانی که موج نور در جهت عمودی به مرز دو محیط وارد می شود علی رغم تغییر سرعت، شکسته نمی شود. ولی زمانی که موج نور با زاویه وارد محیط دیگر می شود، شکست نور رخ می دهد.

اما چرا نور شکسته می شود؟ علت چنین رفتاری چیست؟ آیا این رفتار انکساری همیشه رخ می دهد؟ برای پاسخ به این سوالات باید چند مفهوم فیزیکی را تعریف کنیم.

شکست نور، خم شدن مسیر موج نوری است که از مرز جدا کننده دو محیط عبور می کند. این انحراف به دلیل تغییر در سرعت موج ایجاد می شود. هنگامی که یک موج نور از یک محیط با سرعت کم به محیطی وارد شود که سرعتش بیشتر شود، شکسته می شود. در این حالت، پرتو شکسته شده از خط عمود بر سطح دور می شود؛ این قانون شکست است. از سوی دیگر، اگر یک موج نور از محیطی با سرعت بیشتر وارد محیطی شود که سرعتش کند شود، شکسته شده و پرتو بعد از شکست، به خط عمود بر سطح نزدیکتر می شود.

اجازه بدهید از یک مقایسه برای درک بهتر این دو اصل کمک بگیریم. فرض کنید که یک تراکتور در حال حرکت روی سطح آسفالت است و سپس به سمت یک قطعه زمین چمن مستطیلی می رود. پس از وارد شدن به چمن، سرعت چرخ های تراکتور کم می شود و پس از خروج از چمن در طرف مقابل، چرخ های تراکتور سرعت می گیرند و سرعت اولیه خود را به دست می آورند. در واقع، این قیاس را برای

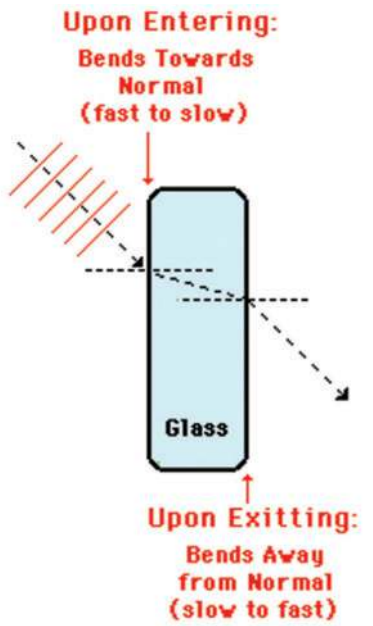
یک موج نور که از دو مرز عبور می کند به کار می بریم. در مرز اول (مشابه مرز آسفالت به چمن)، سرعت موج نور کاهش می یابد و در مرز دوم (مثل چمن به مرز آسفالت)، سرعت موج نور افزایش می یابد. ما می توانیم دو اصل مهم ذکر شده در بالا را اعمال کنیم و جهت خم شدن و مسیر تراکتور را هنگام عبور از زمین چمن پیش بینی کنیم. همان طور که در شکل نشان داده شده است، پس از ورود به چمن، سرعت چرخ ها کم می شود و مسیر تراکتور خم می شود (نسبت به خط عمود بر سطح). پس از خروج از چمن، چرخ ها سرعت می گیرند و مسیر تراکتور باز هم خم می شود. مسیر تراکتور در محیط کندتر به خط عمود بر سطح نزدیک، و در محیط سریعتر از خط عمود بر سطح دور تر می شود.



چرا سرعت موج تغییر می کند؟

مثال تراکتور را می توان برای بیان مسیر موج نوری

به کار برد که از هوا به یک مستطیل شیشه ای وارد و از آن خارج می شود. از آنجایی که تراکم هوا از شیشه کمتر است، سرعت موج نور پس از ورود به شیشه کاهش می یابد و هنگام خروج از شیشه، سرعت افزایش می یابد. به عبارت دیگر، موج نور به همان ترتیب شکل بالا تغییر سرعت می دهد. جهت خم شدن موج نور پس از ورود و خروج از شیشه همانند شکل زیر است. پرتو نور پس از وارد شدن به شیشه (عبور از محیط سریع به محیط کند) و پس از خروج از شیشه (عبور از محیط کند به یک محیط سریع) شکسته می شود. این موضوع در شکل زیر نشان داده شده است.



توجه کنید که جهت پرتو بعد از عبور از شیشه و چمن با جهت پرتو فرودی یکسان است و تغییری در جهت حرکت نور نهایی وجود ندارد. این اتفاق تنها زمانی ایجاد می شود که دو شرط زیر وجود داشته باشد:

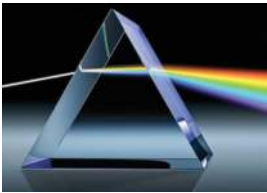
■ کناره های شیشه ای که نور به آن وارد و از آن خارج می شود با یکدیگر موازی باشند.

■ محیط دو طرف شیشه ای که نور به آن وارد و از آن خارج می شود یکسان باشد.

زمانی که نور در یک محیط معین حرکت می کند، به خط مستقیم سیر می کند. اما هنگامی که نور از یک محیط به یک محیط دیگر وارد می شود، مسیر نور خم می شود و شکست نور اتفاق می افتد. شکست نور فقط در مرز دو محیط رخ می دهد. هنگامی که نور از مرز دو محیط عبور کرده است، همچنان به خط راست حرکت می کند. اما جهت آن خط، متفاوت از مسیرش در محیط اولیه است.

اگر هنگام تماشای یک شی، محیط نور بازتاب شده از آن شیء تغییر کند، ممکن است دچار خطای دید شوید. این خطای دید را وقتی که مدادی را در یک لیوان شیشه ای که تا نیمه از آب پر است فرو برده اید، مشاهده نموده اید. هنگامی که از شیشه به قسمتی از مداد که در بالای سطح آب واقع شده است نگاه می کنید، نور به طور مستقیم از مداد به چشم شما منتقل می شود. از آنجا که محیط این نور تغییر نمی کند، شکسته نخواهد شد. (در واقع تغییر محیط از هوا به شیشه و بازگشت به هوا وجود دارد.

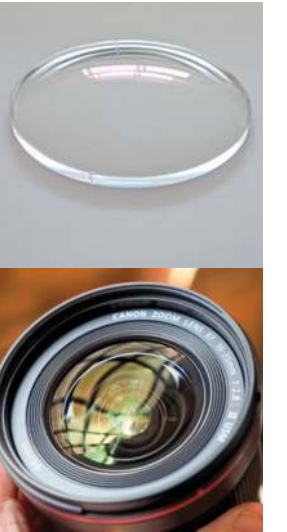
از آنجا که شیشه بسیار نازک است و به دلیل شروع و پایان حرکت نور در هوا، شکست نور داخل و خارج شیشه باعث انحراف کمی در جهت اصلی نور می شود). ولی وقتی که به قسمتی از مداد که در آب فرو رفته است نگاه می کنید، نور از آب به هوا (یا از آب به شیشه و به هوا) وارد می شود. محیط این پرتو نور، تغییر می کند و شکست نور متوالیاً اتفاق می افتد. در نتیجه تصویر مداد، شکسته دیده می شود و به نظر می رسد بخشی از مداد که در آب غوطه ور است، از قسمت بیرون از آب مداد جدا شده است. این خطای دید با شکست نور توضیح داده می شود.



از جاهای دیگری که می توانیم اثرات شکست نور را ببینیم باشندگی نور سفید در منشور است. که به دلیل تغییر سرعت نور هنگام ورود به منشور ایجاد می شود. رنگ های تشکیل دهنده نور سفید را که به ترتیب عبارتند از: قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش طیف نور سفید می نامند. اگر باریکه ای از نور سفید به یک منشور بتابد، شکسته شده به رنگ های سازنده اش تجزیه یا تفکیک می شود. دلیل این موضوع این است که ضریب شکست مواد شفاف مختلف مانند شیشه، دقیقاً مقدار معینی نیست و تا حدی به رنگ نور و در واقع به طول موج امواج نور بستگی دارد.



شکست نور، خم شدن موج نوری است که از مرز جدا کننده در محیط شفاف عبور می کند. این انحراف به دلیل تغییر در سرعت موج ایجاد می شود.

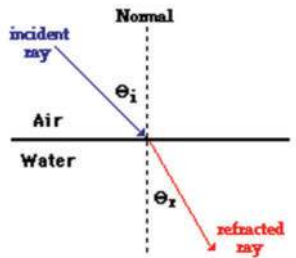


عینک طبی، ذره بین، دوربین های چشمی، تلسکوپ عکاسی، دوربین های جشمی، میکروسکوپ همگی اشیایی هستند که از عدسی در آنها استفاده شده است. عدسی ها بر اساس شکست نور عمل می کنند.



در این حالت پرتوهای نوری که از مسیر اصلی منحرف شده اند، آن هایی هستند که از قسمت زیرین مداد بازتاب پیدا می کنند و از طریق آب، به هوا و در نهایت به چشم ما می رسند. این مکان تصویری است که مغز آن را مکان جسم اصلی در نظر می گیرد. تمام پرتوهای ورودی نور به چشم، روی شبکه متمرکز می شوند تا تصویر تشکیل شود. تصویر پرتوهای نور از بخش غوطه ور در آب مداد، در مکان دیگری غیر از جایی که تصویر قسمت غیر غوطه ور مداد است، تشکیل می شود. به همین دلیل به نظر می آید که بخش غوطه ور مداد در مکان دیگری قرار دارد.

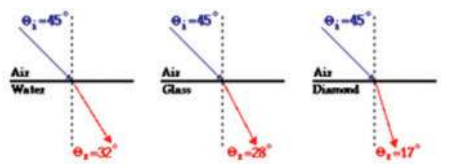
مطالبی که تاکنون بیان شد، فقط نشان دهنده مسیری است که یک پرتو نور خم می شود؛ ولی نشان نمی دهند که میزان این خم شدگی چقدر است؟ به جای پاسخ های ذهنی، در اینجا می خواهیم میزان این خم شدگی را اندازه گیری کنیم. شکل زیر یک پرتو نور را که از هوا به آب وارد می شود، نشان می دهد.



پرتو فرودی (پرتو آبی رنگ) به مرز دو محیط نزدیک و شکسته می شود (پرتو قرمز رنگ). در شکل، خط عمود بر سطح با نقطه چین نشان داده شده است. زاویه بین پرتو فرودی و خط عمود بر سطح، زاویه فرود (θ_i) و زاویه بین پرتو شکسته شده و خط عمود بر سطح را، زاویه شکست (θ_r) می نامند.

مقدار خم شدن

مقدار خم شدگی می تواند با اندازه گیری زاویه شکست بیان شود. به عنوان مثال یک پرتو نور که با زاویه ۴۵ درجه به سمت خط عمود بر سطح تابیده می شود را در نظر بگیرید، به نسبت محیطی که پرتو به آن وارد می شود سه حالت ممکن است ایجاد شود (آب، شیشه، الماس) که در شکل زیر نشان داده شده است.



در شکل بالا می توان دید که شکست نور در الماس از بقیه محیط ها بیشتر است. علت شکست نور، تغییر در سرعت نور است. از چهار ماده موجود در شکل بالا، هوا دارای کمترین تراکم (کمترین مقدار شکست) و الماس چگال ترین یا متراکم ترین ماده (بزرگترین مقدار شکست) است. بنابراین، منطقی است که بیشترین شکست در زمان عبور نور از مرز هوا به الماس رخ می دهد.

در این مثال، زاویه شکست نور، یک مقدار قابل اندازه گیری است که نشان دهنده مقدار شکست نور در مرز هر دو محیط است. مقایسه زاویه شکست نور با زاویه فرودی مقیاس خوبی از انحراف نور در مرز دو محیط به دست می دهد. در اینجا باید به بیان مفهوم ضریب شکست بپردازیم.

ضریب شکست نور

در اپتیک، ضریب شکست یک ماده یک عدد بدون بعد است که نشان می دهد چگونه نور از آن محیط عبور می کند. و به صورت زیر تعریف می شود.

$$n = c/v$$

c سرعت نور در خلأ است و v سرعت نور در محیط است. به عنوان مثال، ضریب شکست آب ۱,۳۳۳ است، به این معنی که نور در آب ۱,۳۳۳ برابر کندتر از خلأ است.

وابستگی ضریب شکست به سرعت موج، تعیین می کند که نور در هنگام وارد شدن به یک ماده، چه مقدار خم می شود.

علاوه بر این، ضریب شکست را می توان به عنوان فاکتوری که به طول موج تابش وابسته است نیز تعریف کرد. بدین معنا که ضریب شکست هر محیط برای طول موج های مختلف، متفاوت است و این مطلب باعث ایجاد پدیده دیگری به نام پاشندگی نور می شود. نمایان شدن رنگ های نور سفید در منشور و یا تشکیل رنگین کمان در آسمان ناشی از پاشندگی نور است.

تغییر سرعت نور بستگی به تراکم و ضریب شکست دو ماده دارد. مقدار شکست نور با یک معادله ریاضی مربوط به زاویه های فرودی و

شکست و ضریب شکست دو ماده در هر دو طرف مرز، بیان می شود که به قانون اسنل معروف است.

$$n_i \times \sin(\theta_i) = n_r \times \sin(\theta_r)$$

n_i ضریب شکست محیط اول و θ_i زاویه بین پرتو فرودی و خط عمود بر سطح است. و n_r ضریب شکست محیط دوم و θ_r زاویه بین پرتو شکسته شده و خط عمود بر سطح است.

عدسی ها

شناخته شده ترین ابزار اپتیکی که با شکست نور کار می کنند عدسی ها هستند.

عدسی، یا لنز، از ابزاری نوری است که نور را عبور داده و موجب شکست نور می شود. عدسی یک قطعه ساخته شده از مواد شفاف است که دو طرف آن مقطعی از یک کره یا استوانه می باشد و به گونه ای تغییر مسیر در پرتوهای های نور ایجاد می کند که تصویر تشکیل دهند. نور در مرز عدسی ها شکسته می شود. وقتی یک پرتو نور وارد یک عدسی، می شود شکسته شده و هنگام خروج از عدسی نیز همین اتفاق برای پرتو رخ می دهد. در مورد عدسی ها مطالب جالبی در شماره بعد خواهید خواند.



رنگین کمان در آسمان معمولاً بعد از بارش باران، یعنی زمانی که هوا پر از قطرات ریز آب است، ظاهر می شود. در واقع هر کدام از این قطرات مانند یک منشور کوچک عمل می کنند. نور خورشید که ما آن را معمولاً سفید می بینیم، ترکیبی از هفت رنگ مختلف است، پس از عبور از میان قطرات باران می شکند و به هفت رنگ تشکیل دهنده خود تجزیه می شود. هر جزء تشکیل دهنده نور خورشید با زاویه شکست مخصوص به خود می شکند؛ به همین دلیل ما رنگین کما را هفت رنگ مختلف می بینیم.



آزمایش جهت فلش‌ها

مهنوش غلامزاده

mahnoosh.gholamzade@gamil.com

می‌خواهیم یک تردستی جالب با مطالبی که تا کنون درباره شکست نور آموخته‌ایم، انجام دهیم. آنچه نیاز داریم:

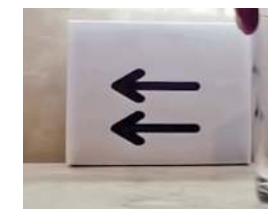
- آب
- لیوان شیشه‌ای یا شیشه مربا
- یک ورق کاغذ
- ماژیک

با ماژیک دو فلش موازی و هم جهت روی کاغذ بکشید اگر کاغذ را پشت لیوان خالی نگهدارید و از پشت لیوان به فلش‌ها نگاه کنید، هر یک در همان جهتی که کشیده بودید دیده می‌شوند. این موضوع کاملاً طبیعی به نظر می‌رسد.

حال بیایید سرگرمی هیجان‌انگیز خود را شروع کنیم. درون لیوان تا فاصله بین دو فلش آب بریزید. چه اتفاقی می‌افتد؟ بله جهت فلش زیر آب عوض می‌شود.

موضوع زمانی که لیوان را کاملاً پر کنید، جالب‌تر خواهد شد. این بار جهت هر دو فلش معکوس می‌شود. فکر می‌کنید دلیل این اتفاق چیست؟

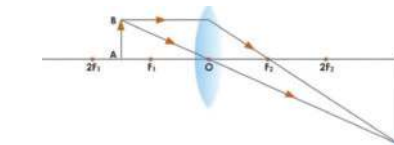
شما با یک مفهوم فیزیکی یعنی شکست یا خم شدن نور روبرو هستید. قبلاً گفتیم که وقتی نور از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود، خم شده یا



شکسته می‌شود. در این آزمایش نور از هوا با گذر از لیوان وارد آب می‌شود و دوباره از لیوان می‌گذرد و وارد هوا می‌شود. پس چند بار دچار شکست شده است.

اما تنها به دلیل خم شدن نور هنگام عبور از محیط‌های مختلف نمی‌توان عوض شدن جهت فلش‌ها را توجیه کرد. قبلاً در باره عدسی‌ها نیز صحبت کردیم. عدسی دو کوژ استوانه‌ای (همگرا) را به خاطر بیاورید. حال به لیوان بیشتر دقت کنید. لیوان درست مانند یک عدسی همگرا رفتار می‌کند.

وقتی نور از لیوان پر از آب می‌گذرد، به سمت مرکز خم شده و در نقطه کانونی متمرکز می‌شود. بعد از کانون عدسی، تصویر برعکس می‌شود.



از روی شکل بهتر می‌توانید این موضوع را درک کنید. به دلیل شکست نور و همچنین خواص عدسی همگرا می‌توان این پدیده را توجیه کرد.

به سادگی یک میکروسکوپ بسازید

مهنوش غلامزاده

mahnoosh.gholamzade@gamil.com

میکروسکوپ از دو واژه میکرو (ریز) و سکوپ (دیدن) تشکیل شده است، پس می‌توان از واژه ریزبین هم برای معرفی آن استفاده کرد.

و همان‌طور که از اسمش پیداست برای دیدن اجسامی که دیدنشان با چشم امکان‌پذیر نیست و یا به دلیل کوچک بودن، جزئیات آنها قابل تشخیص نیست استفاده می‌شود. در واقع، میکروسکوپ ابزاری است که چیزهایی را به شما نشان می‌دهد که تا کنون با چشم غیر مسلح ندیده‌اید و از این رو همیشه شما را شگفت‌زده خواهد کرد.

از ابتدای تاریخ، انسان‌ها روش‌های زیادی برای دیدن اجسام ریز به کار بردند؛ ولی هیچ کدام چندان نتیجه بخش نبود.

میکروسکوپ‌های اولیه از نظر ساختاری بسیار ساده بودند در واقع ساختار میکروسکوپ‌های اولیه را دو عدسی و دو لوله متحرک تشکیل می‌دادند، این میکروسکوپ‌ها نمی‌توانستند اندازه‌های دقیق و تصاویر مطلوبی را ارائه دهند.

اما امروزه با پیشرفت‌های بسیاری که در علم و فناوری به وجود آمده است، میکروسکوپ‌های بسیار دقیقی اختراع شده و به بشر در کشف ناشناخته‌ها یاری می‌رساند.

حال اگر بخواهید یک میکروسکوپ بسازید به چه چیزهایی نیاز خواهید داشت؟

احتمالاً اولین جواب شما دو عدد عدسی است.

خیر! در اینجا می‌خواهیم بدون در اختیار داشتن

تجهیزاتی مثل عدسی یک میکروسکوپ ساده و متفاوت بسازیم!

برای این کار به وسایل زیر نیاز دارید:

- لیزر سبز
- سرنگ
- پایه آزمایشگاه یا دو لیوان هم‌اندازه
- متر
- صفحه نمایش یا دیوار خالی
- آب برکه، رودخانه یا دریا

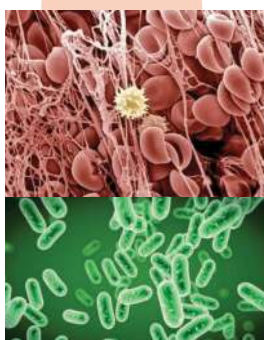
یک قطره آب آویزان از یک سرنگ تقریباً یک لنز کروی است، بنابراین ما می‌توانیم از فرمول عدسی‌ها برای تعیین فاصله کانونی آن استفاده کنیم.

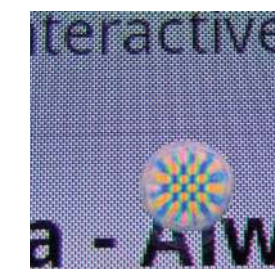
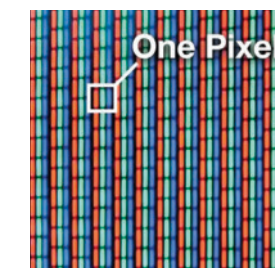
برای انجام این آزمایش ساده در عین حال بسیار جذاب، یک سرنگ را با آب برکه یا رودخانه پر کنید. به احتمال زیاد در این آب برخی موجودات زنده کوچک (با اندازه ۰.۵mm - ۰.۲mm) زندگی می‌کنند.



سرنگ را بر روی یک پایه آزمایشگاهی ثابت کنید یا لبه‌های سرنگ را روی لبه دو لیوان هم‌اندازه قرار دهید؛ به طوری که یک قطره آب از نوک آن آویزان باشد. موقعیت قطره آب را با پرتو لیزر سبز در یک راستا به طوری که پرتواز مرکز آن بگذرد و بر دیوار عمود شود، قرار دهید.

چیدمانتان باید حدود دو متر از یک صفحه نمایش و یا دیوار سفید که نقطه سبز آن را روشن می‌کند، فاصله داشته باشد تا شکل خوبی از موجودات تک‌سلولی، لارو و ... موجود در آب را نمایش دهد. در این مرحله، شما می‌توانید موجود ریز را روی دیوار ببینید. این موضوع حتماً هیجان‌انگیز خواهد بود.





هر صفحه نمایشی (تلفن همراه، تلویزیون، کامپیوتر و غیره) از پیکسل‌های بسیار کوچک تشکیل شده است که به طور معمول برای چشم انسان قابل مشاهده نیست. هر یک از این پیکسل‌ها از سه بخش (قرمز، سبز، آبی) تشکیل شده است. هر رنگی را می‌توان با مخلوط کردن تنها همین سه رنگ با نسبتهای مختلف تولید کرد. این پیکسل‌های کوچک تصویر کل را تشکیل می‌دهند. هنگامی که یک قطره آب را بر روی صفحه نمایش قرار دهید، یک لنز محدب ایجاد می‌کند که آنچه را در پشت آن قرار گرفته است، بزرگ می‌کند. بنابراین آنچه که می‌بینید اساساً پیکسل‌های بزرگتر شده صفحه نمایش است

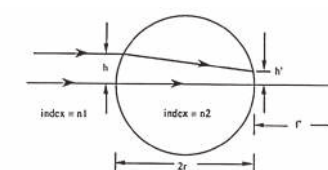
اگر بخواهید اطلاعات بیشتری در مورد اندازه آن‌ها به دست آورید، نیاز به مقداری محاسبه دارید.

کمی فیزیک بیشتر!

یک قطره آب، که از سرنگ آویزان است، و شبیه عدسی است. پرتولیزر که از مرکز قطره می‌گذرد، از مسیر اصلی که در هوا طی می‌کند، منحرف می‌شود و حالت خم‌شدگی پیدا می‌کند.

ضریب شکست اول هوا n_1 ، و ضریب شکست دوم آب n_2 است. برای زاویه‌های کوچک، مانند آنچه ما در اینجا داریم، از قانون اسنل استفاده می‌کنیم $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ که برای زوایای کوچک می‌شود $n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2$ (ضریب شکست هوا را ۱ و ضریب شکست آب را ۱٫۳۳ در نظر بگیرید) بنابراین، انحراف از نرمال در یک سطح برابر است با:

$$\delta = \theta_1 - \theta_2 = \theta_1 \left(1 - \frac{\theta_2}{\theta_1} \right) = \theta_1 \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$



این یک معادله کلی است که برای زاویه‌های بسیار کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، انحراف پرتویی که از هوا عبور می‌کند (اولین محیط) و به قطره ما وارد می‌شود برابر است با

$$\delta = \frac{h}{r} \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

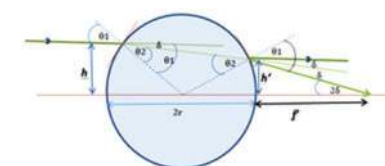
در سطح بعدی قطره، پرتو به محور نزدیک تر می‌شود.

$$h' = h - 2r\delta = h - 2h \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right) = h \left(2 \frac{n_1}{n_2} - 1 \right)$$

زاویه انحراف پرتو خروجی از قطره برابر با همان زاویه انحراف پس از ورود به قطره (نسبت به نرمال) است. سرانجام فاصله کانونی -

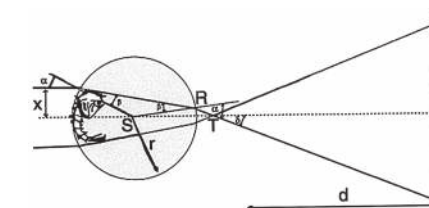
$$f' = \frac{h'}{2\delta} = \frac{h \left(2 \frac{n_1}{n_2} - 1 \right)}{2 \frac{h}{r} \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)} = \frac{r \left(2 - \frac{n_2}{n_1} \right)}{2 \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)}$$

شکل زیر یک نمودار ساده از پرتو در این وضعیت است.



حال فاصله انتهای قطره تا دیوار را اندازه بگیرید. و فاصله کانونی (f') را که محاسبه کرده بودید از آن کم کنید. تا d را به دست آورید. اندازه تصویر موجود میکروسکوپی ($2y$) را روی دیوار اندازه بگیرید و تقسیم بر ۲ کنید و y را حساب کنید. طبق قضیه تالس می‌توان اندازه h' را با داشتن y و d و f' محاسبه کرد:

$$\frac{h'}{y} = \frac{f'}{d} \rightarrow h' = \frac{f' \cdot y}{d}$$



با داشتن h' طبق فرمول‌های قبل می‌توان h را حساب کرد و با ۲ برابر کردن آن اندازه موجود میکروسکوپی ($2h$) یا $(2x)$ به دست می‌آید. با این روش توانستیم ذرات بسیار ریز رون آب را بدون استفاده از میکروسکوپ اندازه بگیریم.

شرایط جدید سربازی برای افراد کلیدی فعال در شرکت‌های دانش بنیان و فناور

شرکت‌های فعال در حوزه فناوری شامل:

- شرکت‌های دانش بنیان مورد تأیید کارگروه ارزیابی شرکت‌های دانش بنیان.

- شرکت‌های مستقر در مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری.

- شرکت‌های خلاق و شرکت‌های معرفی شده از سوی نهادهای توسعه فناوری و نوآوری که از سوی مرکز شرکت‌ها و موسسات دانش بنیان تأیید می‌شود.

می‌توانند کارشناسان برتر خود را برای استفاده از «بهره مندی دانش آموختگان فناور از تسهیلات خدمت نظام وظیفه تخصصی» معرفی کنند

شرایط افراد معرفی شده:

- کسب حد نصاب امتیاز علمی و فناورانه - دانش آموخته در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد یا دکتری تخصصی باشند.

- کمتر از سه سال از تاریخ دانش آموختگی گذشته باشد.

- دانشجویان دوره دکتری تخصصی که از پیشنهاد رساله دکتری خود با موفقیت دفاع کرده باشند.

ثبت اطلاعات متقاضی و شرکت در سامانه [www.mofarj.gov.ir](#)



نور و گردش روزگار

در شماره آینده بخوانید...

دریافت نسخه الکترونیک

