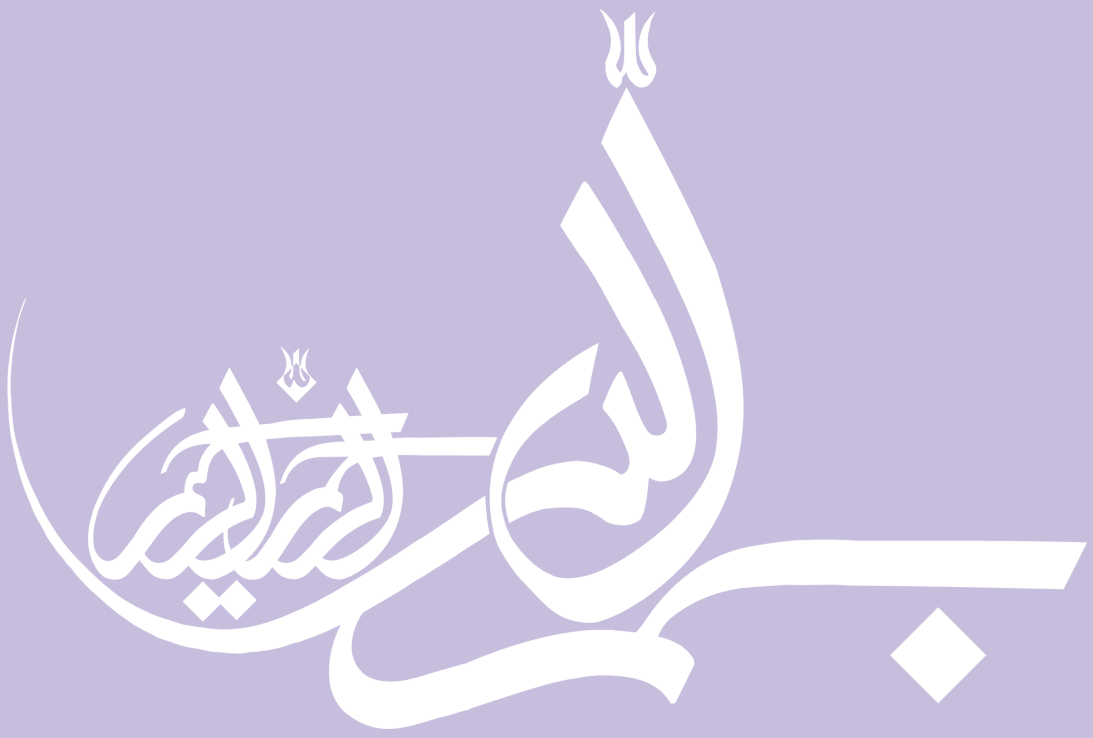
فصل نامه علمی – دانشجویی انجمن فیزیک دانشگاه الزهرا (س)
شماره ۳۷/ تابستان ۱۴۰۰/ بها: ۵۰۰۰ تومان

پرونده ویژه این شماره؛

شرلوک هولمز در سرزمین تراهرتز

مصاحبه؛ علم دریچه‌ای به شناخت انسان

معرفی و نقد فیلم«مریخی»؛ وامدار سرخ حیات



شناسنامه:

صاحب امتیاز: انجمن علمی فیزیک دانشگاه الزهرا (س)

زیر نظر: مرکز فعالیت‌های فوق برنامه

سردبیر و مدیرمسئول: مهرناز ذبایحی نجف‌آبادی

مشاور سردبیر: محدثه رفیعی

استاد مشاور: سرکار خانم دکتر زهرا سادات حسینی

کارشناس نشریات: سرکار خانم زهرا وزیری

طراحی جلد: مرضیه انبری

صفحه آرایی: مرضیه انبری

ویراستار: مهرناز ذبایحی نجف‌آبادی

همکاران این شماره: نسترن مظفری، نیلوفر مظفری، مهرو باقریان، مهرناز ذبایحی نجف‌آبادی، نیلوفر ترکزاده، کیمیا آمارمحمدی، فاطمه عابدی، ضحی عامری

نشانی: ایران، تهران، خیابان ده ونک، دانشگاه الزهرا (س)

کد پستی: ۱۹۹۳۸۹۳۹۳۷

کلیه حقوق مطالب چاپ شده در این نشریه، متعلق به نویسنده اثر است.

با تشکر از جناب دکتر میرترابی که ما را در تهیه این شماره یاری دادند.

@PsiJournalPhysics

@PsiJournalPhysics

PsiJournalPhysics@gmail.com

فهرست:

سرمقاله؛ ۱

گزارش؛ نمایشگاه نانو ۲

مصاحبه؛ علم دریچه‌ای به شناخت انسان ۵

اهمیت اکسترموفیل‌ها در اخترزیست‌شناسی ۹

تبخیر سیاهچاله‌ها و تابش هاوکینگ ۱۴

معرفی و نقد فیلم«مریخی»؛ وامدار سرخ حیات ۱۸

پرونده ویژه این شماره؛

شرلوک هولمز در سرزمین تراهرتز ۲۱

سرمقاله:

هابل، نظاره‌گر ناشناخته‌های بی‌کران

خودتان را در اتاقی تاریک و بی‌انتها تصور کنید که هیچ از آن نمی‌دانید، حال ابعاد این اتاق تاریک را تا ماورای هر آنچه از طول و فاصله در ذهن دارید و تا فراسوی ناشناخته‌ها گسترش دهید. در این شرایط می‌توان تصور کرد چشمانی که تا ده میلیارد سال نوری آن طرف‌تر را ببینند چقدر ارزشمند خواهد بود. به راستی که این ذات کنجکاو بشر برای درک آنچه که نمی‌داند، برای دیدن آنچه که در تاریکی‌ها نهفته است و برای شناخت جهانی که در آن زندگی می‌کند بود که از اولین روزهایش روی این کره آبی و تا عصر فناوری و پیشرفت‌های فضایی روزافزونش، همواره نگاه پرسش‌گرش را به بالا و به آسمان دوخت و در این تاریکی بی‌انتها او را مجذوب بی‌شمار نقاط روشنی که می‌دید کرد.

می‌توان گفت که تلسکوپ فضایی هابل در طول بیش از سی سالی که صدها کیلومتر بالای سرمان قرار داشته، دقیق‌ترین چشم‌های بشر برای یافتن پاسخ پرسش‌هایش در فضا بوده است و با بیش از یک و نیم میلیون رصدش، درصد زیادی از یافته‌هایمان از جهان اطراف را مدیون این تلسکوپ دوازده تنی هستیم. حال می‌توانید تصور کنید خبر از کار افتادن بخشی از آن که می‌توانست منجر به خاموش شدن آن برای همیشه شود، که در اوایل تابستان امسال به گوش رسید، تا چه اندازه برای جامعه علمی ناراحت‌کننده بوده است. هابل اولین تلسکوپی بود که امکان تعمیر و حتی تعویض قطعاتش در مدار وجود داشت و تاکنون هم چندین بار به لطف همین تعمیرات، از بازنشته شدن جان سالم به در برده است.

اما این بار، به گفته ناسا، هابل با یکی از بدترین ایرادات فنی چند سال اخیر مواجه شده بود تا جایی که احتمال می‌رفت برای همیشه خاموش و غیر قابل استفاده شود. در واقع یکی از کامپیوترها، احتمالاً به دلیل نقصی در یک واحد کنترل که به آن برق می‌رساند از کار افتاد. اما ناسا از این یار قدیمی‌اش ناامید نشد و نهایتاً در ۲۴ تیر موفق شد سخت‌افزار پشتیبانی را، به جای قسمت از کار افتاده، به کار گیرد.

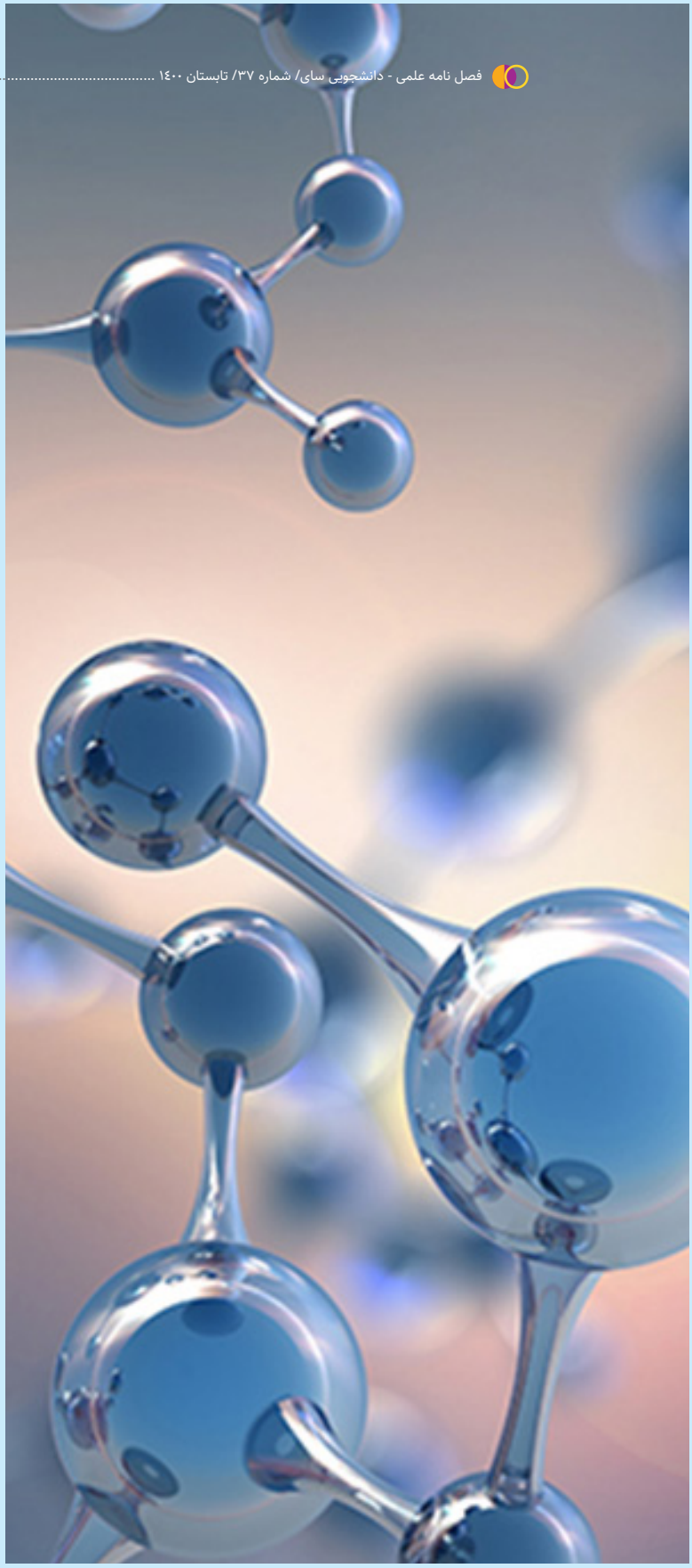
پیش‌بینی می‌شود که هابل بتواند حداقل یک دهه دیگر به ماموریتش بپردازد و اخترشناسان امیدوارند پس از پرتاب تلسکوپ جیمز وب در پائیز پیش رو، که در واقع جایگزین هابل می‌باشد، بتوانند برای مدتی هر دو این تلسکوپ‌ها را در مدار داشته باشند تا شفاف‌تر و دقیق‌تر از همیشه به اعماق ناشناخته‌ها چشم بدوزند.

مهرنار زبایحی نجف‌آبادی - سردبیر و مدیرمسئول

گزارش نمایشگاه نانو سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷

(بخش اول) از دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تا نمایشگاه بین المللی

نیلوفر مظفری - کارشناس ارشد فیزیک دانشگاه علوم و تحقیقات
نسترن مظفری-کارشناس مهندسی محیط زیست-دانشگاه علوم و تحقیقات



مقدمه

نمایشگاه نانو برگزار شده توسط دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات، رویدادی علمی جهت نمایش دستاوردهای علمی پژوهشی دانشجویان بوده است. این نمایشگاه در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه علوم و تحقیقات و سپس در سال ۱۳۹۸ در نمایشگاه بین المللی تهران برگزار گردید. هدف از این گزارش مختصر و مفید، معرفی اختراعات تعدادی از پژوهشگران دانشگاه علوم و تحقیقات و آشنایی شما با کارایی، نوآوری، سازگاری با محیط زیست و مواردی از مزایای آن‌ها و در نتیجه انتقال دانش و ایجاد انگیزه برای شما دانشجویان گرامی می‌باشد.

یکی از غرفه های تشکیل شده در این نمایشگاه مختص به نجوم بود. محیطی گرم و دوستانه و سرگرم‌کننده که در آن به مطالعه درباره‌ی سیارات منظومه شمسی، نحوه‌ی کار با تلسکوپ و انجام آزمایش‌های علمی پرداخته می‌شد. سپس دانشجویان علاقمند می‌توانستند برای مشاهده‌ی خورشید و ماه به محیطی باز رفته و با نحوه‌ی کار کردن با تلسکوپ به صورت عملی آشنا شوند.

عنوان اختراع:

دستگاه و روش جداسازی اتوماتیک سیالات شیمیایی چند فازی

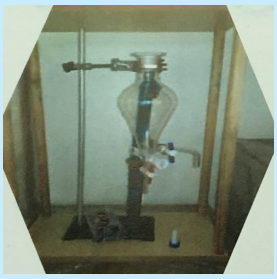
Apparatus and method for automatic decantation of multi-phase chemical fluid

مخترع: محمد قدیانی

ثبت اختراع در اداره کل مالکیت صنعتی کشور به شماره ۸۹۴۱۲

ثبت اختراع در اداره ثبت اختراعات و علائم تجاری

ایالات متحده امریکا به شماره ۲□۹۶۱۰۵۱۹□□



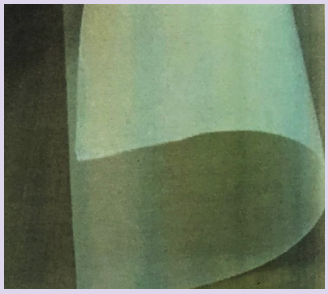
خلاصه اختراع:

«دستگاه و روش جداسازی اتوماتیک سیالات شیمیایی چند فازی» بر پایه جداسازی فازی به روش سنسور و شناور الکترومغناطیس بنا شده است. در این اختراع، روند جداسازی فازی با دقت بسیار زیاد صورت گرفته و قدرت اجرایی آن در صنعت بسیار بالا است.

جداسازی لکه‌های حاصل از نفت و میعانات نفتی، پساب‌های روغنی خارج شده از کارخانه‌ها نظیر صنایع فولاد، چرم سازی، شیشه، صنایع غذایی، صنایع پتروشیمی، صنایع پالایش و فراورش نفت و گاز و هم‌چنین پساب مخازن در این صنایع و در مقیاس‌های کوچک‌تر جداسازی محلول‌ها در فرایند استخراج مایع-مایع، جداسازی‌های غذایی، دارویی و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی از جمله مهم‌ترین کاربردهای این اختراع است.

عنوان اختراع:

فیلم و پوشش خوراکی بر پایه ی پروتئین وی-نانورس



پژوهشگران:

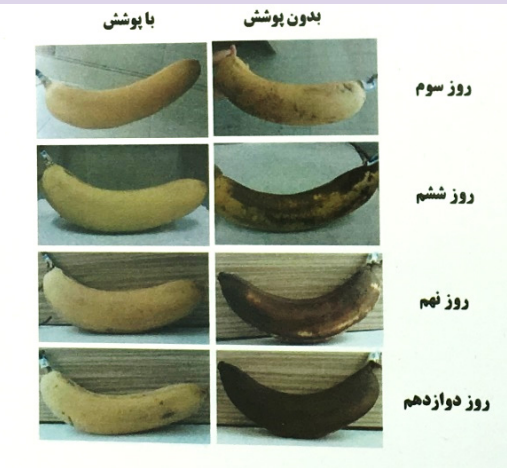
دکتر سعید بازگیر

آیناز قلی زاده

خلاصه اختراع:

بدون شک شیر و فرآورده‌های لبنی یکی از متداولترین غذاهایی است که انسان در طول روز مصرف می‌کند و همین امر موجب گسترش روز افزون صنایع فراوری شیر و در پی آن تولید حجم عظیمی از فاضلاب شده است که ورود آن‌ها به محیط زیست و منابع آبی به عنوان یک تهدید جدی تلقی خواهد شد. آب پنیر، مایع باقی‌مانده پس از حذف چربی و کازئین از شیر در فرایند تهیه پنیر می‌باشد به واسطه تاسیس کارخانه‌های تهیه آب پنیر در ایران، تولید این ماده به سرعت افزایش یافته است و در نتیجه مشکلات زیست محیطی ناشی از دفع آن بالا گرفته است که باید راه حل‌هایی برای آن یافت. آب پنیر در بیشتر نقاط جهان هنوز یک مشکل جدی است و اگر نتوان آن را به یک غذای مفید و سودمند تبدیل نمود باید با آن به عنوان یک فاضلاب برخورد کرد. در همین راستا برخی از شاخه‌های صنایع غذایی از آب پنیر برای تولید محصولات مفید و با ارزش استفاده می‌کنند که علاوه بر به حداقل رساندن مشکلات ناشی از آلودگی‌های آن می‌تواند صرفه‌های اقتصادی، غذایی و غیره را با خود به همراه داشته باشد. یکی از راه‌های کاهش آلودگی آب پنیر استفاده از پروتئین موجود در آن برای تولید بسیاری از مواد از جمله فیلم و پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر و خوراکی مورد استفاده در بسته‌بندی‌های مواد غذایی و دارویی می‌باشد.

پروتئین‌های محلول (آب پنیر) دارای مقادیر بالایی از اسیدهای آمینه ضروری هستند و فیلم و پوشش پروتئین‌های آب پنیر به عنوان کاهش‌دهنده چسبندگی سطحی کشمش، حامل آنتی اکسیدان‌ها، افزایش عمر میوه‌ها و عامل جلوگیری کننده از اکسایش لیپیدها به کار برده شده‌اند. جهت از میان برداشتن مشکلاتی مانند قیمت‌های بالای سوخت‌های فسیلی، مدیریت بازیافت ضایعات و ثبات محیط زیست و مدیریت کشاورزی، فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بر پایه پلی ساکارید، پروتئین، لیپید و یا ترکیبی از آن ها وارد صنعت بسته بندی شده‌اند. با توجه به دفع ناقص و ابتدایی آب پنیر در کشور ما و دارا بودن ارزش غذایی آن ضرورت انجام تحقیقات گسترده در این خصوص و ارائه راهکار مناسب جهت جلوگیری از دفع ناقص این نوع از پساب مشخص می‌گردد. در مرحله‌ی اول این پژوهش جداسازی پروتئین از پساب آن، هم به منظور جدا کردن پروتئین از پساب است و هم به منظور تصفیه‌ی پساب آب. لذا بعد از جدا کردن پروتئین از آب پنیر، ماده خشک جدا شده از پساب با محلول آلژینات ترکیب شد و محلولی جهت تولید پوشش و فیم های خوراکی برای نگه‌داری مواد غذایی مثل میوه جات، شیرینی جات، آجیل و غیره تهیه شد.



عنوان اختراع:

تهیه صابون ویتامینه بر پایه ی میکروجلبک

مخترعین:

فرشید پژوم شریعتی

سالار هل چی

پریسا کیوان حسینی

هانیه طیباتی

خلاصه اختراع:

این فرآورده در ارتباط با تهیه صابون با استفاده از جلبک جهت ایجاد خواص نرم‌کنندگی و لطافت پوست به طور طبیعی در الویت اول و داشتن خواص ضد پیری و ضد آکنه در اولویت دوم می‌باشد. صابون‌های حاوی جلبک‌هایی مانند آگارآگار، آلژینات و کاراگینان خواص مرطوب کنندگی دارند. این جلبک‌ها در رطوبت بخشی و احیای سلول‌های پوستی موثر می‌باشند. ترکیبات ضد التهابی جلبک دریایی تاثیر بسیار مثبتی در از بین بردن و التیام آکنه پوست دارد. میکروجلبک بعلت دارا بودن خواص آنتی اکسیدان قوی اثر ضد پیری و بازسازی کننده پوست دارد. این فرآورده دارای قدرت کف کنندگی بالا بوده و بویی مطبوع و خوشایند دارد که از اسانس طبیعی برای ایجاد عطر مطلوب استفاده شده است. وجود فیکوسیانین (رنگدانه ی آبی رنگ استخراج شده از جلبک) در این فرآورده باعث ایجاد خاصیت ضد میکروبی قوی می‌گردد.

حوزه کاربرد و بازار هدف:

با توجه به پیشرفت تحقیقات در زمینه جلبک و خواص درمانی معجزه آسای آن و سهولت دسترسی به این مواد، استفاده از جلبک در صابون‌ها در مقیاس صنعتی و جایگزینی با صابون‌های با pH بالا که باعث خشکی پوست می‌شود، می‌تواند علاوه بر کمک به سلامت و زیبایی پوست جامعه، مقرون به صرفه نیز باشد.

عنوان اختراع:

طراحی و ساخت سیستم فتوبیوراکتور لوله‌ای مارپیچ هیبریدی هرمی به منظور کشت میکروجلبک و تهیه انواع متابولیت‌های ثانویه از آن

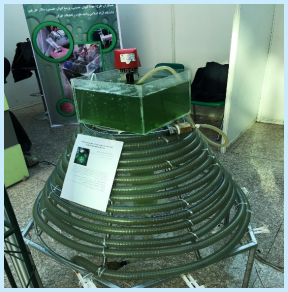
مخترعین:

دکتر فرشید پژوم شریعتی

سیدعلی هاشمی کوچکسرایی

سروش عزیزی مسلکی

هانیه طیباتی



خلاصه اختراع:

یک فتوبیوراکتور لوله‌ای مارپیچ هیبریدی در ترکیب با بیوراکتور ایرلفت و مخزن رو باز برای کشت انواع میکروجلبک‌ها طراحی گردید. در یک مرحله از کشت درون سیستم، میکروجلبک دونالیلا سالینا استخراج شده از دریاچه ارومیه تحت انواع شرایط محیطی (نزدیک به شرایط عمومی دما و غلظت نمکی و شدت تابش نوری موجود در دریاچه ارومیه) کشت داده شد و علاوه بر تولید زیست توده مناسب مقادیر قابل توجهی بتاکاروتن (یک ترکیب آنتی اکسیدانی با ارزش) به روش استخراج ویژه‌ای از درون سلول‌ها به دست آمد. با توجه به منحصر به فرد بودن این شیوه از طراحی درون کشور می‌توان به تولید مقادیر بالاتری از زیست توده و انواع مواد با ارزش اقتصادی بالا با درجات خلوص بالاتر در آینده امیدوار بود.

حوزه کاربرد و بازار هدف:

تولید مواد دارویی، آرایشی بهداشتی، مکمل های غذایی انسان، دام و طیور

تشریح گام بعدی و چشم انداز آینده بهره برداری از دستاورد فناوری:

افزایش ظرفیت به طراحی در مقیاس صنعتی، بومی سازی تکنولوژی در جهت خودکفایی از واردات مواد اولیه و تولید محصولات به منظور تامین نیاز داخلی و تولید فرآورده هایی قابل رقابت با نمونه خارجی.

بخش دوم این گزارش را می‌توانید در شماره بعدی نشریه مطالعه فرمائید.

علم؛ دریچه‌ای به شناخت انسان

مصاحبه‌ای با دکتر امیرمحمد گمینی، پژوهشگر تاریخ علم

مهرو باقریان - کارشناسی فیزیک ۹۷ -
mahroo.b1626@gmail.com
مهرناز زبایحی نجف‌آبادی - کارشناسی فیزیک ۹۷ -
m.zabayehi@student.alzahra.ac.ir

دکتر امیرمحمد گمینی، پژوهشگر حوزه تاریخ و عضو هیئت علمی پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران هستند. ایشان دکتری خود را از موسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران اخذ نموده‌اند و از کتاب‌هایشان می‌توان به «دایره‌های مینایی: پژوهشی در تاریخ کیهان‌شناسی در تمدن اسلامی» و «مواجهه با داروین: نخستین برخوردها با نظریهٔ تکامل در شرق مسیحی و اسلامی» اشاره کرد. در این مصاحبه کوتاه از ایشان در رابطه با رشته تاریخ و فلسفه علم پرسیدیم.

مطمئناً اکثر مخاطبان نشریه با شما و فعالیت‌های ارزنده‌تان آشنایی دارند اما لطفا به عنوان سوال اول خودتان را، زمینه‌های پژوهشی و فعالیت‌های علمی‌تان را معرفی بفرمائید.

من در زمینه فلسفه علم وارد کار پژوهشی چندانی نشده‌ام و تمام کار و تمرکزم تاریخ علم هست. در حوزه تاریخ علم تا کنون در دو حوزه مشغول شده‌ام؛ یکی حوزه تاریخ علم در جهان اسلام به ویژه تاریخ علم هیئت یا همان تاریخ نجوم و تاریخ کیهان شناسی در جهان اسلام و به طور مشخص درباره یکی از منجمان قرن هفتم هجری به نام قطب الدین شیرازی فعال بوده‌ام. حوزه دیگری هم که مشغولش شدم ورود علوم جدید به ویژه نجوم و زیست شناسی به ایران در دوره قاجار، به ویژه ورود نظریه تکامل به ایران که پیش از بقیه توجه من را جلب کرده است و کارهایی نیز در این زمینه انجام دادم و منتشر کردم.

چرا تاریخ و فلسفه علم را انتخاب کردید؟ علاقه‌تان به این رشته از کجا شروع شد؟

من از نوجوانی بسیار به نجوم علاقه‌مند شدم. از کسانی بودم که در زمینه نجوم آماتوری با دوستانمان به شب رصدی می‌رفتیم و در رصدخانه زعفرانیه، نجوم رصدی و مقدمات این موضوع را خواندم. آقای دکتر پژمان نوروزی، آقای دکتر حمیدرضا گیاهی یزدی و آقای بابک امین‌تفرشی و دیگر بزرگان از اساتید نجوم ما بودند. از آن طرف هم مجله نجوم و کتاب‌های عمومی در زمینه نجوم می‌خواندیم. وقتی که وارد دانشگاه شدم مهندسی خواندم ولی دیدم که علاقه عمیقی به نجوم دارم و می‌خواهم که همین فضا را ادامه بدهم. در همان روزگار بود که با رشته تاریخ علم، گرایش نجوم آشنا شدم. رشته تاریخ علم در مقطع ارشد در چهار گرایش دانشجو می‌گیرد: گرایش تاریخ نجوم، تاریخ ریاضیات، تاریخ فیزیک و تاریخ پزشکی. معمولاً برای بچه‌هایی که نجوم آماتوری کار می‌کنند و علاقمند به نجوم هستند، رشته تاریخ نجوم هم جذابیت‌های خاص خودش را دارد.

در همان دوره نوجوانی که به نجوم علاقه‌مند بودم کتاب‌هایی می‌خواندم مثلاً کتابی به اسم «صبوری در سپهر لاجوردی» از هوبرت ریوز که در واقع از کتاب‌هایی بود که درباره کیهان شناسی و نجوم بود ولی درباره خود علم هم بود؛ در مورد ارزش علم و این که علم چقدر می‌تواند در جهت معرفت بخشی و شناخت ما به جایگاهمان در جهان کمک کند. آنجا بود که من به سمت خود علم و اندیشیدن درباره علم هم علاقه‌مند شدم و بعد هم از طریق سخنرانی‌هایی با رشته فلسفه علم هم آشنا شدم و وقتی که می‌خواستم به سمت رشته تاریخ علم بروم،

فلسفه علم را هم همان قدر دوست داشتم ولی خب علاقه‌ام به نجوم بیش‌تر بود و در مقطع ارشد رفتم سراغ تاریخ نجوم. در مقطع دکتری که بودم، تازه در موسسه حکمت و فلسفه ایران رشته دکتری مطالعات علم راه افتاده بود که در واقع ترکیبی بود از تاریخ علم و فلسفه علم و من این رشته را انتخاب کردم و چون ارشدم را تاریخ علم خوانده بودم، پایان نامه تاریخ علمی و تاریخ نجومی هم نوشتم و همان فضای تاریخی علمی را ادامه دادم.

دیدگاهتان نسبت به این رشته قبل و بعد از تحصیل چگونه بود؟

با گذشت زمان هرچقدر بیش‌تر این رشته را خواندم بیش‌تر برایم جذاب شد و این‌طور نبود که قبلش بدم بیاد و بعداً خوشم بیاد یا برعکس اما شناختم از آن بیش‌تر شد و دانستم جایگاهش در علوم انسانی کجاست.

این رشته را به چه کسانی توصیه می‌کنید؟

بچه‌هایی که به چیستی خود علم علاقه دارند و درنتیجه آن‌هایی که رشته فیزیک یا ریاضی محض خوانده‌اند و یا حتی رشته‌های دیگری، مانند خودم که لیسانسم مهندسی بود اما علاقه‌مند به نجوم و مباحث این گونه هستند، معمولاً در این رشته موفق‌ترند زیرا با علاقه‌ی بیش‌تری وارد می‌شوند؛ اما این حرف مطلق نیست زیرا کسانی هستند که حتی از رشته‌ی علوم انسانی وارد رشته‌ی تاریخ علم می‌شوند و چون دانش تاریخی آن‌ها از علوم انسانی زیاد است، گاهی می‌توانند در این رشته موفق باشند ولی خب اگر کسی از علوم انسانی بخواهد بیاید به سمت تاریخ علم، واقعاً لازم است که بتواند با علم، مخصوصاً با نجوم یا فیزیک یا ریاضی و در کل هر علمی که قرار است تاریخش را بخواند، ارتباط برقرار کند و شناخت خودش را پیدا کرده باشد؛ اگر هیچ شناختی در علم و علوم پایه نداشته باشد، معمولاً در این رشته خیلی موفق نخواهد بود.

اما مثلاً در فلسفه علم این گونه نیست و ممکن است افرادی که با پیچیدگی‌های علم آشنایی ندارند هم در آن موفق باشند زیرا فلسفه علم جنبه‌ی علوم انسانی‌اش بیشتر است اما برای تاریخ علم مخصوصاً آن شکلی که ما در ایران کار می‌کنیم که به نوعی تاریخ نگاری درونگرایانه است، یعنی با محتوای علم سر و کار دارد و نه نهادهای علمی و تاثیر اجتماعی آن، واقعاً لازم است کسی که به سراغ این رشته می‌آید، آشنایی خوبی با محتوای برخی علوم پایه مانند فیزیک و ریاضی و نجوم و زیست شناسی و پزشکی داشته باشد.

آیا در کشورهای دیگر هم به طور آکادمیک به این رشته پرداخته می‌شود؟

بله این رشته ابتدا در دانشگاه‌های بزرگ دنیا به‌وجود آمده و بعد از آن در ایران راه‌اندازی شده است. رشته تاریخ علم در جهان اسلام را اتفاقاً فرنگیان بیش‌تر کار کرده‌اند، آن‌ها بودند که این رشته را به‌وجود آوردند و بیش‌ترین پژوهش‌ها و مقالات، همچنان در زمینه‌ی تاریخ علم در جهان اسلام را غربیان نوشتند و هنوز هم دارند کار می‌کنند. هرچند کمی دپارتمانشان فرق دارد؛ یعنی مثلاً اگر بروید دپارتمان تاریخ و فلسفه علم دانشگاه‌های دیگر، معمولاً تاریخ علم دنیای اسلامی را کم‌تر آنجا پیدا می‌کنید. تاریخ علم جهان اسلام را در انستیتوهای اسلام شناسی بیش‌تر کار می‌کنند. البته استثنائاتی هم وجود دارد. مثلاً ممکن است افرادی باشند که در دپارتمان‌های تاریخ علم، روی تاریخ علم اسلامی یا علم میانه مسیحی و قرون وسطایی کار کنند. حتی در دانشگاه اوترخت هلند، یک پروفسور معروف در زمینه نجوم و ریاضیات که عضو دپارتمان ریاضی آنجاست، راجع به ابوریحان بیرونی کارهای خیلی خوبی منتشر کرده است.

این ویژگی این رشته است که از شاخه‌های مختلف می‌توان سراغ این رشته آمد و مختص یک دپارتمان خاص نیست، بنابراین پژوهشکده تاریخ علم دانشگاه تهران از این نظر که یک دپارتمان خاص است که کارش فقط همین تاریخ علم جهان اسلام است، مقداری منحصر به فرد است. شبیه این را مثلاً در ترکیه هم داریم و معمولاً هم به تاریخ علم اسلامی دوره عثمانی می‌پردازند ولی خب در دانشگاهای اروپایی و آمریکایی این گونه نیست و مخصوصاً در آمریکا بیش‌تر به تاریخ علم برونگرایانه یا اجتماعی می‌پردازند و اکثرشان، بر خلاف مثل ما، با نسخه‌های خطی کار نمی‌کنند بلکه بیش‌تر به جنبه‌های اجتماعی و نهایی علم توجه می‌کنند.

آیا در زندگی علمی خود فردی را به عنوان الگو برگزیده‌اید؟ این انتخاب به چه علت بوده است؟

خب من خیلی دوست دارم مانند استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر معصومی همدانی، فکر کنم و بنویسم ولی این که واقعا چقدر توانسته‌ام به کار و قدرت فکری و نوشتاری ایشان نزدیک شوم خیلی کار دشواری است و من فکر نمی‌کنم به این راحتی بتوانم به سطح ایشان نزدیک شوم اما چیزی که همیشه دوست داشتم این است که بتوانم طرز فکر علمی و نگاه ایشان به مباحث را یاد بگیرم.

مطالعه تاریخ علم قدیم و درک چیستی علم، چه اهمیتی می‌تواند برای ما داشته باشد؟

علم چند جنبه دارد؛ جنبه نهادی، فکری، انسانی و من بیش‌تر جنبه انسانی علم برایم جالب است یعنی در واقع علم پدیده‌ای است حاصل فعالیت معرفتی و فکری انسان و ما اگر بخواهیم انسان را و فکر و اندیشه‌اش را بشناسیم، یک راه این است که تاریخ علم را مطالعه کنیم و یک راه دیگرش، فلسفه علم است. به همین دلیل است که تاریخ با این که راجع به گذشته است،

اما درس‌هایی راجع به آینده می‌دهد. نه تنها این که بخواهیم عبرت بگیریم بلکه به ما نشان می‌دهد که انسان در طول تاریخ از چه امکاناتی استفاده کرده است و ما از این طریق انسان را بیش‌تر می‌شناسیم. این که علم مهم است، به این دلیل است که انسان و امکان‌های وجودی او مهم است البته این فقط یکی از پاسخ‌هاست و بعضی‌ها ممکن است علم را از جنبه نهادی و این که نهاد علم در طول تاریخ چقدر تاثیر گذاشته بر نهادهای دیگر مانند دین و فلسفه و اقتصاد و غیره را مهم بدانند. ما اگر بخواهیم این تاثیرات را بشناسیم باید خود علم را بشناسیم و یکی از راه‌های آن، راه تاریخی است.

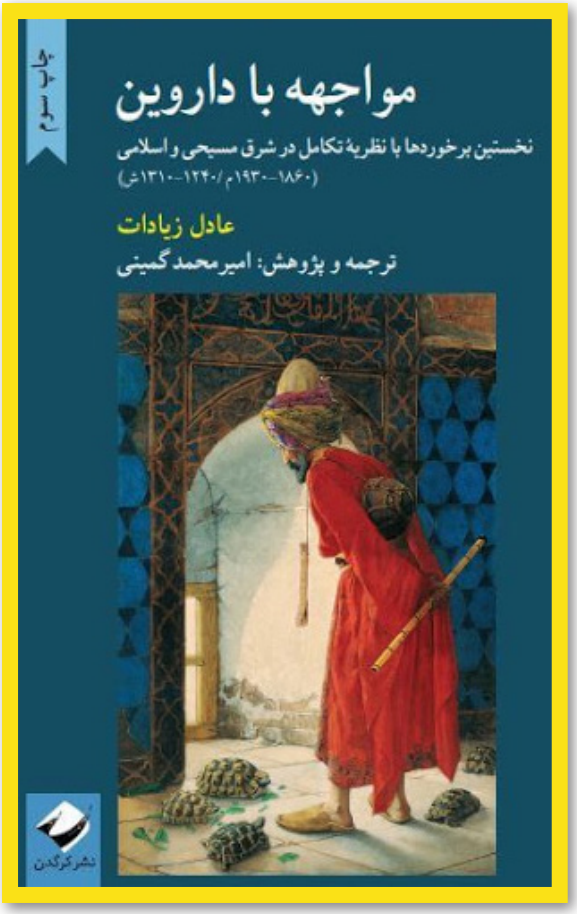
آثار دانشمندان قدیم تا چه حد مطابق روش علمی بوده است؟

این سوال، سوالی است راجع به چیستی علم. که علم چیست و چقدر در طول تاریخ و زمان تغییر کرده است. پس این یک سوال پژوهشی است که پژوهشگران مختلف ممکن است پاسخ‌های متفاوتی به این سوال بدهند. مثلاً بعضی از پژوهشگران در زماهای قدیم‌تر گمانشان این بوده که علم قدیم با علم جدید هیچ نسبتی ندارد و از لحاظ روش‌شناسی چیز دیگری است، پس نمی‌توان آن را علم نامید؛ در حالی که خیلی از آدم‌ها هستند که نشان دادند که علم قدیم هم چقدر به علم جدید شباهت داره و چقدر تفاوت دارد در واقع عناصری در علم قدیم وجود دارد که هنوز هم در علم جدید ما آن‌ها را می‌بینیم.

مثلاً ریاضی را به عنوان ابزاری برای شناخت جهان دانستن، یکی از ویژگی‌های علم قدیم است که علم جدید هم همین ویژگی را دارد درحالی که بسیاری گمان می‌کنند علم قدیم ریاضیاتی نبوده و صرفاً کیفی یا عقلانی و استدلالی بوده است. حتی درمورد جنبه‌های دیگر هم صادق است مانند تجربی بودن، یعنی علم قدیم چقدر تجربی بوده و علم جدید چقدر تجربی است. پژوهشگران تاریخ علم خیلی خوب نشان دادند که در علم قدیم هم عنصر تجربه چقدر مهم بوده و از این طریق نه تنها معلوم شد که علم قدیم به جدید چقدر شباهت دارد بلکه دیدیم علم جدید با وجود تفاوت‌ها، چقدر هم ریشه در نگاه‌های سنتی و باستانی دارد.

نظرتان در رابطه با تحریف علم قدیم و تاریخ علم چیست؟ چرا رخ می‌دهد و چگونه می‌توان از وقوع آن جلوگیری کرد؟

رشته تاریخ علم از یک جهت وضعیت عجیبی دارد و آن هم این که غیر متخصصان تاریخ علم زیاد سراغش می‌آیند؛ فیزیکدانان و ریاضیدانانی که با روش تاریخ نگاری علم آشنا نیستند می‌آیند و حرف‌های تاریخی علمی می‌زنند و از آن طرف مورخانی که با روش تاریخ نگاری آشنایند ولی با علم آشنا نیستند آن‌ها هم می‌آیند سراغ تاریخ علم و در این زمینه می‌خواهند اظهار نظر کنند و هر دو گروه معمولاً، نه همیشه البته، تولیداتی که دارند به صورت مکتوب یا سخنرانی و غیره، پر از تحریف



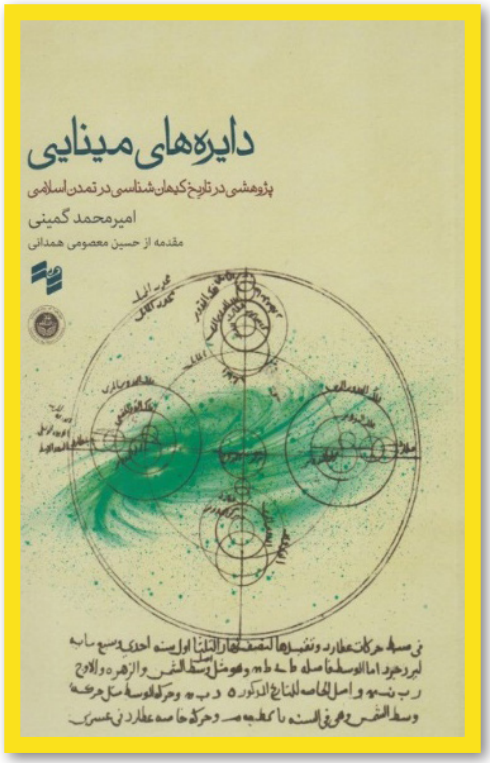
و اشتباهات تاریخ نگارانه است و چون این افراد فیزیکدانان و ریاضیدان‌های بزرگی هستند، تریبون دارند می‌توانند حرف بزنند حتی بعضی‌هایشان نوبلیست هستند. مثلا فرض کنید فیزیکدان بزرگی مثل استیون واینبرگ. خب این جور افراد انگار که مثلا فیزیک را کافی ندانسته‌اند و حالا می‌خواهند بیایند و تاریخ فیزیک را هم بنویسند ولی چون فهم دقیقی از علوم انسانی و شیوه‌های تاریخ نگاری علم ندارند، اشتباهات خیلی پیش پا افتاده مرتکب می‌شوند و هر چقدر هم که بهشان بگویم اصلا گوش شنوا هم ندارند به خاطر این که خودشان را خیلی بزرگ می‌داند، فیزیکدان می‌دانند، نوبلیست می دانند، واقعاً هم درست است فیزیکدانان بزرگی هستند ولی این به معنای این نیست که با روش شناسی تاریخی هم آشنایی داشته باشند. در حالی که مثلا فرض کنید شخصی که در این زمینه‌ها کار کرده است کافی است که مثلاً کتاب «مقدمه‌ای بر تاریخ نگاری علم» نوشتهٔ هلگه کراک را بخواند و واقعاً با دید باز بخواند و بیاید با شیوه تاریخ نگاری علم آشنا بشود و ببیند که کجاها ممکن است چه دست اندازهایی وجود داشته باشد و با اصول ابتدایی تاریخ نگاری علم آشنا شود. خیلی از مواقع هم با نیت خیر همین کار را می‌کنند و می‌خواهند که تاریخ علم را گسترش بدهند ولی نگاه‌های ایدئولوژیک، نگاه‌های سنت گرایانه یا نگاه‌های مدرن خاص خودشان را در محصول تاریخ نگارانه خودشان وارد می‌کنند و همین باعث می‌شود که محصولی که تولید می‌شود محصول قابل اعتماد و قابل اعتنایی نباشد.

تاثیر دانشمندان مسلمان را در حفظ و تولید علم از گذشته تا کنون در چه حد می‌دانید؟

یک دورانی از دوران‌های تاریخی گذشته، دورانی بوده است که بخش زیادی از علم در یونان باستان بوده است و بخشی در ایران باستان، در هند باستان و غیره. این‌ها به زبان عربی ترجمه شدند و منجمانی که در جهان اسلام بوده‌اند، که لزوماً همه هم مسلمان نبودند ولی در جهان اسلام زندگی می‌کردند، در این دوره تمدنی بزرگ زندگی می‌کردند. این افراد پرچمدار علم بودند؛ تولیدات علمی داشتند، فعالیت علمی می‌کرده‌اند، نجوم باستانی را، که نجوم باستانی بسیار پیشرفته بوده است، به خوبی یاد گرفته بوده‌اند. من بیش‌تر روی نجوم تمرکز می‌کنم چون تخصصم هست اما همه این مواردی که می‌گویم در رابطه با ریاضیات، اپتیک، پزشکی و غیره هم هست و این علوم را دانشمندان خوب یاد گرفته بودند و بعد شروع کردند به تولید کردن در این زمینه. معمولاً علم جهان اسلام خیلی علم انقلابی نیست که مثلاً بگوییم به یک باره علم را از این رو به آن رو کرده باشد. اما از طرف دیگر هم علم قابل اعتنا فقط علمی نیست که انقلابی باشد و علم و نظریه‌های علمی را از این رو به آن رو کند. نظریات علمی در طول تاریخ گاهی مواقع دچار انقلاب می‌شود گاهی هم نه. صرفاً فعالیت در آن زمینه، حل مسئله، طرح مسائل جدید و بررسی آن‌ها همگی جزء کارهایی است که دانشمندان قدیم چه دوره اسلامی و چه دوران مسیحی قرون میانه انجام می‌داده‌اند و ما اگر بخواهیم بگوییم نقش آن‌ها در تاریخ علم جهانی چه بوده است، تمام نتایج پژوهش‌های پژوهشگران تاریخ علم در صد سال اخیر پاسخ این سوال خواهد بود. یک نگاه ایدئولوژیک تحریف‌گر تاریخ علم وجود دارد که معمولاً کسانی که بدون آشنایی با روش‌های تاریخ نگاران سراغ تاریخ علم می‌روند خیلی مواقع دچار این اعوجاج فکری هستند و آن این است که دنبال این هستند که چه کسی در علم انقلاب کرده یا چه کسی نظریات درستی که ما امروز آن‌ها را درست می‌دانیم را ارائه داده است و هر کسی که نظریات علمی‌اش، نسبت به علم امروز غلط باشد، از نظر این افراد، نقشی در علم نداشته است، چرا که یک سری نظریات علمی غلط تولید کرده که به آن‌ها نمی‌شود گفت علم. این مساله یکی از مهم‌ترین نگاه‌های تحریف‌گر تاریخ علم است که زمان پریشی یا آناکرونیزم نامیده می‌شود. یعنی ما بیاییم دائماً سوژه‌های تاریخی و نظریات تاریخی قدیمی را با علم امروز مقایسه کنیم و وقتی که بخواهیم ببینیم کدام یک از آن‌ها ارزش تاریخی بیش‌تری دارد و کدام یک نقشی در تاریخ علم جهانی داشته است، آن‌ها را نسبت به علم امروز بسنجیم. مثلاً اگر خواجه نصیرالدین طوسی به نظریه زمین مرکزی معتقد بوده است، دیگر هر دستاورد ریاضی یا نجومی داشته است در این زمینه، به نظر کسانی که دارای نگاه زمان پریش هستند، بی ارزش خواهد بود. در حالی که به هیچ وجه این طور نیست. تاریخ علم قدم به قدم حرکت کرده و تحول پیدا کرده است. چیزی که کار نخبگان باستانی را علمی می‌کند این نیست که نظریاتشان چقدر درست باشد، بلکه این هست که چقدر بر اساس روش علمی باشد. مثلاً بر اساس استدلال‌های ریاضی و تجربی و عقلانی باشد. در نتیجه مهم نیست یک نظریه امروزه از نظر ما درست است یا نه، بلکه مهم این است که در آن روز از چه فعالیت فکری و تجربی و ریاضی این نظریه‌ها حاصل شده اند.

بسیار متشکریم که وقت خود را در اختیار ما قرار دادید و به تمام سوالات پاسخ دادید، در انتها اگر سخنی با دانشجویان و علاقه‌مندان دارید بفرمائید.

دعوت می کنم از علاقه‌مندان رشته‌های مختلف به ویژه رشته‌های علوم پایه یا مهندسی که بیایند سراغ رشته تاریخ علم. این رشته یک ویژگی بسیار مهمی که دارد این است که کار پژوهشی انجام نشده زیاد دارد، یعنی معمولاً دانشجویان ما در مقطع ارشد پژوهش‌هایی می‌کنند و مقالات و پایان نامه‌هایی می‌نویسند و نسخ خطی را بررسی می‌کنند که تا کنون بررسی نشده است. همه کارها جدید است. معمولاً در پژوهشکده ما این‌طور هست که بچه‌هایی که پایان نامه می‌نویسند اگر آن را مقاله کنند می‌توانند در بهترین ژورنال‌های دنیا منتشر کنند یعنی بسیاری از پایان نامه‌های ما، در حد پایان نامه‌های دکتری است و خیلی راحت می‌شود وارد دنیای پژوهشی شد و حرف نو زد. به همین خاطر، حوزه‌ای است که هنوز خیلی جای پیشرفت و تحول و دگرگونی دارد. کسانی که می‌خواهند در حوزه پژوهشی‌شان کارهای حسابی انجام دهند و حرف‌های نو بزنند، رشته تاریخ علم، تا کنون، در این جهت خیلی موفق عمل کرده است. این در واقع تلقی من است به عنوان کسی که یک زمان دانشجو بوده و با این که در کسوت استادی رفته، هنوز خود را دانشجو می‌داند.



اهمیت اکستریموفیل‌ها در اخترزیست‌شناسی

نیلوفر ترکزاده - کارشناسی ارشد بیوشیمی - دانشگاه آزاد واحد خلوررجان اصفهان
ntorkzade@yahoo.com

چکیده

میکروب‌ها همه جا هستند، در هر گوشه و کناری از زمین که زیستگاه یا زیست محیط محسوب شود، می‌توان پیدایشان کرد. زمین تنها زیستگاه شناخته شده‌ی حیات است و به نظر می‌رسد بقیه منظومه شمسی محیطی غیر قابل سکونت است. دانشمندان در سال‌های اخیر تنوع گسترده‌ای از حیات را در سه قلمرو مختلف حیات (یوکاریوت، پروکاریوت و آرکی) و در محیط‌های سخت کشف کرده‌اند. اولین موجودات زنده که پروکاریوت‌ها بودند از مجموعه‌های مولکولی همکار محصور در غشا مشتق شدند. اولین پروکاریوت متابولیسمی بسیار ساده داشته و فقط به تعداد کمی آنزیم نیاز داشته است. پروکاریوت‌ها شامل دو سلسله یوباکتری‌ها (باکتری) و آرکی‌باکتری‌ها می‌شوند. یوباکتری‌ها ارگانیسم‌های تک‌سلولی هستند و شامل سیانوباکتری یا جلبک سبز - آبی می‌باشند که از یک سلول یا گروهی از سلول‌ها تشکیل شده‌اند. آرکی باکتری‌ها علاوه بر داشتن توالی DNAای که آن‌ها را از یوباکتری‌ها جدا می‌کند، حاوی غشاهای سلولی با ساختار شیمیایی متفاوت از یوباکتری‌ها و یوکاریوت‌ها می‌باشد. یک گروه از آرکی باکتری‌ها هالوفیل‌های افراطی (نمک دوست) نام دارند که در مکان های خیلی شور به خوبی رشد می‌کنند. گروه دیگری از آرکی‌باکتری‌ها، هیپرترموفیل (حرارت دوست) هستند که در آب خیلی داغ به خوبی رشد می‌کنند، و گروه سوم آرکی‌باکتری‌ها متانوژن‌ها هستند که در محیط‌های بی‌هوازی زندگی می‌کنند. یکی از راه‌های عملی و مقرون به صرفه برای به دست آوردن اطلاعات درباره‌ی اثر شرایط فضایی روی ارگانیسم‌ها، آزمایش‌های شبیه‌سازی‌شده‌ی زمینی است. کویک و همکارانش مقاومت Halobacterium halobium را در جو شبیه‌سازی‌شده‌ی مریخ سنجیده‌اند آن‌ها از این آزمایش نتیجه گرفتند که این ارگانیسم قادر به حفظ بقای خود در شرایط حفاظت نشده نیست. توضیح احتمالی آن‌ها برای نتیجه این بود که این گروه میکروارگانیسم را در معرض میزانی از پرتوهای فرابنفش و پروتونی قرار داده‌اند که معادل ۲۰۰ سال روی مریخ است. اولین آرکی نمک دوست که در فضا قرار گرفت Halorubrum chaoviator از سویه Halo_G در ماموریت بایوپن در سال ۱۹۹۴ بود. بایوپن، یک کپسول قابل بازیافت کوچک از محصولات سازمان فضایی اروپا بود که با آن نمونه‌های شیمیایی یا زیستی را در مدارهای پایین زمین قرار دادند. مطالعه اولین تحقیق نشان می‌داد چه طور Hrr. chaviator که با موادی که در ادامه به آن اشاره شده، محافظت شده بود، در شرایط فضایی جان سالم به در برد.

تصویری از یک اکستریموفیل

مقدمه

اخترزیست شناسی یک رشته تحقیقاتی است که کار آن مطالعه و بررسی حیات در کیهان است. یک زمینه تحقیقاتی چند رشته‌ای که حوزه تحقیقاتی آن شامل؛ بررسی و جستجو برای محیط‌های سکونت پذیر در داخل منظومه شمسی و همین‌طور سیارات زیست پذیر در خارج منظومه شمسی است. جستجو برای حیات فراتر از زمین نیاز به درک درستی از حیات و ماهیت طبیعی که آن را حمایت می‌کند. همین‌طور شناخت درستی از سیستم‌های سیاره‌ای و ستاره‌ای دارد. پس پاسخگویی به این مفهوم در این حوزه، این رشته را با بسیاری از دانش‌ها و رشته‌های علمی مثل نجوم، زیست شناسی، شیمی، زمین شناسی، علوم هوایی، اقیانوس شناسی، جوشناسی و غیره ترکیب کرده است. این رشته برای اولین بار در ماه می ۱۹۹۸ میلادی توسط سازمان ناسا با ایجاد موسسه زیست اخترشناسی در مرکز تحقیقات ایمز Ames بنیان گذاری شد.

زمین تنها زیستگاه شناخته شده حیات است و به نظر می‌رسد بقیه منظومه شمسی محیطی غیر قابل سکونت است. در ضمن تا مدت‌ها تصور بر این بود که محیط‌های دشوار زمین، مرزهای مرگ به حساب می‌آید و هیچ نوعی از حیات در آن‌ها وجود ندارد. در حالی که دانشمندان در سال‌های اخیر تنوع گسترده‌ای از حیات را در هر سه قلمرو مختلف حیات (یوکاریوت، پروکاریوت و آرکی) و در محیط‌های سخت کشف کرده‌اند. جانداران تازه به طور پیوسته کشف می‌شوند و دانش ما درباره این اکستریموفیل‌ها و محیط‌های مربوط به آن‌ها پیوسته افزایش می‌یابد جستجوهای ما برای شرایط و محیط‌های اکستریم تازه، دیگر به سیاره خودمان ختم نمی‌شود. توانایی میکروب‌ها برای بقا در سفرهای فضایی به عنوان شماری از ارگانیسم‌های زمینی که می‌توانند در محیط‌های شبیه‌سازی‌شده مریخ، زمانی که از پرتوهای فرابنفش خورشید در امان باشند دوام بیاورند، اهمیت ویژه‌ای در ماموریت‌های بر روی سطح مریخ دارد. پیرو آن، این مطالعات اهمیت زیادی در مطالعه حیات گذشته و آینده دارد. از طرف دیگر توانایی بقای میکروب‌ها، مورد توجه تئوری بحث برانگیز لیتوپانسپرمیا قرار گرفته است. اکستریموفیل‌ها در هر سه قلمرو حیات یعنی آرکی‌ها، باکتری‌ها و یوکاریوت‌ها پیدا می‌شوند. در قلمرو یوکاریوتی، قارچ‌های خشکی دوست، جلبک‌های تک‌سلولی نمک دوست، اسید دوست، قلیا دوست، گرما دوست و سرما دوست مثال‌های شاخص یوکاریوت‌های اکستریموفیل هستند. بیش‌تر اکستریموفیل‌ها پروکاریوتند. قلیا دوست‌ها به همراه اسید دوست‌ها و گرما دوست‌ها، در عالم باکتریایی گسترش زیادی دارند. قلمرو آرکی‌ها بیش‌ترین گوناگونی اکستریموفایل‌ها را به ویژه در گروه هایپراکستریموفیل‌ها دارد. ابرگرمادوست‌ها فقط به آرکی‌ها و باکتری‌ها تعلق دارند. اکستریموفیل‌ها شامل ارگانیسم‌های پرسلولی نیز می‌شوند مانند تاردیگراد و سرمادوست‌ها شامل مهره داران هم هستند.

نخستین سلول‌ها، برای کسب کربن و انرژی احتمالاً از مواد شیمیایی استفاده می‌کرده‌اند

می‌خواهیم درباره منشا حیات صحبت کنیم؛ می‌دانیم که اولین موجودات زنده که پروکاریوت‌ها بودند از مجموعه‌های مولکولی همکار محصور در غشا مشتق شدند. اولین پروکاریوت متابولیسمی بسیار ساده داشته و فقط به تعداد کمی آنزیم نیاز داشته است و در محیط آن تقریباً هیچ اکسیژنی وجود نداشته؛ پس متابولیسم آن بی‌هوازی بوده است. در نتیجه ابتدایی‌ترین جانداران قادر نبودند از نور خورشید به عنوان منبع انرژی استفاده کنند. چون احتیاج به یکسری آنزیم‌های پیچیده داشته‌اند. احتمال دارد که شکل‌های اولیه حیات به آسانی کربن و انرژی خود را از یک سوپ غنی از مولکول‌ها و یون‌هایی که در آن تکامل یافته‌اند، به دست آورده باشند. دو فرضیه درباره ابتدایی‌ترین انواع متابولیسم انرژی تمرکز دارد که همه شکل‌های جدید جانداران از ATP به عنوان انرژی اصلی رایج استفاده می‌کنند. بنابراین این احتمال وجود دارد که پروکاریوت‌ها خیلی زود شروع به استفاده از این مولکول کرده‌اند. فرضیه A مطرح می‌کند که یک منبع قابل توجه از ATP در سوپ اولیه مولکول‌های آلی وجود داشته است. در این سناریو ابتدایی‌ترین شکل حیات یک شیمیوهتروتروف بوده که از طریق جذب مولکول‌های آلی از جمله ATP از محیط خود همه نیاز کربن و انرژی خود را برطرف کرده است. چنین شکلی از حیات، برای تبدیل مولکول‌های آلی جذب‌شده به سایر ترکیبات و برای تجزیه ATP و استفاده از انرژی آزاد شده آنزیم‌هایی داشته است. بعدها آنزیم‌هایی پدیدار شده که با استفاده از انرژی آزاد شده از تجزیه سایر مواد آلی می‌توانسته با استفاده از ATP ، ADP را بازسازی کند. فرضیه B، که احتمال بیش‌تری دارد، فرض می‌کند که محیط اولیه مولکول‌های آلی کم‌تری داشته و ابتدایی‌ترین شکل حیات یک شیمیواتروتروفی بوده است که ATP را خود می‌ساخته است. سلول ابتدایی ممکن است انرژی خود را از واکنش‌های شیمیایی مشتمل بر گوگرد و ترکیبات آهن‌دار غیرآلی که فراوان بودند به دست آورده باشد. پژوهشگران، آینده فرضیه B را از فعالیت‌های متابولیکی برخی از آرکی‌باکتری‌ها که امروزه روی زمین زندگی می‌کنند گرفته‌اند.

پروکاریوت‌ها شامل دو سلسله یوباکتری‌ها و آرکی باکتری‌ها می‌شوند

در سال‌های اخیر آنالیز جزئیات توالی DNAاز ارگانیسم‌های پروکاریوتی متنوع دو سلسله را معین کرده؛ یوباکتری‌ها، که اغلب به سادگی باکتری نامیده می‌شوند و آرکی باکتری‌ها. یوباکتری‌ها ارگانیسم‌های تک‌سلولی هستند و شامل سیانوباکتری یا جلبک سبز - آبی می‌باشند که از یک سلول یا گروهی از سلول‌ها تشکیل شده‌اند. می‌دانیم که ساختار عمومی سلول‌های یوباکتری و آرکی باکتری‌ها شبیه هم هستند. اندازه سلول‌های باکتری به طور معمول یک الی دو میکرومتر است و شامل سیتوپلاسم و غشای پلاسمایی می‌شوند. ژنوم آن تشکیل شده از یک مولکول DNA حلقوی است، بسیاری از پروکاریوت‌ها مولکول‌های DNA حلقوی کوچک و اضافی به نام پلاسمید دارند. ژنوم حلقوی به طور زیادی درهم پیچیده و در مرکز سلول که نوکلئوتید نام دارد متراکم شده است. در مقابل بیش‌تر ریبوزوم‌ها در سیتوپلاسم یافت می‌شوند. بعضی از باکتری‌ها دارای یک فرورفتگی در غشای سلولی هستند که به آن مزوزوم می‌گویند. سلول‌های باکتری حاوی یک دیواره سلولی هستند که از قسمت بیرون به غشای پلاسمایی متصل شده است. دیواره سلولی از پپتیدوگلیکان (یک کمپلکس از پروتئین و الیگوساکاریدها)، تشکیل شده است که به حفاظت از سلول و پایداری شکل سلول کمک می‌کند. در بعضی از باکتری‌ها مثل اشرشیا، درون سلول، توسط فضای پری‌پلاسمی جدا شده است. بعضی از باکتری‌ها با تکنیک گرام رنگ آمیزی نمی‌شوند. بنابراین به آن‌ها گرام منفی می‌گویند ولی بقیه باکتری‌ها مثل باسیلوس پلی میگسا دیواره سلولی قطوری دارد و غشای خارجی ندارد که جز گرام مثبت‌ها طبقه بندی می‌شود.

آرکی باکتری‌ها علاوه بر داشتن توالی DNAای که آن‌ها را از یوباکتری‌ها جدا می‌کند، حاوی غشاهای سلولی با ساختار شیمیایی متفاوت از یوباکتری‌ها و یوکاریوت‌ها می‌باشند. بسیاری از آرکی باکتری‌ها در شرایط غیرمعمول رشد می‌کنند.؛ شرایط سخت محیطی که مربوط به شرایط قدیم بوده، زمانی که اولین بار کره زمین برای زندگی موجودات زنده شکل گرفت. برای مثال نمک دوست‌ها که نیازمند غلظت زیادی از نمک هستند تا بتوانند زنده بمانند یا ترموسیدوفیل‌ها (حرارت و اسید دوست‌ها) که در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در مرداب‌های گوگردی، جایی که PH آن کم‌تر از دو است، زندگی می‌کنند بعضی از آرکی‌ها در شرایط فاقد اکسیژن زندگی می‌کنند و می‌توانند با ترکیب کردن آب و کربن‌دی‌اکسید گاز متان تولید کنند.

آرکی باکتری‌ها در محیط‌های افراطی به خوبی رشد می‌کنند

آرکی باکتری‌ها در خیلی از جاها از جمله محل‌هایی که تعداد کمی از جانداران می‌توانند زنده بمانند، فراوان هستند. آرکی باکتری‌ها ساکن محیط‌های افراطی دارای پروتئین‌هایی غیر معمول و سایر سازگاری‌های مولکولی هستند که آن‌ها را قادر می‌سازد تا به طور موثر متابولیسم و تولیدمثل کنند. یک گروه از آرکی باکتری‌ها که هالوفیل‌های افراطی نام دارند در مکان‌های خیلی شور مثل دریاچه بزرگ نمک و حوضچه‌های تبخیر آب دریا که برای تولید نمک استفاده می‌شود، به خوبی رشد می‌کنند. دریاچه قلیایی و الکالینی ناکورو در کنیا بسیار شور است و گونه‌های مختلف باکتری‌ها و آرکی باکتری‌ها در آن وجود دارند. نوعی نمک موسوم به هالیت Halit در شهاب‌سنگ‌های مریخی یافت شده که نشان دهنده وجود مکان‌های شور در سطح مریخ است. خشک شدن سریع سطح مریخ پس از نابودی جو آن باعث تشکیل مکان‌هایی با غلظت نمک بالا شده است که ممکن است میکروارگانیزم‌های نمک دوست آنجا زندگی کنند.

میکروب‌ها در تمام زیست محیط‌ها یافت می‌شوند.

گروه دیگری از آرکی‌باکتری‌ها هیپرترموفیل‌ها هستند که در آب خیلی داغ به خوبی رشد می‌کنند. برخی حتی نزدیک منافذ عمق اقیانوس جایی که دما بالای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد یعنی بالاتر از نقطه جوش آب در سطح دریاست زندگی می‌کنند. همچنین گرمادوست‌ها[۱] و ابرگرمادوست‌ها[۲] در همه جای زمین پیدا می‌شوند. سایر هیپرترموفیل‌ها در اسید به خوبی رشد می‌کنند.

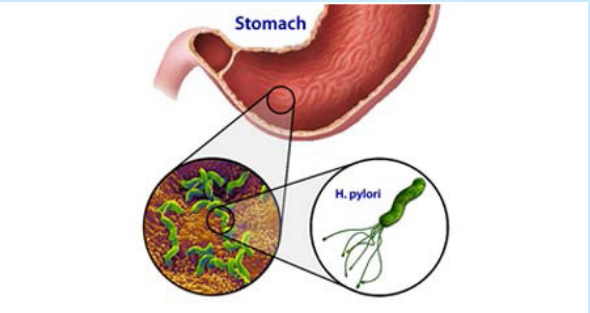
گروه سوم آرکی باکتری‌ها متانوژن‌ها هستند که در محیط‌های بی‌هوازی زندگی می‌کنند و متان را به عنوان یک ماده زاید پس می‌دهند. بسیاری در گل ته دریاچه‌ها و باتلاق‌ها در شرایط

---

۱ Thermophile

۲ Hyperthermophile

بی‌هوازی به خوبی رشد می‌کنند. تعداد زیادی از متانوژن‌ها نیز ساکن لوله گوارشی جانوران هستند. در انسان گاز روده‌ای به میزان زیادی در نتیجه متابولیسم آن‌ها می‌باشد. مهم‌ترین متانوژن‌ها به گوارش در گاوها، گوزن و سایر جانورانی که برای تغذیه به سلولز وابسته هستند کمک می‌کنند. این جانداران به طور طبیعی باد نمی‌کنند، چون این جانوران به طور منظم حجم‌های زیادی از گاز تولید شده توسط متانوژن‌ها و سایر میکروارگانیزم‌هایی که آن‌ها را قادر می‌سازد تا از سلولز استفاده کنند را آروغ می‌زنند.



باکتری در معده

سایکروفیل‌ها

سایکروفیل‌ها ارگانیزم‌های سرمادوستی هستند که در حدود دمای صفر درجه سانتی‌گراد زندگی می‌کنند؛ پس آن‌ها در محلول‌های نمکی و در دمای بسیار پائین می‌توانند زندگی کنند همچنین در کف اقیانوس آب‌های سرد، کنار دودکش‌های آب گرم و نیز در شکاف‌های یخی ایجاد شده در ژرفای قاره جنوبگان پیدا می‌شوند.

مثال‌هایی از اکستریموفیل‌ها

اسنوتی‌ها از کلونی‌های باکتری‌های تک‌سلولی شدت دوست غارزی ساخته شده‌اند. این کلونی شباهت زیادی به استالاکتیت یا چکنده‌سنگ دارند. این کلونی‌های باکتریایی در محیط‌های خشنی که سمی و اسیدی هستند، زنده می‌مانند. این باکتری‌ها استفاده از سنتز شیمیایی ترکیبات گوگردی آتشفشانی را به انرژی و مواد زائد سولفوریک اسیدی تبدیل می‌کنند.

اسنوتی کلنی‌های باکتریایی غارزی هستند.

خرس آبی یا تاردیگرید

خرس آبی تحمل شرایط سختی‌های زیادی را دارد. آن‌ها ارگانیسم میکروسکوپی ۸ پایی بوده و یکی از ارتجاعی‌ترین موجوداتی هستند که بشریت تا کنون شناخته است. آن‌ها برای زنده ماندن دو استراتژی دارند؛ یکی در مورد سیل و دیگری در مورد یخ بندان یا خشک سالی. آن‌ها وقتی در معرض سیل قرار می‌گیرند خودشان را مانند بالون باد می‌کنند و با این‌کار در زمانی که نیاز به اکسیژن دارند امکان آمدن به سطح آب را فراهم می‌کنند. در مورد خشکسالی یا یخبندان، خرس آبی این توانایی را دارد که بیش از ۹۷ درصد آب موجود در بدنش را با قندی به نام ترهالوز جایگزین کند. با این کار نیاز به آب کم‌تری دارند و از تشکیل کریستال‌های یخ از مولکول‌های آب و آسیب رسیدن به اندامک‌هایشان جلوگیری می‌شود.

جان سخت مثل خرس آبی

شرایط فضایی شبیه سازی شده

می‌دانیم که امکان ارسال نمونه‌های بیولوژیکی به فضا همچنان بسیار سخت است. یک راه عملی و مقرون به صرفه برای به دست آوردن اطلاعات درباره اثر شرایط فضایی روی ارگانیسم‌ها، آزمایش‌های شبیه سازی شده زمینی است. کویک و همکارانش مقاومت Halobacterium halobium را در جو شبیه‌سازی‌شده مریخ سنجیده‌اند. هدف آن‌ها از این آزمایش نشان دادن این است که ارگانیسم قادر به حفظ بقای خود در شرایط حفاظت نشده نیست. توضیح احتمالی آن‌ها برای نتیجه این است که این گروه، میکروارگانیسم را در معرض میزانی از پرتوهای فرابنفش و پروتونی قرار داده اند که معادل دویست سال روی مریخ است.

استن لوتر، آزمایش مرتبط فضایی دیگری انجام داده است به طوری که در این آزمایش Halococcus dombrowskii و Hbt. salinarium شش ساعت در معرض شرایط شبیه‌سازی‌شده مریخ قرار گرفتند. نتیجه آن مقاومت بالاتری در مواجهه با شرایط دشوار نسبت به Hbt. salinarium NRC_۱ از خود نشان می‌دهد. (با ضریب ۱۰ تحت شرایط آزمایش). با وجود قرار دادن آن‌ها در شرایط شبیه‌سازی‌شده مریخ امکان بازسازی هر دو سویه (به مجموعه سلول‌هایی سویه گفته می‌شود که در کشت خالص از یک سلول مشخص به دست آمده باشند). وجود داشته به این ترتیب نیاز بود که زیر نور عادی و نه فرابنفش گذاشته شوند.

آزمایش‌های زمینی دیگر نیز روی Halococcus dombrowskii و Haloferax mediterranei انجام شده‌اند. به طوری که آن‌ها تحت شرایط میکروگرانشی شبیه سازی شده (SMG رشد داده شده‌اند. هر دو سویه افزایش مقاومت در برابر آنتی بیوتیک را نشان دادند. ولی تعدادی فاکتور متفاوت در پروتئوم آن‌ها دیده شد که ناشی از رشد در SMG بود. اتفاق جالب دیگر که افتاد این بود که تجمع سلولی در مقایسه با شرایط عادی رشد به وقوع نپیوست، وقتی که تغییرات محیط رخ می‌دهد تجمع سلولی به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

ماموریت فضایی بایوپن

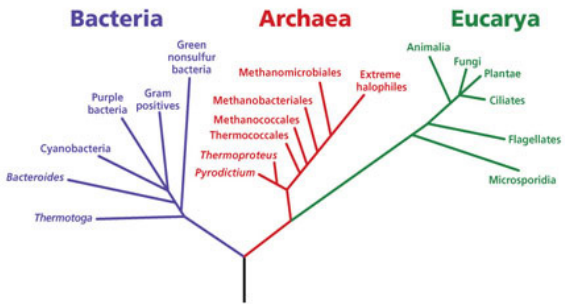
اولین آرکی نمک دوست که در فضا قرار گرفت Halorubrum chaoviaor از سویه Halo_G در ماموریت بایوپن در سال ۱۹۹۴ بود. بایوپن، یک کپسول قابل بازیافت کوچک از محصولات سازمان فضایی اروپا بود که با آن نمونه‌های شیمیایی یا زیستی را در مدارهای پایین زمین قرار دادند. در این آزمایش .Hrr Chaoviatorدر خاک شبی سازی‌شده مریخ جاسازی و روی صفحات کواتز خشک شد و در فضا فرستاده شد. وقتی که بایوپن در جایگاه خود قرار گرفت درهای لولادار موتوری ۱۸۰ درجه باز شدند تا نمونه در معرض خلا، پرتوهای کیهانی و فرابنفش قرار گیرد. کپسول به مدت دو هفته در مدارهای پایین به دور زمین گردید و برای وارد شدن دوباره به زمین درهای لولایی بسته شدند. مطالعه این تحقیق نشان می‌داد چه طور Hrr. Chaoviatorکه با مواد اشاره شده محافظت شده بود، در شرایط فضایی جان سالم به در برد.

اهمیت اکستریموفیل‌ها

آنزیم‌هایی که به وسیله اکستریموفی ها ترشح می‌شوند به اکستریموآنزیم موسوم هستند. این دسته از آنزیم‌ها که به شدت دوست‌ها امکان فعالیت و متابولیسم در محیط‌های شدید را می‌دهد. مورد علاقه بسیاری از محققان پزشکی و بیوتکنولوژی قرار دارد. آن‌ها با استفاده از این آنزیم‌ها تلاش می‌کنند تا داروهای ژنتیکی مبنا تولید کنند و یا به تکنولوژی زنده ماندن تحت شرایط خشن فیزیکی دست پیدا کنند. زیست اخترشناسان نیز یکی دیگر از مشتاقان اکستریموفیل‌ها هستند. انعطاف‌پذیری بالای این موجودات برای زنده ماندن در محیط‌های یخی توجه آن‌ها را به خود جلب کرده است. سرمادوست‌ها نامی است که برای این دسته از اکستریموفیل‌ها انتخاب شده است. مطالعه بر روی آن‌ها احتمال کشف حیات بر روی سیارات یخی را افزایش می‌دهد. بسیاری از اجرام منظومه شمسی را کرات یخی شامل می‌شوند. علاوه بر این ویژگی‌های بیوشیمیایی ساکروفیل‌ها مانند توانایی آن‌ها در استفاده از آرسنیک به جای فسفر در تولید انرژی، احتمالاً وجود حیات فرازمینی را قوت می‌بخشد، اکستریموفیل‌ها چون نمایانگر حدود آستانه زیست‌پذیری هستند. می‌توانند سرنخ را به ما بدهند که در چه اجرامی در منظومه شمسی و چگونه به دنبال حیات بگردیم.

نتیجه گیری

آرکی‌باکتری‌ها اهمیت زیادی برای اخترزیست‌شناس‌ها دارند چون می‌توانند از آن‌ها به عنوان نمونه‌ای برای شناسایی ارگانیسم‌هایی که ممکن است در شرایطی مشابه در زیر سطح یخی خاک‌های مریخ وجود داشته باشند، استفاده کرد. با افزایش حضور انسان در فضا، یکی از اهداف تحقیقاتی کلیدی، درک کامل واکنش‌های میکروارگانیسم‌ها به شرایط دشوار فضایی بیرون از زمین است. با توجه به همه آزمایش‌های زمینی و فضایی که هم اکنون در حال انجام و آماده سازی است و با کشفیات بسیار خوب، حالا زمان بسیار مناسبی برای پژوهش در زمینه اخترزیست شناسی می‌باشد.



یوکاریوت، آرکی‌ها، باکتری‌ها

منابع

۱. https://www.frontiersin.org/articles/۱۰,۳۳۸۹/fmicb.۲۰۱۹,۰۰۷۸۰/full

Nancy, Heidi, living at the extremes. Extremophiles and the limits of life in a planetary context. Frontier in microbiology .۲۰۱۹

۲. https://link.springer.com/article/۱۰,۱۰۰۷/s۴۰۸۲۸-۰۲۰-۰۱۰۳-۶

Carola, christin, antranikian. What we learn from extremophiles. Chem texts, ۸(۲۰۲۰).

۳. https://link.springer.com/article/۱۰,۱۰۰۷/s۰۰۷۹۲-۰۱۹-۰۱۱۲۶-۳

Shilditya, dassarma. Victoria. Extremophilic models for astrobiology haloarchael survival remote sensing, extremophiles .۲۰۲۰.(۴۱_۳۱)۲۴

۴. https://link.springer.com/chapter/۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۹۴-۰۱۰-۱۰۱۷-۷_۴۲er

Joseph, Aharon, from extremophiles to astrobiology. First steps in the origin of life. (۲۴۱_۲۴۵). ۲۰۱۸

۵. http://staryab.com/

۶. http://www.nssri.ir/

۷. جلد دوم بیولوژی کمپبل، انتشارات خانه زیست شناسی. بهرام م یرحیبی، مصطفی پویان ۱۳۹۰

۸. جلد اول زیست شناسی سلولی و مولکولی، پروین پاسالار، انتشارات اندیشه رفیع، ۱۳۹۵

تبخیر سیاهچاله‌ها و تابش هاوکینگ

مهرناز زبایحی نجف آبادی - کارشناسی فیزیک ۹۷ -
m.zabayehi@student.alzahra.ac.ir

چکیده

استیون هاوکینگ در ۱۹۷۰ ایده‌ای با عنوان قانون دوم دینامیک سیاهچاله‌ها را ارائه داد که بیان می‌کرد آنتروپی و مساحت افق رویداد یک سیاهچاله، هر دو کاهش ناپذیرند. و بعدتر این نتیجه حاصل شد که طیف گسیل این ذرات از سیاهچاله، مانند همان چیزی است که از یک جسم داغ انتظار می‌رود در حالی که تصئر اولیه این بود که هیچ چیز، حتی نور، نمی‌تواند از سیاهچاله بگریزد. در این متن به ماهیت این تابش و استدلال هاوکینگ برای نحوه ایجاد آن پرداخته شده است.

کلید واژه: سیاهچاله، نوسان‌های کوانتومی، پادماده، تابش هاوکینگ

قانون دوم دینامیک سیاهچاله ها

در ۱۹۷۰ دانشمند سرشناس انگلیسی، استیون هاوکینگ که در حال تحقیق درباره‌ی سیاهچاله‌ها بود ایده‌ای با عنوان قانون دوم دینامیک سیاهچاله‌ها را ارائه داد. این قانون بیان می‌داشت که ناحیه‌ی افق رویداد می‌تواند ثابت بماند یا افزایش یابد اما هیچ‌گاه کاهش نمی‌یابد. اگر دو یا چند سیاهچاله به هم برخورد کنند و به یک سیاهچاله واحد تبدیل شوند مساحت افق رویداد این سیاهچاله جدید، بزرگ‌تر یا برابر با مجموع مساحت‌های افق رویداد دو سیاهچاله اولیه خواهد بود.

این موضوع به این معناست که آنتروپی و مساحت افق رویداد یک سیاهچاله، هر دو کاهش ناپذیرند.

در نخستین اعلام این ایده به جامعه‌ی علمی در دسامبر ۱۹۷۰ در سمپوزیوم اخترفیزیک تگزاس، هاوکینگ تاکید کرد که گرچه مساحت افق رویداد شباهتی با آنتروپی دارد

اما این تنها یک شباهت است. جیکوب بنکشتاین که یکی از دانشجویان جان ویلر بود، مخالفت خود را با این توصیف هاوکینگ اعلام داشت. او ادعا کرد که ناحیه‌ی افق رویداد سیاهچاله تنها مانند آنتروپی نیست، بلکه خود آنتروپی است. به عبارتی وقتی شما مساحت افق رویداد سیاهچاله را حساب می‌کنید، در حال اندازه گیری آنتروپی سیاهچاله هستید. بکنستاین اضافه کرد که اگر جسمی که دارای آنتروپی است را درون سیاهچاله بیندازید قانون دوم همچنان پابرجاست، سیاهچاله آنتروپی دارد و با این کار شما آنتروپی سیاهچاله را افزایش می‌دهید. آن جسم، جرم دارد و افزودن جرم به سیاهچاله باعث افزایش مساحت افق رویداد می‌شود، افزایش مساحت افق رویداد سیاهچاله افزایش آنتروپی را به دنبال دارد. اما با قبول این مسئله، یک پرسش اساسی پیش می‌آید. اگر جسمی آنتروپی داشته باشد یعنی دما دارد، اگر دما داشته باشد پس تابش گرمایی دارد. سیاهچاله‌ای که آنتروپی داشته باشد دما دارد و از خود تابش گرمایی نیز دارد، ولی مگر نه آن‌که هیچ چیز، حتی نور، از سیاهچاله نمی‌تواند بگریزد؟

اشتباهی در محاسبات؟

هاوکینگ تصور می‌کرد که بکنستاین اشتباه می‌کند. چندی بعد در مسکو دو فیزیکدان روس، هاوکینگ را متقاعد کردند که طبق اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، سیاهچاله‌های چرخشی باید ذراتی را گسیل و تولید کنند. هاوکینگ دلایل فیزیکی آن‌ها را پذیرفت اما از راه ریاضی آن‌ها را برای محاسبه این نرخ گسیل راضی نبود.

بعد از بازگشت به کمبریج او دنبال روش های ریاضی بهتری گشت. هاوکینگ توقع پیدا کردن تابش سیاهچاله چرخشی را داشت که زلدویچ و استاربینسکی محاسبه کرده بودند ولیکن با نهایت شگفتی پی‌برد که سیاهچاله‌های غیر چرخشی هم با آهنگی ذرات را گسیل می‌کنند. او اطمینان داشت اشتباهی در محاسباتش انجام داده است و ساعت‌های زیادی را صرف پیدا کردن این اشتباه کرد.

تلاش‌های هاوکینگ برای یافتن اشتباهی در محاسباتش بی نتیجه بود. محاسباتش صحیح بودند و این نتیجه حاصل شد که طیف گسیل این ذرات از سیاهچاله ، مانند همان چیزی است که از یک جسم داغ انتظار دارید. حق با بکنستاین بود: انداختن ماده دارای آنتروپی به سیاهچاله با قانون دوم منافاتی ندارد، با انداختن این ماده مساحت افق رویداد افزایش می‌یابد و آنتروپی سیاهچاله بیشتر می‌شود. اما پرسش بزرگ‌تری به‌وجود می‌آید تا جلوی این ایده بسیار عجیب را بگیرد. اگر سیاهچاله‌ها ذراتی را گسیل کنند پس تعریف کلاسیک سیاهچاله، که هیچ ذره یا انرژی نباید از آن خارج شود چه می شود؟

نوسان کوانتومی و عدم وجود خلاء مطلق

محاسبات ریاضی مربوط به معادلات اصل عدم قطعیت و نظریه میدان‌های کوانتمی پیش‌بینی می‌کند که یک ذره‌ی حاوی انرژی می‌تواند در بازه‌ی زمانی بسیار کوچک، از هیچ پدید آید. البته قوانین پایستگی در فیزیک، مانند پایستگی بار الکتریکی و غیره، حکم می‌کنند که این ذرات باید به صورت ماده و پادماده باشند. این جفت ماده و پاد ماده به سرعت مجدداً یک دیگر را خنثی می‌نمایند. به این پدید آمدن ذره‌های حاوی انرژی از هیچ، افت و اخیز کوانتومی یا نوسانات کوانتمی می‌گویند. پس فضای تهی مطلقی وجود ندارد. به عبارتی، فضایی که هیچ اتمی در آن نباشد و کاملا تخلیه شده باشد در ظاهر آرام است اما اگر تا ابعاد کوانتومی در آن پیش روید، می‌بینید پر از تلاطم و نا آرامی‌هایی است که طبق اصل عدم قطعیت بوجود می‌آیند.

پاد ماده چیست؟

ذرات بنیادی، اصولاً به دو صورت ذره و پادذره در جهان وجود دارند. پاد ذره‌ها جرم و حتی اسپین برابر با ذره دارند ولی بار الکتریکی آن‌ها متفاوت است. در پادماده بار هسته منفی و بار ذرات مداری مثبت است که معکوس ماده است.

به عنوان مثال ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت، به نام پوزیترون وجود دارد که تمام ویژگی‌هایش به جز بار الکتریکی مشابه الکترون است. فیزیکدانان ذرات، پوزیترون را پادماده‌ی الکترون می‌دانند.

البته نباید پوزیترون را با ذره باردار مثبت دیگر، یعنی پروتون، اشتباه گرفت. پوزیترون هم جرم الکترون است در حالی که پروتون تقریباً ۲۰۰۰ بار سنگین‌تر از الکترون است. به علاوه پروتون دارای زیرساختارهایی به نام کوارک است. تا آنجا که می‌دانیم پوزیترون و الکترون هیچ‌کدام زیرساختار ندارند.

در برخوردهای انرژی بالا بخشی از انرژی جنبشی به ماده تبدیل می‌شود و می‌توان با انتخاب مناسب ذرات برخورد کننده پادذره‌ها را تولید کرد.

پس در فضا، زوج‌هایی از ذرات مدام ظاهر می‌شوند، دو ذره به صورت یک جفت در می‌آیند و سپس از هم جدا می‌شوند. پس از فاصله زمانی بسیار کوتاهی، آن دو ذره بار دیگر به هم می‌رسند و یکدیگر را از بین می‌برند. مکانیک کوانتومی به ما می‌گوید که این واقعه همیشه و همه جا در فضای خلأ روی می‌دهد

ممکن است که این‌ها ذرات واقعی که بتوانیم وجود آنها را با یک آشکارساز ذرات، تشخیص دهیم نباشند، ولی نباید تصور کرد که آن‌ها ذرات خیالی هستند. حتی اگر آن‌ها فقط ذراتی مجازی باشند، می‌دانیم که می‌توان آثار آن‌ها را روی ذرات دیگر تشخیص داد.

بعضی از این جفت ذرات، زوج‌های ذرات ماده یا فرمیون‌ها هستند. در این حالت، یکی از ذرات زوج، پادذره‌ی دیگری است.

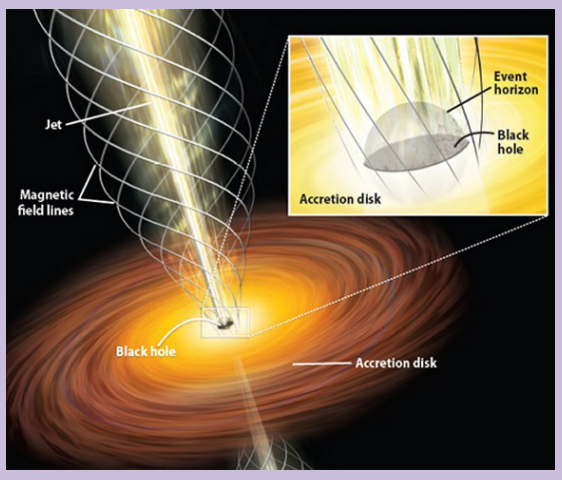
از طرفی می‌دانیم که مقدار کل انرژی در جهان، همیشه ثابت و بدون تغییر است. انرژی نمی‌تواند از جایی به طور ناگهانی به جهان وارد شود. این اصل را این‌گونه می‌توان با مسئله‌ی این ذرات به‌وجود آمده سازگار کرد که در واقع این زوج‌ها، با وام گرفتن انرژی، به طور بسیار موقتی به وجود آمده‌اند. آن‌ها به هیچ‌وجه دائمی نیستند. یکی از ذرات این زوج، انرژی مثبت و دیگری انرژی منفی دارد. تراز انرژی آن‌ها برابر است و به مقدار انرژی که در جهان وجود دارد، چیزی اضافه نشده است.

افق رویداد و شعاع شوارتزشیلد

افق رویداد قسمتی از تقسیم‌بندی مناطق خارجی سیاهچاله‌ها می‌باشد. در نسبیت عام، منطقه‌ای از فضا-زمان است که در آن‌جا تمام مرزهای فضا به شدت تحت تأثیر سیاه‌چاله است و اگر جسمی وارد این ناحیه شود، سرانجام بروی تکینگی سیاهچاله سقوط خواهد کرد و حتی نور نمی‌تواند از آن بگریزد. در متریک شوارتزشیلد (اولین و مهم‌ترین جواب دقیق معادلات میدان اینشتین که در سال ۱۹۱۶ و توسط کارل شوارتزشیلد پیدا شد)، افق رویداد همان شعاع شوارتزشیلد می‌باشد.

شعاع شوارتزشیلد برای سیاهچاله‌های شوارتزشیلد تعریف می‌شود که ساده‌ترین نوع از چهار نوع سیاهچاله‌ی شناخته شده‌اند آن‌ها بار، اسپین و چرخش ندارند.در واقع فقط شامل یک تکینگی و یک افق رویداد هستند.

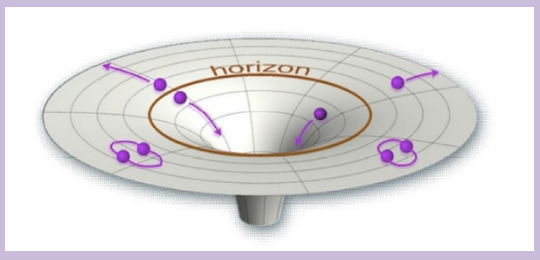
بر طبق متریک شوارتزشیلد هرگاه یک جسم شعاعش از شعاع شوارتزشیلد خودش کم‌تر شود به یک سیاهچاله تبدیل شده‌است. یعنی اجسام دیگر قبل از رسیدن به سطح جسم در شعاع شوارتزشیلد گرفتار جاذبه خیلی شدیدی می‌شوند؛ ولی اگر شعاع شوارتزشیلد درون جسم قرار بگیرد یعنی کوچک‌تر از شعاع آن باشد، آن جسم خواص سیاهچاله را ندارد.



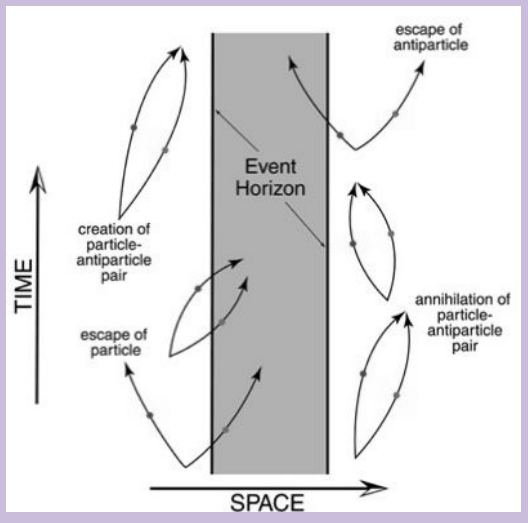
عکسی گرافیکی از قسمت‌های مختلف سیاهچاله

توجیه هاوکینگ

هاوکینگ دلیل آورد که زوج ذرات مجازی در افق رویداد سیاهچاله پدید می‌آیند اما پیش از آن‌که زمان دیدار دوباره و نابودی داشته باشند، ذره با انرژی منفی از افق رویداد می‌گذرد و وارد سیاهچاله می‌شود. ذره مثبت نیز به دنبال جفتش نمی‌رود، چرا که میدان گرانشی سیاهچاله در افق رویداد آن قدر قوی است که آن ذره مجازی را به واقعی تبدیل کند. البته ذره با انرژی مثبت نیز می‌تواند در سیاهچاله بیفتد، ولی مجبور به چنین کاری نیست، او از مشارکت آزاد است و می‌تواند بگریزد. برای یک مشاهده‌کننده از دور، به نظر می‌آید که این ذره‌ی مثبت از سیاهچاله بیرون آمده است اما در حقیقت ، نه از بیرون، بلکه از نزدیک سیاهچاله می‌آید. در این ضمن ذره با انرژی منفی به درون سیاهچاله سقوط کرده است و انرژی منفی را با خود برده است. پس انرژی سیاهچاله با انرژی منفی این ذره جمع می‌شود و این موضوع به این معناست که انرژی سیاهچاله کم خواهد شد، همچنین طبق نسبیت خاص و فرمول مشهور انیشتین، انرژی کم‌تر متناسب است با جرم کم‌تر؛ چرا که سرعت نور در این معادله تغییر نمی‌کند، پس با گذر زمان جرم سیاهچاله کم می‌شود.



تابشی که به این ترتیب از سیاهچاله گسیل می‌شود، تابش هاوکینگ نامیده شد. با تابش هاوکینگ، که دومین کشف مشهور او در زمینه سیاهچاله‌ها بود، استیون هاوکینگ نشان داد که اولین کشف مشهور او، قانون دوم دینامیک سیاهچاله (که مساحت افق رویداد هیچ‌گاه نمی‌تواند کاهش یابد)، همیشه استوار نیست. تابش هاوکینگ این مفهوم را می‌رساند که یک سیاهچاله می‌تواند کوچک شده و در نهایت کاملاً از بین برود، چیزی که یک مفهوم واقعاً اساسی است.



حالت‌های مختلفی که می‌تواند برای دو ذره رخ دهد

تلاش برای اثبات فرضیه هاوکینگ، ایجاد سیاهچاله در آزمایشگاه

فیزیکدانان این نظریه را در سیاه‌چاله‌هایی آزمایش می‌کنند که در فضای آزمایشگاهی و بر مبنای نور و صوت ایجاد شده‌اند. اولین پیشنهاد برای ساخت یک سیاه چاله‌ی مصنوعی در سال ۱۹۸۱ و توسط بیل اونرو از دانشگاه بریتیش کلمبیا، ارائه شد. او پیشنهاد کرد چنین سیاه چاله‌ای را می‌توان با استفاده از آب به جای نور خلق کرد. این سیاه‌چاله‌ها، آکوستیک یا به اصطلاح «صامت» نیز می گویند. او یک فونون (کوانتوم انرژی صوتی) را در لبه یک آبشار، درنظر گرفت. سپس تصور کرد زمانی که آب پایین می‌آید، سرعت می‌گیرد و سریع‌تر از صوت حرکت می‌کند که در نتیجه، فونون به دام می‌افتد. اما اگر فونون یک همتای درهم تنیده داشت، می‌توانست قبل از به دام افتادن، فرار کند.

این سیاه‌چاله‌ها که در سال ۲۰۰۹ ساخته شدند، با خنک‌سازی اتم‌های روبیدیوم تا چند میلیاردم کلوین بالاتر از صفر مطلق، ایجاد می‌شوند. در این مرحله اتم‌ها وارد یک حالت کوانتومی می‌شوند، به گونه‌ای که آن‌ها نقش کلون یک دیگر را ایفا کرده و در جهت ایجاد یک ابرذره یا موج به نام چگالش بوز - اینشتین، به حالت توده در می‌آیند.

پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که این سیاه‌چاله‌های آکوستیک که به تعدادی آینه، لیزر، لنز و کویل‌های مغناطیسی نیز نیاز دارند، رفتار یک سیاه‌چاله‌ی واقعی را از چند طریق بسیار مهم بازسازی می‌کنند و از همین رو به عنوان یک جایگزین مناسب شناخته می‌شوند.

جف استاین‌هاور، فیزیکدان دانشگاه صنعتی تخنیون، به مدت هفت سال بر روی سیاه‌چاله آکوستیک خود کار کرده است و به اندازه‌ای آن را تکمیل کرده است که اکنون می‌تواند به دقت رفتار ذرات را در لبه یا افق رویداد سیاه‌چاله خود شبیه‌سازی کند. او پس از ۴۶۰۰ بار تکرار آزمایش، به این نتیجه رسید که مشاهدات دقیقاً با پیش‌بینی‌های هاوکینگ مطابقت دارد؛ جفت‌هایی از فونون به صورت هم‌زمان شروع به آشکار شدن در افق رویداد کردند، این روند، قبل از آن‌که یکی از آن‌ها از داخل سیاه‌چاله به فضای شبیه‌سازی شده رانده شده و دیگری به داخل سیاه‌چاله سقوط کند، آغاز می‌شود.

همچنین در ژوئن ۲۰۰۸ ناسا تلسکوپ فضایی پرتو گامای فرمی را توسط موشک دلتا۲ به فضای بیرونی فرستاد. این تلسکوپ به دنبال منبع پرتوهای گامایی است که انتظار می‌رود از سیاه‌چاله‌های نخستین تابیده شده باشند. در صورتی که نظریه‌های فرا بعد بزرگ (در نظریه ریسمان و فیزیک ذرات)، درست باشند شاید برخورددهنده هادرونی بزرگ در سازمان اروپایی پژوهش‌های هسته‌ای (سرن) بتواند ریزسیاه‌چاله تولید کرده و تبخیر آن را نشان دهد. هرچند که تا کنون چنین ریزسیاه‌چاله‌هایی در برخورددهنده هادرونی بزرگ دیده نشده‌اند.

نتیجه‌گیری

تابش هاوکینگ در اثر نوسانات کوانتومی در نزدیکی سیاهچاله‌ها به وجود می‌آید. به صورتی که بعد از ایجاد شدن یک جفت ذره و پاد ذره، و قبل از آن که این دو نابود شوند، پاد ذره به داخل سیاهچاله کشیده شده و ذره با انرژی مثبت از سطح سیاهچاله گسیل می‌شود.

منابع:

[۱]: سیاه چاله آزمایشگاهی گواهی بر درستی تابش هاوکینگ ، مهرداد عیسی لو ، zoomit.ir

[۲]: مشاهده اثرات کوانتومی تابش هاوکینگ برای اولین بار و در یک سیاه چاله آزمایشگاهی، ناهید سادات ریاحی، deeplook.ir

[۳]: تابش هاوکینگ، پویا فرخی، bigbangpage.com

[۴]: شگفتی های نجوم، زهرا عباسی، انتشارات تلاش اندیشه

[۵]: مجله علمی ایلیاد ، iliadmag.com

[۶]: High energy colliders as black hole factories: The end of short distance physics, Giddings, Steven B., Tomas Scott

[۷]: The case for Mini Black Holes, CERN Courier, Barrau, Aurelien, Grain, Julien

وام‌دار سرخ حیات

نبردی غریب برای نفس و نیستی به روایت فیلم «مریخی»

کیمیا آمارمحمدی - کارشناسی فیزیک ۹۷ -
kimia7mo@gmail.com

«و ما بی شک انسان را در بهترین شکل آفریدیم»(آیه ۴ سوره تین) تا خود را بشناسد و برای کشف رازهای جهان مرزها را بشکافد. از سختی عبور کند با قدرت قدم بردارد و به جنگ محدودیت‌ها برود و در بالاترین نقطه از دست نیافتنی‌ترین دژ کشف شده بایستاد، نفس بگیرد وکماکان آفاق تازه را برای فتح جست و جو کند. این کلملات را بی شک آفریدگار هنگام دمیدن در سرشت روح و جان انسان در گوش کائنات نجوا می‌کرد که انسان امروز این گونه هر روز واژه توانستن را از نو برای جهانش معنا می‌کند که اگر جز این بود، امروز ما برای تحقق یک رویای مشترک از آسمان زمین نمی‌گذشتم که سکوت تاریک و عمیق فضا را در آغوش بگیریم و همانند نیاکانمان از دور یگانه قمر زمین، ماه را می‌پرستیدیم و هرگز آبی آسمان را با بلند پروازی‌هایمان نمی‌دریدیم تا این زیبایی و شکوه را فتح کنیم و خوب نگاه کنید که پس از این فتح، چگونه گشایش درهای سرخ مریخ برای حیات، آرمان تازه‌ای برای انسان نوین شکل داده است. اگر چه دیر یا زود انسان درنهایت این رویا را نیز تحقق می‌بخشد اما فیلم «مریخی» با بهره گیری از هنر هفتم برای ساعتی ما را به عمق عریان آینده می‌برد و با تلفیق رنگ علم، هنر، تخیل و روایتی ازمبارزه نفس و مرگ اولین انسان روی مریخ، تصاویر مجازی و باور نکردنی از این رویا را بسیار زودتر از زمان موعود خلق می‌کند.

«مریخی» به کارگردانی «ریدلی اسکات» (Ridley Scott) و نقش آفرینی نام‌های پر آوازه‌ای نظیر «مت دیمن»

(Matt Damon)، «جسیکا چستن» (Jessica Chastain)، «کریستین ویگ» (Kristen Wiig) و جف دنیلز (Jeff Daniels) و بر اساس کتابی با همین نام (Martian The) به قلم «اندی ویر» (Andy Weir) روایتی جذاب و گیرا از فضانوردی به نام «مارک واتنی» با بازی حیرت آور «مت دیمن» جا مانده از سفینه فضایی را که هر روز برای انتخاب زندگی، به جنگ تنهایی مطلق، سرخ و خوفناک مریخ می‌رود، به روی پرده می‌برد.

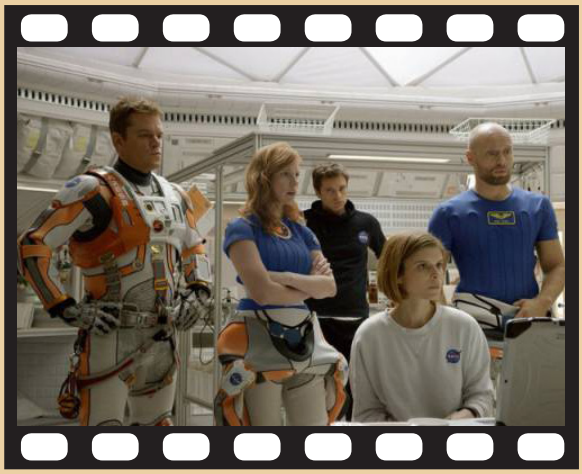
«ریدلی اسکات» که در کارنامه هنری خود در ژانر علمی تخیلی فیلم‌های به نامی نظیر «بیگانه» و «بلیدرانر» را دارد، در «مریخی» برای جذابیت داستان نه تنها از ژانرهای متداول فانتزی وترسناک کمک نگرفته، بلکه با ژانر درام -علمی تخیلی تابوها را شکسته و همین «مریخی» را بیش از پیش در میان هم تیپ‌های سینمایی‌اش خاص کرده است. «اسکات» با هنرمندی توانسته با دادن ریتم آرام و شمرده به داستان فرصت تفکر عمیق توأمان با لذت را به مخاطب خود هدیه دهد و هم‌زمان با آمیختن حس شوخ طبیعی موزیانه خود در روایت داستان، به نوعی اجازه گم شدن در مفاهیم دراماتیک پیچیده را ندهد.

اگر چه موضوع سفر به فضا و زندگی در سیاره‌ای غریب در هر فیلمی، جواز بی چون و چرای نقد علمی را به اهالی دانش و هنر می دهد اما «مریخی» با همکاری ناسا در فیلم نامه و ساخت توانست تا حد زیادی توقعات را برطرف کند و هنوز از دقیق‌ترین‌ها در نوع خودش محسوب شود. با این حال اگر بحث تخیل در کنار علم مطرح باشد باید برخی از بدیهیات علمی قربانی شود تا جزیات بتواند با دوربین رقم بخورد. برای دانش امروز سفر انسان به مریخ سفری طولانی پر چالش است و علم هنوز نمی‌تواند برای این سفر مشکل محدودیت فضا در سفینه فضایی با توجه به لزوم وجود غذا، اکسیژن و الفبای حیات طی زمان حداقل شش ماه برای چند فضا نورد و همچنین نحوه فرود و پرواز دوباره از مریخ به زمین را حل کند و تنها راهکار برای حل این مشکل را سفر بدون بازگشت انسان به مریخ می‌داند!

_مارک واتنی«من اینجا هر روز میرم بیرون و به افق‌های بینهایت خیره میشم،چون فقط دلم می‌خواد.»

حتی با تصور سالم رساندن سرنشینان به سطح مریخ ، خطرات مرگبار در آنجا هر لحظه درکمین انسان است چرا که بهرام از زمین کوچک‌تر است و جاذبه کم‌تری نسبت به زمین دارد. همین باعث شده نتواند مولکول‌های جوش را در اطرف خود نگه دارد و جو بسیار رقیقی را تشکیل دهد. این مسئله به تنهایی شاید خطر ساز نباشد اما این در کنار قرار داشتن مریخ در نزدیک کمربند سیارکی، خطر برخورد شهاب سنگ‌ها را چندین برابر بیش‌تر از زمین می‌کند. علاوه بر این مریخ توانایی دفع اشعه‌های مرگبار کیهانی را هم ندارد چرا که هسته آن در مقایسه با زمین سرد است و درنتیجه مریخ نمی‌تواند میدان مغناطیسی کافی برای دفع خطر اشعه‌های کیهانی را تشکیل دهد. از راهکارهایی که امروزه برخی برای دفع این خطرات احتمالی پیشنهاد داده‌اند ساخت پایگاه زیر سطح مریخ است. فیلم «مریخی» اما با گذشتن از این دو موضوع حیاتی برای ورود انسان به مریخ، پایگاه فضانوردان را به راحتی روی سطح سیاره به تصویر می‌کشد و اگر چه در جلوه‌های بصری، گرافیکی و تصویر سازی به عالی‌ترین شکل عمل کرده، اما در وصف فضای رعب آور این سیاره، نمی‌تواند حق مطلب را به درستی ادا کند.

در جزییات اما «مریخی» به خوبی سلیقه مخاطبش را می‌شناسد. «مارک واتنی» فضانورد در ۸۰ میلیون کیلومتر دور از خانه، در خوشبینانه‌ترین حالت می‌تواند تا یکسال و نیم دیگر روی سیاره زمین باشد اما این که چگونه خود را زنده نگه دارد و چگونه پیام زنده ماندن خود را به زمینیان دهد به ذهن خلاق و جنگ جوی او بستگی دارد. «واتنی» باید راهی پیدا کند تا در سیاره‌ای که تا کنون چیزی رشد نکرده، غذای یک سال بعد خود را پرورش دهد. او به دور از نا امیدی و غم، با انگیزه‌ای بی مانند از هوش و مهارت‌های گیاه شناسی خود بهره می‌گیرد و طرح یک گلخانه کوچک در پایگاه را در روز ۲۴ مریخی عملی می‌کند. خاک مریخ از نگاه علمی نه تنها خاک غیر قابل کشتی نیست بلکه با داشتن خاصیت قلیایی در کنار عناصری مثل منیزیم، سدیم ،پتاسیم وکلر می‌تواند برای رشد گیاهانی مانند مارچوبه مناسب هم باشد. اما فصانورد گیاه



شناس، سیب زمینی را برای کشت انتخاب می‌کند. «واتنی»در اولین قدم از محاسبات خود در می‌یابد که هر یک متر مکعب خاک برای باروری گیاه به چهل لیتر آب نیاز دارد اما منع آب کافی در اختیار ندارد و خود باید آب را تولید کند.

-مارک واتنی«من یه گیاه شناسم و مریخ از توانایی گیاه شناسی من خواهد ترسید»

وی تصمیم میگیرد با هیدرازین استفاده نشده در سوخت موجود در پایگاه و عبور آن از کاتالیزور ایریدیوم به نیتروژن و هیدروژن برسد و با حبس هیدروژن در فضای کوچک و سوزاندن آن آب تولید کند. هیچ چیز در وسایل پایگاه اشتعال پذیر نیست به جز صلیب شخصی دوست «ویتنی» که خود ناجی بودن صلیب از نمادهای دین در این شرایط بحرانی، به تنهایی پیامی عمیق را در خود دارد. در نهایت واتنی در روز ۴۵ مریخی اولین قطرات آب را درگلخانه می‌سازد و با استفاده از مدفوع خود به عنوان کود، شروع به کشاورزی و کشت سیب زمینی در مریخ می‌کند.

-مارک واتنی«وقتی جایی گیاهی پرورش میدی یعنی اونجا رو مستعمره خودت کردی، مریخ الان مستعمره منه!»

در نگاه ریز بینانه‌تر به آنچه در فیلم رقم خورد باید گفت که هیدرازین به شدت سمی و واکنش تجزیه آن نیز به شدت گرماده است و انجام این واکنش در یک فضای کنترل نشده و تنها با یک ماسک محافظ از نگاه یک شیمی‌دان تخیلی است. اما برای اولین بار در تاریخ فضانوردی توسط آخرین سطح نشین مریخ راهکاری دیگر برای تولید اکسیژن و متعاقباً آب عملی شده؛ این سطح نشین قادر است با استفاده از کربن دی اکسید جو و دمای بالا تا ۸۰۰ درجه سانتی گراد به تولید اکسیژن بپردازد. اما با تولید تنها ۱۰ گرم اکسیژن در روز، هنوز قادر به برآورده کردن نیاز تنفس یک انسان بالغ نیست.

«ویتنی» در نهایت با استفاده از ژنراتور ایزوتوپ رادیواکتیو برای گرمایش، از مرگ زیر قوانین سخت ترمودینامیکی نجات پیدا می‌کند و با خلق روشی مبتکرانه، الفبا مخصوصی را برای ارتباط با زمین به کار می‌برد و یکی پس از دیگری از چالش‌های مرگ بار سر بلند بیرون می‌آید و به جز یکبار، هرگز تسلیم نا امیدی نمی‌شود.

«مریخی» اما نه با نگاه علمی و از دریچه حقیقت بلکه با نگاهی مثبت و از دریچه امید، به داستان زندگی انسان به دور از زمین می‌نگرد و پیش از آن که به سختی سفر بپردازد، با هنرمندی تمام در فضایی که هر لحظه آغوش بی قرار مرگ بلعیدن امید را انتظار می‌کشد، باروری هر چه تمام‌تر خلاقیت و ذهن بی حد و مرز بشر را در روح مخاطب نقاشی می‌کند و از هیچ فرصتی در خط داستان برای سرودن نغمه جنگ برای زندگی دریغ نمی‌کند.

-مارک واتنی«۴,۵ میلیارد سال کسی اینجا نبوده و حالا هرکاری که بکنم من اولین کسی‌ام که اون کارو کرده و حالا من اینجام.»

امروز سفر بدون بازگشت به مریخ اگر چه برای همه ی ما پر از ترس و ابهام است اما یقیین داریم انسان‌هایی که برای نخستین بار به این سیاره پا می‌گذارند در تاریخ آفرینش حک خواهند شد و رد پایشان هرگز در افق سرخ مریخ فراموش نمی‌شود و تاریخ همواره روایت انسان‌هایی است مانند «وارک واتنی» که با پرواز از فراز تنگنا، کرانه‌های بکر هستی را برای کاوش آیندگان به یادگار می‌گذارند.

-مارک واتنی «فضا هیچ کمکی بهتون نمی‌کنه یا قبول کنید یا برید به دل کار و شروع کنید».

شرلوک هولمز در سرزمین فوتونیک:

ضحی عامری - کارشناسی ارشد فوتونیک - پژوهشکده لیزر و پلاسما -
z.amerimahabadi@mail.sbu.ac.ir

چکیده

از بازه‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی می‌توان برای کشف و مبارزه با جرم استفاده کرد. اگر چه استفاده از امواج فروسرخ، فرابنفش و طیف‌سنجی رامان در تحقیقات جنایی نسبتاً شناخته‌شده است؛ اما کاربرد امواج تراهرتز در زمینه‌ی امنیتی-حفاظتی حوزه جدیدی است. این مقاله نگاهی به کاربردهای امواج تراهرتز برای کشف مواد منفجره، مواد مخدر و سلاح‌های پنهان با استفاده از طیف‌سنجی حوزه- زمان تراهرتز و تصویربرداری تراهرتز دارد.

کلیدواژه: پیشگیری از جرم، طیف‌سنجی حوزه زمان تراهرتز، تصویربرداری تراهرتز

مقدمه

عبارت مثال‌زدنی «پیشگیری بهتر از درمان است» مصداق‌های متعددی در زمینه‌های مختلفی دارد که از جمله‌ی آن می‌توان به جرم‌شناسی اشاره کرد. در بسیاری از مواقع، جرم به وقوع پیوسته به حدی سنگین است که حتی مجازات مرگ برای مجرم کافی نیست. بازه‌ی فرکانسی تراهرتز با شناسایی سلاح، مواد منفجره و مواد مخدر نه به عنوان یک بازدارنده‌ی کامل بلکه تا حد زیادی میدان وقوع جرم را کاهش می‌دهد.

امواج تراهرتز و ویژگی‌های آن

بازه فرکانسی تراهرتز که تا سال‌ها تحت عنوان»گاف تراهرتز» شناخته می‌شد، بین فروسرخ میانی و امواج ماکروویو قرار دارد.

این امواج که دارای طول موج ۰,۰۳ تا ۳ میلی‌متر و فرکانس ۰,۱ تا ۱۰ تراهرتز هستند و با وجود این‌که همانند پرتوی ایکس قابلیت نفوذ زیادی دارند، غیرتهاجمی هستند و منجر به یونیزه شدن بافت‌های بدن انسان نمی‌شوند. از طرفی، مدهای فرکانس تراهرتز برخلاف طیف فروسرخ میانی و رامان که از ارتعاشات ساده‌ی مولکولی نشأت گرفته‌اند، از ارتعاشات پیچیده‌ی کل مولکول (مدهای داخلی) یا مدهای خارجی حاصل شده و درنتیجه بسیاری از مدهای ارتعاشی، زمانی قابل مشاهده‌اند که حالت ماده، بلور باشد نه زمانی که در فاز جامدآمورف یا محلول قرار دارد. حساسیت ویژه به فاز بلور این مزیت را برای طیف سنجی تراهرتز به همراه دارد که می‌تواند گونه‌های مختلف نمک و شکل‌های متفاوت یک مولکول را از هم تمیز دهد. هم‌چنین، از آنجایی که تابش تراهرتز قابلیت عبور از بسیاری از مواد غیرفلزی و غیرقطبی را دارد، می تواند برای آنالیز طیفی مواد پنهان در پوشش‌های خشک همانند کاغذ، پلاستیک و مقوای نازک مورد استفاده قرار گیرد.

به طورکلی، برای تعیین خواص ماده و تمییز بین مواد مختلف از طریق پرتوی تراهرتز می توان از: ۱.طیف‌سنجی تراهرتز در حوزه‌ی زمان و ۲.تصویربرداری تراهرتز استفاده کرد.

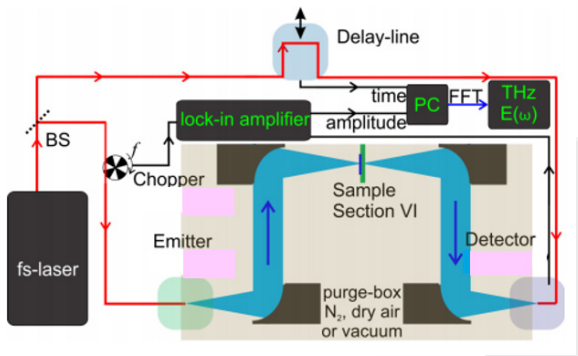
---

۱ Terahertz Time Domain Spectroscopy

۱. طیف‌سنجی تراهرتز در حوزه‌ی زمان(THz-TDS[1])

طیف‌سنجی به طول‌موج، فرکانس یا انرژی فوتون های عبور کرده از نمونه اشاره دارد. در طیف‌سنجی حوزه زمان تراهرتز، میدان الکتریکی گذرا توسط سیگنال به صورت مستقیم اندازه‌گیری می‌شود. به عبارت دیگر، در طیف‌سنجی حوزه مکان، شدت پرتو که میانگین سیکل‌های اپتیکی است برحسب طول‌موج/ فرکانس به دست می‌آید که با تبدیل فوریه‌گرفتن از شدت برحسب فرکانس می‌توان شکل تابع شدت را برحسب زمان به دست آورد. اما در این حالت اطلاعات فازی (تغییرات لحظه به لحظه) میدان الکتریکی را نداریم چرا که شدت، میانگین چند سیکل است نه یک سیکل به تنهایی؛ برای یافتن اطلاعات فازی باید دقت زمانی حداکثر برابر با مرتبه سیکل اپتیکی باشد که برای آن می‌توان از پالس تراهرتز که پالسی فوق کوتاه است استفاده‌کرد. با استفاده از پالس فوق کوتاه تراهرتز علاوه براندازه میدان، تغییرجهت آن نیز ثبت می‌شود که با کنارهم قراردادن داده‌ها می‌توان شکل میدان برحسب زمان را به دست آورد که با تبدیل فوریه گرفتن از میدان حاصل، طیفی به دست می‌آید که شامل اطلاعات فازی نیز می‌باشد. هم‌چنین با داشتن میدان برحسب فرکانس می توان شدت برحسب فرکانس را نیز به دست آورد.

چیدمان اپتیکی طیف‌سنجی حوزه زمان تراهرتز در شکل ۱ نشان داده شده است. اندازه‌گیری در حوزه زمان برپایه نمونه‌گیری از میدان تراهرتز مجهول با پالس لیزر فمتوثانیه معلوم (پالس بازخوانی) قراردارد. سیگنال گذرایی که باید آشکارسازی شود، کانولوشن شدت پالس فمتوثانیه با میدان الکتریکی تراهرتز می‌باشد. (پالس بازخوانی بسیار کوتاه‌تر از پالس تراهرتز است) در صورتی که پالس بازخوانی و تراهرتز به صورت هم‌زمان به آشکارساز برسند، آشکارسازی رخ می دهد که البته تنها میدان الکتریکی تراهرتز اندازه‌گیری می‌شود. در این روش، میدان تراهرتز در هر لحظه توسط پالس بازخوانی به دست می‌آید. برای به دست آوردن کل میدان باید آن را در زمان‌های مختلف به دست آورد که این کار توسط قراردادن یک خط تأخیر در سرراه پالس بازخوانی انجام می‌شود و در نهایت با در کنار هم قرار دادن میدان در زمان‌های متفاوت، پالس تراهرتز در یک سیکل به دست می‌آید. برای جلوگیری از خطا، پالس تراهرتز و بازخوانی از یک منبع گرفته می‌شوند به این شکل که در ابتدای چیدمان توسط یک پرتوشکن پرتوی خروجی لیزر را به دو قسمت تقسیم می‌کند که بخشی از آن با وارد شدن در محفظه از طریق روش‌های مختلف همانند آنتن فوتورسانش تراهرتز تولید می‌کند که پالس تراهرتز در ادامه به نمونه برخورد می‌کند و در اثر عبور از نمونه دچار تغییرات می‌شود. بخش دیگر به عنوان پرتو بازخوانی وارد خط تأخیر و سپس هم‌زمان با پالس تراهرتز وارد آشکارساز می‌شود. از طریق مقایسه‌ی دو پرتو می‌توان به شناسایی خواص نمونه پرداخت. در چیدمان مذکور، می‌توان از تقویت‌کننده قفل‌شونده[2] برای تقویت پرتو استفاده کرد.

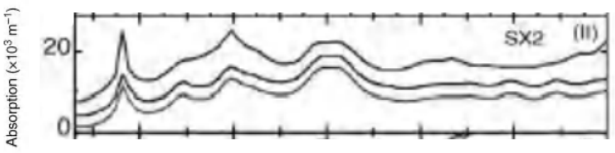


شکل ۱:چیدمان طیف‌سنجی حوزه زمان تراهرتز [۱]

از روش مذکور می‌توان برای شناسایی اشیای ممنوعه استفاده کرد. در ادامه به چند نمونه از آن‌ها اشاره شده است:

۱.۱ مواد منفجره

از طیف‌سنجی تراهرتز برای تشخیص خواص شیمیایی مواد و لذا شناسایی آنان می‌توان استفاده کرد. این امواج هم‌چنین می‌توانند به داخل بسته‌ها نفوذ و مواد داخل آنان را مشخص نمایند. درنتیجه، طیف‌سنجی تراهرتز برای شناسایی مواد منفجره دستی و آماده کاربرد دارد. بیشتر مواد منفجره به جای حالت بلور مولکولی خالص با سایر مواد ترکیب می‌شوند که به آنان مواد منفجره پلاستیکی می‌گویند. طیف‌سنجی تراهرتز ویژگی قابل شناسایی برای اکثر این مواد جانبی را از خود نشان نمی‌دهد و لذا شناسایی ماده‌ی منفجره بسیار آسان‌تر می‌شود. شکل۲، سه نمونه‌ی SX۲ از گونه‌های مختلف یک ماده‌ی منفجره پلاستیکی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید از آنجایی که ماده منفجره‌ی هر سه گونه یکسان است، پیک هر سه در یک نقطه قرار دارد.



شکل ۲:مقایسه طیف تراهرتز از سه نمونه ماده منفجره پلاستیکی [۲]

البته گاهی اتفاق می‌افتد که طیف تراهرتز بعضی مواد غیرمنفجره و منفجره شباهت بسیاری دارند به گونه‌ای که تشخیص را مشکل می‌سازد؛ برای کاهش این خطا می توان طیف‌های ماده را به صورت هم‌زمان در زوایا و مدهای مختلف اندازه‌گیری کرد.

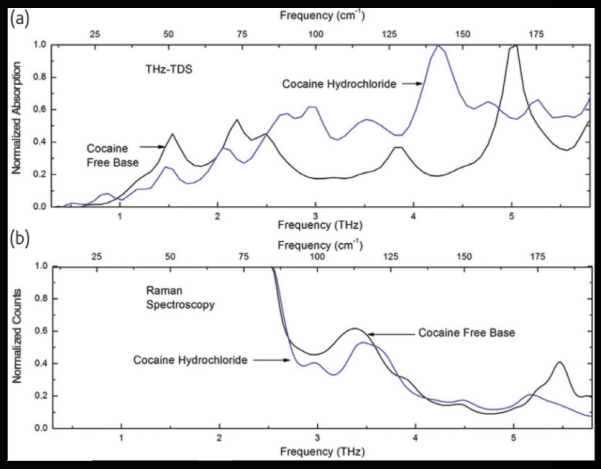
اگرچه طیف‌سنجی بازتابی برای شناسایی در محل طبیعی‌تر است اما از آنجایی که با طیف‌سنجی عبوری به آسانی می‌توان اطلاعات ضریب جذب و ضریب شکست را به دست آورد، در حال حاضر تمرکز بیش‌تر تحقیقات بر روی روش عبوری است.

---

۲ Lock-in Amplifier

۱.۲ مواد مخدر

بسیاری از مواد مخدر و به ویژه محرک‌های آمفتامین توسط طیف‌سنجی حوزه زمان تراهرتز مورد بررسی و شناسایی قرارگرفته‌اند. طیف تراهرتز حاصل از این مواد دارای خواص و پیک‌هایی است که منجر به متمایز شدن و شناسایی آنان می‌گردد. البته شایان ذکر است که از آنجایی که بیشتر مواد مخدر، مواد آلی بلورین هستند و طیف تراهرتز حساسیت ویژه‌ای روی مواد بلورین دارد، شناسایی این مواد با طیف‌سنجی‌های فروسرخ و رامان آسان‌تر است چرا که اختلاف بین مواد با پایه یکسان و تفاوت جزئی برای طیف‌های فروسرخ و رامان قابل اغماض است اما برای طیف تراهرتز تفاوت قابل توجهی دارد. برای شناسایی آن توسط طیف تراهرتز نیاز به داده طیفی تمام نمک‌ها، هیدرات‌ها و مواد چند شکلی می‌باشد. شکل ۳ مقایسه طیف تراهرتز با طیف فروسرخ و رامان برای دو نمونه‌ی کوکائین خالص و هیدروکلراید کوکائین است.



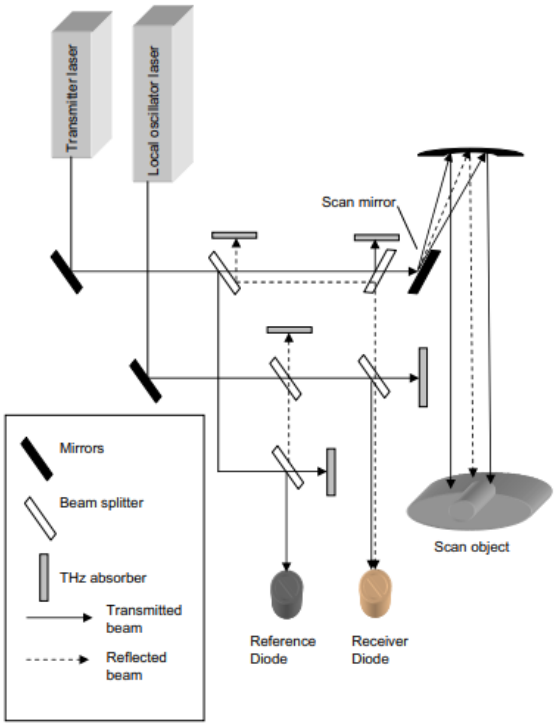
شکل ۳: مقایسه طیف تراهرتز با طیف رامان و فروسرخ دو نوع کوکائین [۵]

۲. تصویربرداری فرکانس تراهرتز

استفاده از فرکانس تراهرتز در سیستم‌های امنیتی این مزیت را به همراه دارد که علاوه بر اطلاعات طیفی ماده هدف، اطلاعات فضایی نیز قابل دسترسی است. برای تصویربرداری با فرکانس تراهرتز، لیزرهای آبشار کوانتومی[۳] منابع تولید تراهرتز هستند و در حالت پیوسته می‌توانند توان خروجی بیش از ۱۰۰ میلی وات تولید کنند. برای اجسام باریکی که اتلاف کمی در بازه‌ی فرکانسی تراهرتز دارند، با لیزرهای آبشار کوانتومی می‌توان از اجسام ساکنی که در فاصله‌ی بیش از ۲۵متری قرار دارند نیز تصویربرداری کرد. برای اجسام بالک یا اجسامی که جذب بالایی دارند از هندسه بازتاب پراکنده استفاده می‌شود. هم‌چنین می‌توان تصویربرداری در زمان حقیقی را با هردو هندسه‌ی بازتاب و عبوری انجام داد. در شکل ۴ یک سیستم اسکن اپتیکی با فرکانس تراهرتز نشان داده شده است.

---

۳ Quantum cascade lasers (QCLs)

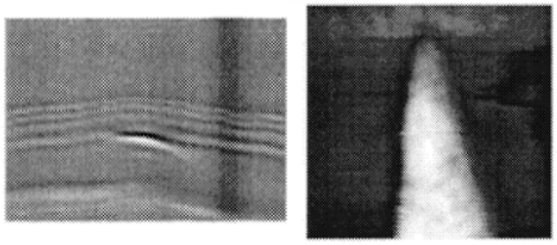


شکل ۴:سیستم تصویربرداری تراهرتز [۳]

در چیدمان شکل۴، از یک لیزر نوسان‌ساز موضعی[۴] برای تغییر فرکانس سیگنال استفاده می‌شود، به این شکل که توسط فرآیند هترودایین[۵]، نوسان‌ساز موضعی سیگنالی را دریافت و در خروجی سیگنال‌هایی با فرکانس جمع و تفاضل فرکانس خودش با فرکانس ورودی تولید می‌کند. سیگنال خروجی نوسان‌ساز موضعی از مجموعه‌ای از آینه‌ها و شکافنده های باریکه عبور می‌کند تا با نوردهی هم‌زمان دیود مرجع و گیرنده، آنان را بایاس کند. خروجی لیزر فرستنده[۶] نیز از مجموعه‌ای از شکافنده‌های باریکه عبور می‌کند. بخش کوچکی از آن با سیگنال خروجی نوسان‌ساز بر روی دیود مرجع ترکیب می‌شود و بخش دوم با کمک آینه اسکن[۷] جسم را مورد اسکن افقی محل تصویر[۸] قرار می‌دهد. در نهایت، توان استفاده نشده از دو لیزر توسط جسم جاذب تراهرتز معین می‌شود. برای بازسازی تصویر و پردازش سیگنال نیز می‌توان از برنامه LabVIEW استفاده کرد.

۲.۱ شناسایی سلاح مخفی

از تصویربرداری تراهرتز می‌توان برای شناسایی اشیای مخفی شده از جمله سلاح‌ها استفاده کرد. اگرچه برای آشکارسازی سلاح‌های فلزی می‌توان از فلزیاب یا پرتوایکس استفاده کرد اما فلزیاب نمی‌تواند شکل ماده را تشخیص دهد هم‌چنین پرتوایکس برای انسان خطرناک می‌باشد. فلزات برای پرتو تراهرتز کدر هستند و از تراهرتز می‌توان برای شناسایی آنان استفاده کرد که اگر از تصویربرداری تراهرتز استفاده شود شکل فلز نیز قابل شناسایی است به علاوه پرتوی تراهرتز برخلاف پرتوی ایکس به بافت انسان آسیب نمی‌رساند. در حال حاضر با کمک امواج تراهرتز می‌توان اجسام فلزی ساکن که در فاصله‌ی ۳-۲ متری آشکارساز قرار دارد را شناسایی کند. شکل۵، نمونه‌ای از تصویربردازی تراهرتز را نشان می‌دهد که توسط آن تیغه ای که در زیر لباس پنهان شده آشکارسازی شده است.



از لباس که منجر به آشکارسازی تیغه شده است. [۴]

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز

بازه‌ی تراهرتز با وجود ویژگی‌های منحصر به فرد و کاربردی، به علت فقدان منابع تولید مناسب و در سطح آزمایشگاهی تا سال‌ها مورد بی‌توجهی واقع شده بود. با اختراع لیزر فمتوثانیه تولید آن در ابعاد آزمایشگاهی توسط روش‌هایی نظیر آنتن‌های فوتورسانش و یکسوکننده‌های اپتیکی ممکن شد. از آنجایی که این حوزه نوظهور است و استفاده از آن در کاربردهای مختلف به تازگی ممکن گشته‌است، امید آن می‌رود که بتوان در آینده از آن درسایر حوزه‌های کشف جرم استفاده کرد.

مراجع

[۱] J. Neu and a. C. A. Schmuttenmaer, «Tutorial: An introduction to terahertz time domain spectroscopy (THz-TDS),» Journal of Applied Physics, vol. ۲۰۱۸ ,۱۲٤.

[۲] A. G. Davies, A. D. Burnett, W. Fan, E. H. Linfield and a. J. E. Cunningham, «Terahertz spectroscopy of explosives and drugs,» Materials Today, vol. ۱۱, pp. ۲۰۰۸ ,۲٦-۱۸.

[۳] A. U. SOKOLNIKOV, «THz Applications,» in THZ IDENTIFICATION FOR DEFENSE AND SECURITY PURPOSES:Identifying Materials, Substances, and Items, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., ۲۰۱۳, pp. ۱۹۰-۱٤۷.

[٤] J. M. CHALMERS, H. G. EDWARDS and M. D. HARGREAVES, «Terahertz Frequency Spectroscopy and its Potential for Security Applications,»in Infrared and Raman Spectroscopy in Forensic Science, John Wiley & Sons, Ltd., ۲۰۱۲, pp. ۳۱۰-۲۹۵.

[۵] P. F. Taday, B. Cole and A. J. Fitzgerald, «Security Applications of Terahertz Technology,» Terahertz for Military and Security Applications, pp. ۲۰۰۳ ,۵۲-٤٤.

---

٤ Local Oscillator Laser

۵ Heterodyning

٦ Transmitter Laser

۷ Scan Mirror

۸ Raster Scan

هر قدر که زمان می‌گذره، آدم‌ها میان و خاطره‌ها ساخته می‌شن، هر اومدنی، هر خاطره‌ای، یک زوج الکترون-حفره تو وجود ما ایجاد می‌کنه که البته حفرش بالفعل نیست الکترون، مربوط به لحظه وقوع اون واقعه است و کمی بعد در لحظه‌ای زمان سوار موج زمان می‌شه و می‌ره ولی اون جز دیگرش، اون حفره یک جای خالی تو وجودت جا می‌ذاره

تو الان یه الکترون جایگزیده در بخشی از وجود منی

ولی طبق یک قرارداد نانوشته تو جهانِ ما، وقتی که اشتراکات بینمون کم‌تر بشهَ، اون الکترون جایگزیده کم کم راهش رو پیدا می کنه
می‌ره
می‌ره که بره
که حل شه تو جریانی جدید
شاید جای جدیدی برای موندن پیدا کرد
که بازم جایگزیده باشه
که بازم یه جا باشه
شایدم نه
... شایدم
نمی‌دونم چه بلایی سر الکترونی که جایگزیده بود تو بخشی از وجود من میاد
ولی اینو میدونم که با چگال‌تر کردن یه جریان دیگه یه حفره تو وجود من ایجاد کرده
دقیقاً همون جایی که قبلا نشسته بود
یه حفره آینه‌ای
یه بلور شفاف که به بهترین نحو نقره اندود شده
تا انعکاس وجود الکترونی باشه که راهش رو پیدا کرده
که دیگه نیست
هست
تو وجود من جایگزیده نیست
تصویرش هست
تو آینه‌ای که هیچ وقت زنگار نمی‌بنده
هیچ وقت

فاطمه عابدی - کارشناسی فیزیک ۹۷ -
f.abedi@student.alzahra.ac.ir

Journal of Alzahra Physics Society
No.37 August.2021

Alzahra University