فصل نامه علمی-دانشجویی انجمن فیزیک دانشگاه الزهرا (س)
شماره ۳۰ | بهار ۹۸ | بها: ۳۰۰۰ تومان

α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ ς σ τ υ φ χ ψ ω α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ ς σ

گپ و گفتی با جوان ترین استاد دانشکده فیزیک

در گفت‌وگو با عضو هیأت علمی دانشگاه الزهرا مطرح شد:

از حال تا آینده فیزیک در ایران

حامد صابری:
«گاه در کشورمان ساز علمی از سوی وارونه‌اش نواخته می‌شود.»

در آسمان بهار چه می‌بینیم؟

گزارشی از بیست و چهارمین مدرسه آموزش فیزیک

فهرست

۲
سرمقاله
سال جدید همراه با تغییرات جدید در «سای»

۳
گزارش
گزارشی از مراسم ویژه علم فیزیک در ایران

۵
تجربه‌های یک فیزیک‌پیشه

۱۳
مقاله
مواد و فناوری‌های فوتوکاتالیستی تصفیه هوا

۱۹
علم و تاریخ
تاریخچه‌ی اندازه‌گیری زمان

۶
"گاه در کشورمان ساز علمی از سوی وارونه‌اش نواخته می‌شود"
گپ‌وگفتی با جوان‌ترین استاد دانشکده‌ی فیزیک دانشگاه الزهرا (س)، «دکتر حامد صابری»

۲۱
نوبل‌نامه

۲۲
فراتر از زمین
در آسمان بهار چه می‌بینیم؟

سال جدید همراه با تغییرات جدید در «سای»

محدثه رفیعی| سردبیر و مدیر مسئول

نشریه علمی «سای» امیدوار و آرزومند است سال نو، گشایش جدیدی را برای همه ما در عرصه‌های گوناگون در پی داشته باشد. هیأت تحریریه نشریه «سای» با توجه به رسالت علمی خود قصد دارد سال جدید را پرشورتر و پرکارتر از قبل به فعالیت خود ادامه دهد. در این مسیر البته، رشد و بالندگی نشریه جز با همراهی و مشورت علاقه‌مندان و متخصصان در این عرصه بدست نخواهد آمد. هیأت تحریریه «سای» از شماره پیش‌رو، تغییراتی در ساختار و محتوای نشریه فراهم می‌کند که بر مبنای آن حضور استادان و متخصصان برای مشورت و چاپ اثر فراهم شده است. در گام نخست، تغییراتی در تحریریه ایجاد شده و دبیران جدیدی فرصت حضور را در مجموعه پیدا کرده‌اند. همچنین بخش جدیدی با عنوان «تجربه‌های یک فیزیک‌پیشه» در قالب یادداشت‌های فارغ‌التحصیلان فیزیک در دانشگاه الزهرا در نشریه راه‌اندازی شده، که هدف از آن در اختیار قرار دادن دانش آموزی و تجربه‌های اندوخته فارغ‌التحصیلان برای دانشجویان دوره کارشناسی رشته فیزیک است.

و در پایان برای شما سالی همراه با شرایط اولیه خوب، القای شادی، افزایش شار محبت، ناوردایی دوست داشتن، افزایش آنتالپی عشق، رشد نمایی مالی، بدون افزایش آنتروپی زندگی، عدم قطعیت در نتوانستن، و بدون اتساع زمان‌هایی که دوست ندارید، برایتان آرزومندیم.

گزارشی از

بیست‌وچهارمین مدرسه آموزش ویژه فیزیک [1]

» عکس یادگاری بیست وچهارمین مدرسه آموزش ویژه فیزیک | عکاس: فرهاد عامری‌راد

گزارش‌گر: زکیه کلهر| کارشناسی فیزیک ۹۵
zakiehkalhor@yahoo.com

دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان درسال ۱۳۷۱ توسط پرفسور یوسف ثبوتی [2] بنیانگذاری شد. دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان هرساله برنامه‌ای با عنوان «مدرسه آموزش ویژه فیزیک» به منظور آشنایی دانشجویان سال آخر دوره کارشناسی فیزیک با زمینه‌های جدید پژوهشی در راستای کمک به دانشجویان برای انتخاب گرایش مورد علاقه خود در فیزیک برگزار می‌کند. امسال بیست‌وچهارمین دوره مدرسه آموزش ویژه فیزیک از ۱۳ تا ۱۷ بهمن‌ماه سال ۱۳۹۷ با حضور دانشجویان سال‌های آخر دوره کارشناسی از سراسر ایران برگزار شد که دانشجویان دانشگاه الزهرا(س) هم در این رویداد حضور یافتند.

در بیست‌وچهارمین مدرسه اموزش ویژه فیزیک موضوع‌هایی در خصوص ماده چگال سخت، ماده چگال نرم و علوم زیستی، سیستم‌های پیچیده، پدیده‌های بحرانی، علوم شناختی، اپتیک، کیهان‌شناسی و فیزیک محاسباتی در قالب ۱۹ سخنرانی متنوع و شامل بخش‌های پرسش وپاسخ به دانشجویان ارائه شد. علاقه‌مندان به رشته فیزیک در این مدرسه با پژوهش‌های جدیدی در گرایش‌هایی همچون اپتیک و فوتونیک، ماده چگال، مواد نرم و زیستی، علوم اعصاب شناختی، نجوم و اختر فیزیک با تکیه بر هر سه جنبه نظری، شبیه‌سازی کامپیوتری و آزمایشگاهی به طور بسیط آشنا شدند و نسبت به نیازهای جدید و زمینه‌های مورد بحث علم فیزیک در شرایط کنونی شناخت پیدا کردند.

برگزاری این دوره به سرپرستی دکتر علیرضا مرادی (دبیرکمیته اجرایی مدرسه) و سخنرانی ۱۶ نفر از اساتید برتر کشوری در حوزه فیزیک کشور که ۹ نفر از آن‌ها در دانشگاه تحصیلات تکمیلی مشغول به تدریس هستند، انجام شد. از جمله اساتید مطرح حاضر در این دوره جناب آقایان دکتر بابک کریمی(ریاست دانشگاه)، دکتر علی نجفی(مدیریت دانشکده فیزیک)، دکتر حسین حقی، دکتر علیرضا ولی‌زاده و سرکار خانم‌ها دکتر مانیا ملکی و دکتر نسیه عرفانی و ۷ استاد مدعو از دانشگاه‌های ایران جناب آقایان دکتر افشین منتخب (دانشگاه شیراز)، دکتر وحید کریمی (دانشگاه صنعتی شریف)، دکتر غلامرضا جعفری و دکتر حمید لطیفی (دانشگاه شهیدبهشتی)و دکتر جلال سرآبادانی از پژوهشگاه دانش‌های بنیادی بود.

امسال برگزاری برنامه‌های روز دانشجویان دکترا (سخنرانی‌های کوتاه دانشجویان دکترای فیزیک و ارایه پوستر) با ایام برگزاری مدرسه آموزشی ویژه فیزیک همزمان شد و به همین دلیل علاوه برسخنرانی‌ها، برنامه بازدید از آزمایشگاه‌های دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان باعث شناخت بیشتر زمینه‌های پژوهشی- آزمایشگاهی فیزیک و پتانسیل‌های محققان تجربی فیزیک در ایران شد.

از سخنرانی‌های جالب توجه این دوره مدرسه آموزش ویژه فیزیک، به ویژه برای فارغ التحصیلان مراکز آموزشی دانشگاهی، دو سخنرانی سعید حسینی (بنیانگذار لیون کامپیوتر) با موضوع «چگونه تحصیلات را به ثروت و موفقیت تبدیل کنیم؟» و جمال یوسفی (مشاور عالی استارتاپ‌های پارک علم و فناوری) با موضوع «چگونه یک ایده خام راتجاری کنیم؟» بود. از برنامه های مفرح این دوره نیز می‌توان به بازدید دانشجویان از گنبد سلطانیه زنجان اشاره کرد.

اگرعلاقمند به کسب اطلاعات بیش‌تر یا مشاهده ویدیوی سخنرانی‌ها و آلبوم عکس بیست و چهارمین مدرسه آموزش فیزیک هستید می‌توانید به نشانی اینترنتی زیر مراجعه کنید:

https://iasbs.ac.ir/seminars/phys-school

۱- بیست‌وچهارمین دوره مدرسه آموزش ویژه فیزیک در دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان بهمن‌ماه سال ۹۷ برگزار شد.

۲- یوسف ثبوتی (۱۳۱۱- زنجان)، فیزیکدان سرشناس ایرانی و مؤسس مرکز تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان است.

» حضور اعضای هیات تحریریه نشریه علمی- دانشجویی «سای» در بیست‌وچهارمین مدرسه آموزش فیزیک

تجربه‌های یک فیزیک‌پیشه

زهـرا پیامـی | کارشناسـی ارشـد فیزیـک هسـته‌ای (گرایش پرتو پزشکی) از دانشگاه شریف

payami.gz@gmail.com

ایـن یادداشـت کوتـاه را بـرای دوسـتان ناشـناخته‌ام در رشـته فیزیـک و دانشـگاه الزهـرا می‌نویسـم و البتـه از همیـن تریبـون! سـلام گرمـی بـه خواننـدگان و حامیـان نشـریه خـوب «سـای» دارم. قـرار بـر آن شـد در ایـن یادداشـت تجربه‌هـا و دانسـته‌های اندکـم را بـا شـما دوسـتان در میـان بگـذارم تـا تذکـره‌ای هـر چنـد کوچـک امـا تاثیرگـذار بـرای بهتـر شـدن دیدگاهمـان و بهتـر شـدن شـناختمان از خودمـان باشـد.

نخسـتین نکتـه‌ای کـه بـه ذهنـم می‌رسـد و مقدمـه و موخـره و نـخ اصلـی نوشـتار پیش‌روسـت ایـن اسـت کـه «تـلاش کنیـم خودمـان را بشناسـیم.» بـرای ایـن خودشناسـی لازم اسـت خـود را در موقعیت‌های مختلـف قـرار دهیـم تـا اسـتعدادهای نهانمـان را کشـف کنیـم و نیـز بـه ناتوانی‌هـای خـود پـی ببریـم. موقعیت‌هـای مختلـف می‌توانـد در قالـب کارآمـوزی، کار پاره‌وقـت، کارهـای گروهـی و دانشـجویی در زمینه‌هـای مختلـف علمـی و فرهنگـی باشـد. شـما لازم اسـت حتمـا از خـود بپرسـید کـه در دوره مقطـع تحصیلـی کارشناسـی چـه دسـتاوردی بدسـت آوردیـد؟ بایـد بتوانیـد چنـد مـورد را نـام ببریـد و از مهارت‌هـا و شـناخت‌هایی کـه اندوخته‌ایـد، صحبـت کنیـد.

در کارگاه‌هـای خودشناسـی و مهارتـی تـا جایـی کـه لازم می‌بینیـد حضـور یابیـد. امـا مهارتـی کـه لازم اسـت هـر چـه زودتـر آن را فـرا بگیریـد مهـارت رزومه‌نویسـی اسـت. وقتـی رزومـه بنویسـید خواهیـد دیـد کـه چیـزی بـرای نوشـتن نداریـد و ایـن یعنـی کارنامـه خالـی! پـس آنجاسـت کـه اهمیـت زمـان و از دسـت نـدادن فرصت‌هـا برایتـان پررنگ‌تـر خواهـد شـد، چـون هـر سـالِ بـدون دسـتاورد در رزومـه، یـک شـکاف یـا نقطـه ضعـف محسـوب می‌شـود و در نقطـه مقابـل، چنـد فعالیـت در یـک بـازه زمانـی معیـن، یـک دسـتاورد اسـت.

البتـه حفـظ تعـادل هـم بایـد رعایـت شـود چـون شـما همان‌طـور کـه در مـورد پایـان دوره لیسـانس از خـود سـوال می‌پرسـید، در مـورد پایـان دوره جوانـی هـم از خـود خواهیـد پرسـید و بـرای ایـن سـوال هـم بایـد جواب‌هـای قانع‌کننـده‌ای داشـته باشـید. پـس بـه پایـان هـر دوره از زندگـی خـود فکـر کنیـد و ببینیـد چـه پاسـخ‌هایی در آن زمـان برایتـان قابـل قبـول و رضایت‌بخـش خواهـد بـود و سـپس سـعی کنیـد همـان پاسـخ‌ها را در عمـل اجـرا کنیـد تـا در نهایـت از زندگـی خـود رضایـت داشـته باشـید. در عمـل یـک کاغـذ بردارید و خـود و جایگاهتـان را در ۵ سـال آینـده بنویسـید. بنویسـید اکنـون چـه نقـاط ضعفـی داریـد کـه بـرای رسـیدن بـه هـدف اصلـی خـود بایـد آن‌هـا را تقویـت کنیـد. مـن وقتـی پـس از ۴ سـال بـه فایـل آن نوشـته نگاهـی انداختـم شـگفت‌زده شـدم و بـه کلماتـی کـه یـادم رفته بـود، خیـره شـدم و دیـدم تقریبـا همـه آن‌هـا محقـق شـده‌اند.

مقطـع تحصیلـی کارشناسـی (لیسـانس) بهتریـن زمـان بـرای بـه هـر دری زدن اسـت! ایـن فرآینـد بخشـی از مسـیر خودشناسـی اسـت. در ایـن دوره هـر نـوع علاقـه و اسـتعدادی کـه داریـد را پیـدا کنیـد و پـرورش دهیـد. یکـی از دسـتاوردهای ایـن فعالیت‌هـا یافتـن دوسـتان خـوب در رشـته‌های مختلـف اسـت کـه باعـث رشـد شـخصیتی می‌شـود زیـرا کـه دوسـتان در زمینه‌هـای مختلـف در آینـده بـه کمـک شـما خواهنـد آمـد.

سـعی نماییـد در دوره لیسـانس پـروژه پایانـی را هدفمنـد و در راسـتای علاقه‌منـدی خـود و رشـته‌ای کـه در دوره کارشناسـی ارشـد قصـد ادامـه تحصیـل در آن را داریـد، انتخـاب کنیـد و مهارت‌هایـی را بیاموزیـد. مفیدتریـن درس دوره لیسـانس بـرای مـن درس پـروژه پایانـی بـود کـه چـه از نظـر علمـی و مهارتـی و چـه از نظـر اخلاقـی بیشـترین رشـد و شـناخت را در خـود حـس نمـودم.

بعضـی از درس‌هـای دوره‌ی لیسـانس درس‌هـای تاثیرگـذاری در زندگـی می‌شـوند. چـه از نظـر درس گرفتـن از بزرگ‌منشـی اسـاتید و چـه از نظـر فراگرفتـن علـم. پـس از تک‌تـک درس‌هـا آنچـه کـه بایـد فرابگیریـد.

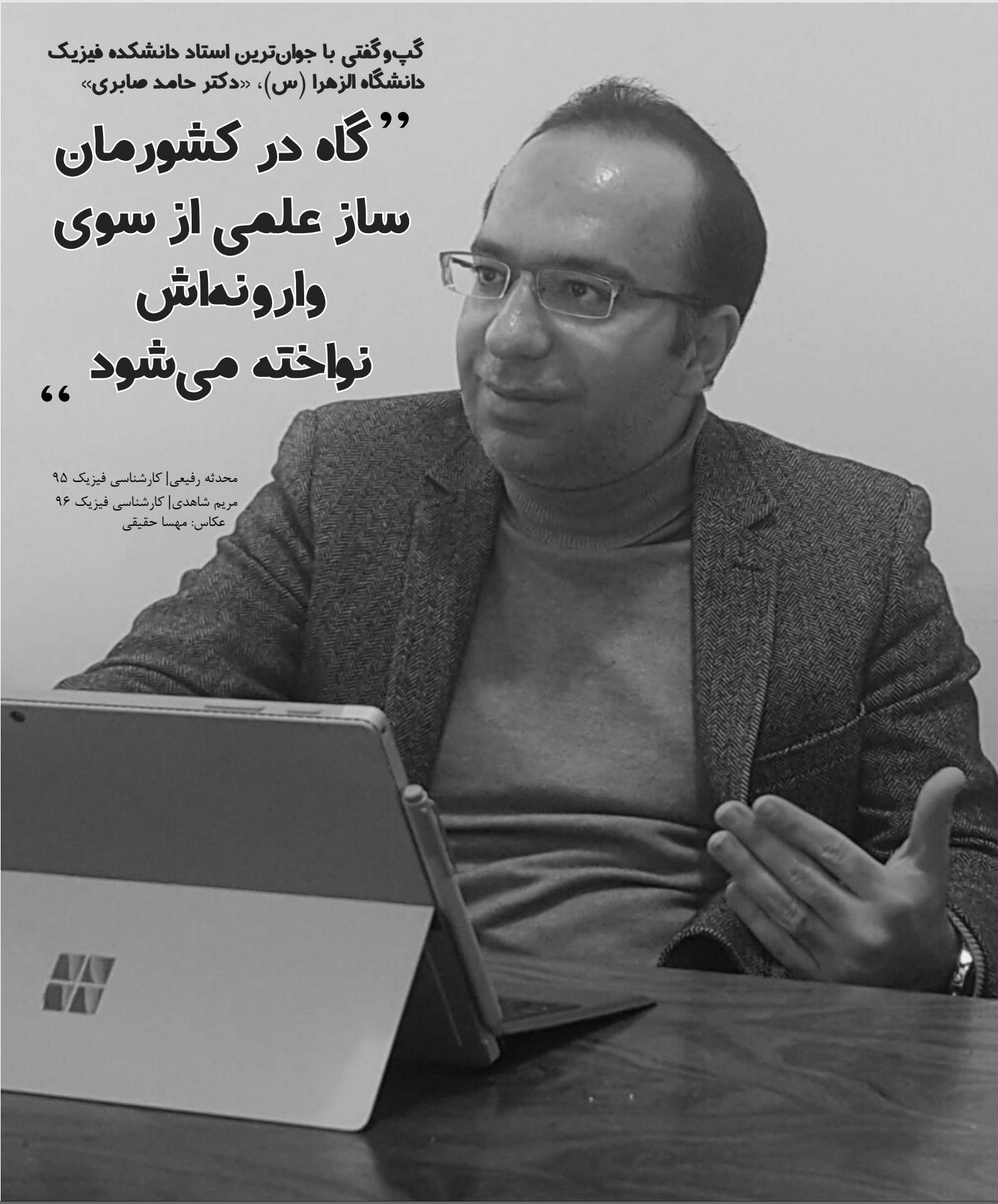
اگـر قصـد داریـد در رشـته مهندسـی هسـته‌ای ادامـه تحصیـل دهیـد، درس هسـته‌ای را در لیسـانس قبـول شـوید چـون در کارشناسـی ارشـد برایتـان حـذف معـادل می‌شـود! ایـن مسـتقیم‌ترین کمکـی بـود کـه می‌توانسـتم ارایـه کنـم!

دانشـگاه شـریف امـا خیلـی هـم آن کاخ آمـال و آرزوهـا کـه همـه اغلب فکـر می‌کننـد نیسـت! قـدر اسـاتید خـوب فیزیـک الزهـرا را بدانیـد و مطمئـن باشـید بسـیاری از اسـاتید رشـته فیزیـک دانشـگاه الزهـرا از اسـاتید مشـابه در دانشـگاه‌های دیگـر، سـواد علمـی و بزرگ‌منشـی بیشـتری دارنـد. همچنیـن سـطح علمـی و امکانـات رفاهـی و آموزشـی و تجهیـزات آزمایشـگاهی در دانشـگاه الزهـرا مناسـب و قابـل مقایسـه بـا دانشـگاه‌های درجـه یـک کشـور اسـت. پـس قـدر موقعیتـی کـه داریـد را بدانیـد و سـخن آخـر اینکـه خودتـان را زودتـر بشناسـید.

گپ‌وگفتی با جوان‌ترین استاد دانشکده فیزیک دانشگاه الزهرا (س)، «دکتر حامد صابری»

«گاه در کشورمان ساز علمی از سوی وارونه‌اش نواخته می‌شود»

محدثه رفیعی| کارشناسی فیزیک ۹۵
مریم شاهدی| کارشناسی فیزیک ۹۶
عکاس: مهسا حقیقی



دکتر حامد صابری تحصیلات دانشگاهی خود را در رشته فیزیک اتمی مولکولی در دانشگاه صنعتی شریف تهران آغاز کرد. وی دوره‌ی کارشناسی ارشد را در دانشگاه شهید بهشتی تهران در رشته فیزیک ماده چگال نظری گذراند و پس از آن برای ادامه تحصیل در شاخه‌ی فیزیک مزوسکوپیک (که هنوز در کشورمان راه‌اندازی نشده بود)، راهی یکی از قطب‌های این حیطه در کشور آلمان شد و دکترای تخصصی (PhD) خود را در این زمینه از دانشگاه LMU مونیخ آلمان [1] دریافت کرد.

وی سپس برای انجام خدمت مقدس سربازی به کشور بازگشت و در همین زمان در دانشگاه شهید بهشتی تهران و مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات (IPM) مدت کوتاهی را مشغول تدریس و تحقیق و پرورش دانشجویان شد اما طولی نکشید که پس از سرخوردگی و ناکامی از پیاده کردن اهداف و برنامه‌های علمی خود به‌ویژه تأسیس آزمایشگاه ملّی کوانتوم، و البته نیاز به کسب تجربه و تخصّص بیشتر در شاخه‌های لب مرزی از علم و فن‌آوری تصمیم گرفت، مجددا راهی اروپا شود و در آنجا چند دوره پسادکترای تخصصی را در مراکز متعدّد پژوهشی این قاره بگذراند.

زمینه‌های پژوهشی و مقالات ایشان در حیطه‌ی فناوری‌های کوانتومی از منظر سه‌گانه‌ی ماده چگال، اپتیک و اطلاعات کوانتومی به خصوص تحقّق فیزیکی رایانه‌های کوانتومی در ستاپ‌های تجربی «گفتمان بین نور و مادّه‌ی کوانتومی» از قبیل زنجیره‌ی دام یونی (Ion trap)، نظریه‌ی مدار الکترودینامیک کوانتومی (Circuit QED)، فوتونیک مجتمع (Integrated photonics)، شبکه‌های اپتیکی (optical lattices) و مدل‌های مشابه است. ایشان از پیشگامان توسعه‌ی نظریه‌ی گروه بازبهنجارش کوانتومی عددی (numerical quantum renormalization group) و فرمالیزم غیراختلالی شبکه‌های تانسوری (Tensor networks) برای حل و شبیه‌سازی سامانه‌های بس ذره‌ای همبسته‌ی قوی فیزیک ماده چگال و اپتیک کوانتومی (به‌عنوان ابزار جایگزین و رفع کننده‌ی نقایص و کوتاهی‌ها و ناتوانی‌های نمودارهای اختلالی فاینمن در رژیم جفت‌شدگی قوی) و همچنین سکوهای مقیاس‌پذیر اطلاعات کوانتومی و میانبر به تحول بی در رو در سامانه‌های بس ذره‌ای بوده و تجربه و افتخار شاگردی و همکاری با فیزیکدانان برجسته‌ی عصر حاضر همچون یان فون دلفت، انریکه سولانو، کلاوس مولمر، آدولفو دل کمپو و ... را داشته‌اند.

عضویت در شبکه‌های همکاری علمی اروپایی و دریافت جوایز و بورسیه‌های تحقیقاتی متعدد از انجمن فیزیک آلمان (DFG)، وزارت آموزش، ورزش وجوانان جمهوری چک(MŠMT)، داوری ژورنال‌های مختلف بین‌المللی فیزیک از جمله انجمن فیزیک ایالات متحده و خانواده‌ی نیچر نیز در کارنامه‌ی حرفه‌ای ایشان به چشم می‌خورد.

ایشان همچنین با زبان‌ها وگویش‌های مختلف زبان‌های سامی و هندو-آریا-اروپایی آشنایی داشته و خارج از چارچوب فیزیک نیز شیفته و دلبسته‌ی ادبیات و هنر فارسی و عربی بوده و جوانب مختلف آن‌ها را از منظر علمی و فیزیکی نیز مورد بررسی قرار داده‌اند.

چند ماهی‌ست که دانشکده فیزیک با حضور استاد جوان و با انگیزه‌ای که به‌تازگی به عضویت هیأت علمی دانشگاه الزهرا (س) درآمده‌اند، حال و هوای دیگری یافته و دانشجویان مستعد و مشتاق، بیش از گذشته به تحقیق و فعالیت‌های علمی مبادرت می‌ورزند. برنامه‌ریزی برای برگزاری همایش‌هایی با موضوع‌های ناب و جدید در حوزه‌های پژوهشی متعدد رشته فیزیک و مشارکت در انجام پروژه‌های دانشجویی می‌تواند از دلایلی باشد که دفتر استاد همیشه مملوء از دانشجویان است.

دکتر حامد صابری که این روزها نام ایشان برای دانشجویان فیزیک الزهرا نامی شناخته شده و محبوب است، از این شماره به ما افتخار داده‌اند تا به‌عنوان استاد مشاور در کنار هیأت تحریریه «سای» باشند و از این پس با ما همکاری می‌کنند. همین موضوع بهانه‌ای شد با استاد مصاحبه‌ای داشته باشیم و ایشان را به همراهان و مخاطبان عزیز نشریه «سای» معرفی نماییم.

در مصاحبه‌ی زیر سوال‌هایی را که ممکن است برای خوانندگان عزیز پیش آمده باشد پرسیدیم که پاسخ‌های استاد، ما را به فکر فرو برد. از همین رو شما را به خواندن ادامه متن دعوت می‌کنم تا خودتان از زبان استاد پاسخ سوال‌ها را بشنوید و علامت سوال‌های ذهنتان پاک شود:

---

۱. Lodwig _ Maximilians _ University Munche

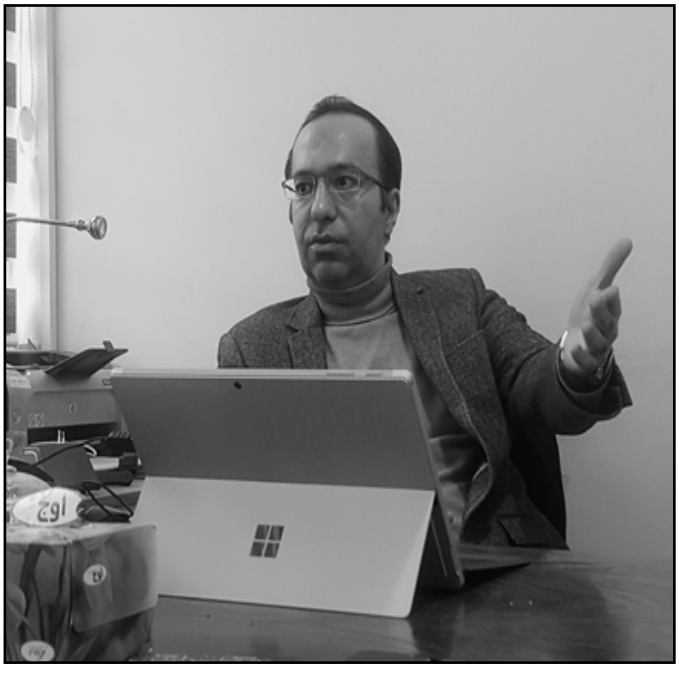
از دانشگاه های پیشرو و سرآمد دنیا در حوزه ی علوم پایه، گهواره ی نظریه ی مکانیک کوانتومی و جایگاه تاریخ سازان این نظریه همچون آرنولد زومرفلد، ماکس پلانک، ورنر هایزنبرگ و ... با جوایز نوبل متعدد وابسته.

• به عنوان پرسش آغازین، می‌خواستیم بدانیم چرا فیزیک را انتخاب کردید؟ خاستگاه این علاقه از کجا بوده است؟

بنده در ابتدا قصد تحصیل در فلسفه را داشتم که با توجه به عدم اطمینان از بازار کار این رشته‌ی مهم و ارزشمند در کشورمان، ترجیحم بر آن شد که ابتدا فلسفه‌ی طبیعی یا همان فیزیک را انتخاب و مطالعه کرده و هم‌زمان در کنارش جنبه‌های دیگر فلسفه را نیز مورد مطالعه قرار دهم تا بلکه روزی به طور متمرکز و تخصصی‌تری به آن بازگردم. این علاقه به دانایی و حس کنجکاوی در مورد محیط پیرامون و درک و توضیح پدیده‌ها از عُنفوان کودکی در بنده وجود داشت: به‌طور مثال همواره اسباب بازی‌های خود را که پدرم برایم می‌خرید به مدت کوتاهی پس از دریافت‌شان مورد کند وکاو و وارسی (عمدتا تا مرز تخریبشان!) قرار می‌دادم تا از طرز کار آن‌ها آگاه شوم.

از مباحثات علمی و تحلیلی با دوستان و همکلاسی‌ها و معلمان خود بسیار لذت می‌بردم. علاوه بر این، دبیر فیزیک بسیار الهام بخشی در دوران دبیرستان خود داشتم] به نام جناب مهرداد انوشه که اگر اجازه دارم از این فرصت برای قدردانی از ایشان بهره برم [که نگرش و منش علمی ایشان نیز مرا مجذوب درس‌شان نمود و در این انتخاب مؤثر بود. در بازدیدی هم که یک‌بار در دوران دبیرستان از آرامگاه پروفسور حسابی در زادگاه پدریم یعنی شهرستان تفرش داشتم تحت تأثیر مدارج علمی و خدمات ایشان قرار گرفتم و آرزو کردم که بتوان سهمی هر چند کوچک در ادامه‌ی راه ایشان ایفا کرد.■

• آیا تا به حال اتفاق افتاده است که از خواندن فیزیک



پشیمان شده باشید؟

این اتفاق می‌تواند برای هر فیزیک‌پیشه‌ای به‌ویژه در کشورمان به دلایل مختلف رخ دهد: متأسفانه در کشورهای در حال توسعه، رشته‌ی فیزیک (به‌عنوان قلب و مادر همه فن‌آوری‌ها و مهندسی و صنایع)، فاقد جایگاه و منزلت اجتماعی درخور خود است که به نوبه‌ی خود همین نقص و کوتاهی از مهم‌ترین عوامل توسعه نیافتگی و نابسامانی‌های این جوامع به‌ویژه در صنعت و اقتصاد است.

برعکس، بیشترین بها و اعتبار در کشورهای توسعه یافته و صاحب علم و فن‌آوری روز متوجه این شاخه¬ی مهم از علوم پایه بوده و مستعدترین و سخت‌کوش‌ترین دانش آموزان، آن را برای تحصیل برمی‌گزینند. در این کشورها نه تنها افرادی که این رشته را حرفه‌ی دائمی آینده‌ی خود در نظر دارند بلکه آنان که در نهایت قصد پیوستن به شاخه‌های گوناگون صنعت و تجارت و بانک‌ها را دارند در مقاطعی از فیزیک مجدّانه تحصیل می‌کنند تا تفکر و نگرش تحلیلی و قدرت استدلال مختص فیزیک را کسب و ممارست کرده و در حرفه‌ی آتی خود به کار بندند. کارفرماهای مربوط نیز از قضا در جذب این افراد، اولویت و فوریت ویژه قائل هستند از آنجا که بر این باور دیرینه‌اند که چنین دانش آموختگان با برخورداری از هوش و سرعت یادگیری و قدرت تجزیه و تحلیل و حل مسأله‌ی بالا در بخش‌های مختلف پژوهش و توسعه (R&D) کارایی و بازدهی بالایی خواهند داشت.

افزون بر این، عملکرد جهت‌دار و تبعیض‌آمیز در جذب نیروهای هیأت علمی توسط شبکه‌های مافیایی بسته‌ی علمی دانشگاه‌های کشورمان بدون دغدغه‌ی برآورده کردن منافع جمعی و ملّی (به‌جای منافع فردی و جناحی با کاستن شعاع حلقه‌ی امکان فعالیت علمی به صرف عوامل و دانشجویان تحت راهنمایی خود) در کشورمان سد محکم، غیرسازنده و بعضا نفوذ ناپذیری فراروری نیروهای جوان در راه ادامه‌ی حرفه‌ی آکادمیک‌شان ایجاد کرده است.

در این باره حتما اذعان دارید که محیط‌های آکادمیک دولتی دارایی شخصی افراد ویژه نبوده و به‌عنوان بیت‌المال و ثروت ملی بایسته است که با رویکرد شایسته‌سالارانه امکان و فرصت فعالیت در آن‌ها در اختیار شایسته‌ترین نیروها از هر طیف و گرایش و قومیتی در کشورمان قرار داده شود. بالطبع ما نمی‌توانیم یک مافیای بسته و انحصار طلب و تمامیت خواه علمی (و خدای ناکرده با استعداد تبدیل به یک اُلیگارشی علمی) در کشورمان ایجاد کنیم که فیزیک را تنها متعلق به خود بداند و هر آنگونه که منافع محلی ش ایجاب کند سرمایه ی انسانی و طبیعی کشور را مصروف آن کند: همه علوم و فیزیک بطور خاص به همه مردم تعلق دارند و همه باید از شانس یکسان برای بهره مندی از مزایایش برخوردار شوند. مراکز علمی و دانشگاهی ما نیز متعلق به همه آحاد ملت بوده که چند صباحی تنها بعنوان امانت

نـزد مـا سـپرده شـده و در نهایـت بایـد بـه صاحبـان اصلیـش کـه همـان دانشـجویان و نسـل جـوان هسـتند، عـودت داده شـود... خوشـبختانه در ایـن زمینـه وزارت محتـرم علـوم، تحقیقـات و فنـاوری کشـورمان اخیـرا وارد عمـل شـده و فرآینـد منصفانـه‌ی متمرکـزی جهـت ایجـاد شـانس یکسـان جـذب بـرای همـه دانش‌آموختـگان تحـت عنـوان «فراخـوان جـذب هیـأت علمـی» طراحـی و بـا موفقیـت عملیاتـی نمـوده اسـت. بـا ایـن وجـود ایـن فرآینـد ارزشـمند نیـز کمـاکان از گزنـد اعمـال نفوذهـای محلـی و غیرعادلانـه، مصـون نمانـده اسـت. در ایـن میـان البتـه عملکـرد عادلانـه و حرفـه ای دانشـگاه الزهـرا در جـذب نیروهـای علمـی می‌توانـد الگویـی بـرای سـایر مراکـز آکادمیـک کشـور قـرار گیـرد...

بـا وجـود همـه ایـن ناملایمـات در کشـورمان وقتـی عشـق و آرمان و جهتـی در زندگـی داشـته باشـید، طبیعـی سـت کـه همـه ایـن ملامت‌هـا را بـه سـود حـظّ معنـوی دانش‌انـدوزی و خدمـت بـه جامعـه بـه جـان خواهیـد خریـد کـه «نـاز پـرورده تنعّـم نبـرد راه بـه دوسـت / عاشـقی شـیوه ی رنـدان بـلا کـش باشـد». بـه شـخصه هنگامـی کـه شـور و شـوق دانشـجویان کارشناسـی را بـرای یادگیـری و رشـد علمـی مشـاهده مـی کنـم، جملـه آلام و خسـتگیها از وجـودم زدوده و ایـن ناملایمـات بـه بـاد فراموشـی سـپرده مـی شـوند... ■

• دیـدگاه تـان نسـبت بـه فیزیـک قبـل و بعـد از تحصیـل چگونـه بـود؟

شـاید تعجـب کنیـد کـه بـه ویـژه پـس از سـفر بـه اروپـا تفـاوت چشـم گیـری داشـته و بـه مراتـب عملگرایانـه تـر از آن چیـزی بود کـه تصـور مـی کـردم. بخـش عمـده ی فیزیـک (بـه ویـژه پـس از پذیـرش و رواج تغییـر کپنهاگـی مکانیـک کوانتومـی) ماهیـت کاربـردی و تجـاری یافتـه کـه البتـه در کنـار مزایـا و موهبـت هایـش بـرای بهبـود زندگـی بشـر بعضـا بـا رقابـت هـای ناسـالم و رویکردهـای خودپسـندانه، تولیـد علـم نـاب و معرفـت را قربانـی پـاره‌ای آمارهـا و رکوردهـا و اندیـس هـای اعتبـاری و قـراردادی بعضـا حتـی در نتیجـه تولیـد محصـولات علمـی بـا شـتابزدگی و صـرف نیّـت جـذب اعتبـار مالـی کـرده اسـت.

دقـت داشـته باشـیم کـه در مـورد کشـور خودمـان و بـه رغـم تفکـر رایـج، صـرف تولیـد مقالـه تـا زمانـی کـه سـهم آن‌هـا در پیشـبرد مرزهـای دانـش و ارتقـای اسـتانداردهای فـن آوری و زندگـی مـردم در عمـل محـرز و ملمـوس نشـود، نمی‌توانـد معیـار دقیقـی از «رشـد علمـی» بـه شـمار رود. بنـده مخالـف تعامـل و همـکاری علمـی بـا دنیـا نیسـتم امـا تنهـا در شـرایط احتـرام و منافـع متقابـل و بـه دور از نـگاه اسـتعماری از بـالا بـه پاییـن و سیاسـت چمـاق و هویـج.

مسـائل دسـت چنـدم علـم کـه حتـی از نظـر محتـوا بـه جوامـع مـا تعلـق ندارنـد و مـا توانایـی تبدیـل آن‌هـا بـه فـن‌آوری و ثـروت را نداریـم، بـا اختـلاف فـاز چنـد ده سـاله بـه کشـورمان برون‌سـپاری مـی شـوند تـا بـا منابـع مالـی و معنـوی و انسـانی مـا بـه طـور رایـگان بـرای صاحبـان خارجـی شـان حـل و بررسـی شـوند.

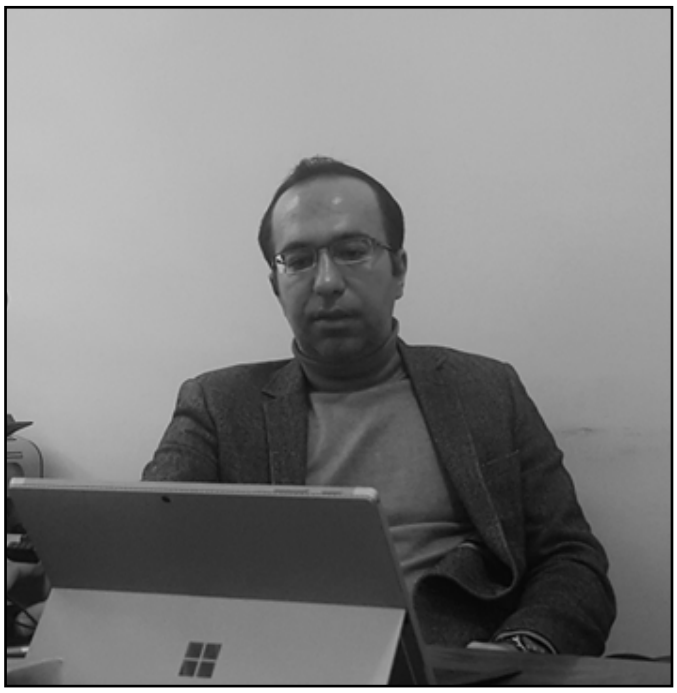
شـما بـه بنـده بفرماییـد و بیاموزیـد کـه آیـا شـأن یـک تمـدّن درخشـان چنـد هـزار سـاله بـا میـراث خوارزمـی هـا، ابـن هیثم‌هـا، بیرونـی و کاشـانی هـا ایـن اسـت کـه بنـده ی بـی مـزد و منّـت نظـام سـلطه (بـه تعبیـر رهبـر معظّـم انقـلاب) واقـع گـردد؟ عـلاوه بـر آن، بخـش عمـده ای از مسـاعی و انـرژی علمـی مـا خواسـته یـا ناخواسـته حـول محـور نمـره گرایـی، آمادگـی کنکـور و المپیادهـا بـدون آنکـه برونـداد موثـری بـرای جامعـه ی خودمـان داشـته باشـد، هـدر میـرود.

چنیـن معیارهـا حتـی در کشـورهای توسـعه یافتـه و صاحـب همیـن علـوم نیـز مطـرح نیسـت و تنهـا ارزش و اعتبـار شـما بـه تولیـد و دسـتاوردها و خلاقیـت هـای پژوهشـی و توانایـی و مهارت‌هـای کار گروهـی سـت. عمـده دانشـمندان شـاخصی کـه مسـیر علـم را تغییـر داده انـد نـه تنهـا برنـدگان مسـابقات و قهرمـان المپیادهـا و کنکورهـا و حتـی شـاگردان ممتـاز دوران تحصیـل خـود نبوده‌انـد، بلکـه بعضـا حتـی افـرادی بـا بهـره‌ی هوشـی متوسـط بـوده کـه موفقیـت شـان حاصـل شـکوفایی کشـش اصیـل درونـی علـم جویـی شـان همـراه بـا سـخت کوشـی، اسـتمرار و مداومـت (و نـه موفقیـت هـای مقطعـی و مصنوعـی و نمایشـی بـه جبـر دوره‌هـای آمادگـی فشـرده و تزریقـی) و فرهنـگ کار گروهـی بالنـده و زاینـده بـوده اسـت.

عمـده ژورنـال هـای پژوهشـی بیـن الملـل نیـز امـروزه بـه شـکل کاتالـوگ هـای تبلیغاتـی فاقـد جزییـات روشـن کاربـردی و در جهـت منافـع جریـان علمـی جهانـی پشـت پـرده درآمـده انـد. بـه عنـوان مثـال در حیطـه ی کوانتـوم ، مادامـی کـه آزمایشـگاه هـای پیشـرفته مذکـور در اختیارمـان نباشـند، هـر نـوع سـرمایه گـذاری پژوهشـی و پرداختـن بـه مسـائل محـض و نظـری آن گونـه کـه در کشـورمان مسـبوق بـه سـابقه نیـز بـوده اسـت تنهـا اتـلاف منابـع کشـور اسـت. ایـن کمـال سـاده انگاری‌سـت کـه تصـور کنیـم از ایـن چرخـه‌ی ناکارآمـد حتـی در بلندمـدت ارزش افـزوده ای نصیبمـان خواهـد شـد... ■

• تحصیل در رشته فیزیک، در خارج از کشور چگونه است؟

اگـر در اروپـا مرادتـان اسـت طبیعتـا بـا داخـل بـه خصـوص در مقاطـع بـالای پژوهشـی تفـاوت هـای بسـیار دارد و بـا سـخت‌گیری و رقابـت و جدیـت بـه مراتـب بیشـتری همـراه اسـت کـه البتـه بـه همـان نسـبت نیـز جامعـه بـه اعتبـار و منزلـت اجتماعـی بالاتـری بـرای ایـن تخصـص قائـل اسـت. ورود بـه دانشـگاه بـرای همـه آسـان امـا پیـش‌روی بـه مراحـل بالاتـر بـه مراتـب دشـوارتر از کشـورمان اسـت. همـان طـور کـه عـرض کـردم تواناتریـن و مسـتعدترین افـراد پـای بـه ایـن عرصـه مـی نهنـد و بالطبـع از بابـت آینـده شـغلی خـود و بـازار کار مربـوط دغدغـه‌ی چندانـی نخواهنـد داشـت. ایـن درحالیسـت کـه



شوربختانه در کشورمان عمده‌ی دانش‌آموختگان علوم پایه به خصوص فیزیک، همواره با ناامنی و ابهام شغلی و اجتماعی درباره‌ی آینده‌شان مواجهند. غیر از آن، در خارج از کشور یک فرایند و روند مشخص تحصیلی و حرفه‌ای برای افراد از لحظه ی ورود به این رشته متصور است؛ به طوری که شما می‌دانید واقعا آینده‌تان به چه سمت پیش خواهد رفت و حتی می‌توانید فی‌المثل برای بیست سال آینده تان نیز برنامه ریزی کمابیش تحقق پذیر داشته باشید...
نظام آموزشی به خصوص در اروپا بسیار کارآمد، متمرکز و گزینش شده است، سیستم حاکم هر فرد را از آغاز تحصیل حرفه ای خود در کانالی هدایت می کند که تنها معلوماتی را که برای پیش برد پروژه ی آینده خود نیاز دارد، کسب کند و از اتلاف وقت و انرژی در دور باطل انبوه خوانی بی ثمر بدینوسیله حذر کند... ■

۰ مزایا و معایب تحصیل در خارج از کشور برای ایرانی ها را در چه می بینید؟

مزایای حمایت مالی قوی‌ست و اینکه شما می‌توانید برای خود برنامه‌ریزی بلندمدت و هدفمند البته در چارچوب شرایط مرزی «سیستم» علمی حاکم داشته باشید؛ دسترسی به آزمایشگاه‌های علمی و طراز اول و بازار کار تضمین شده است. مضاف بر آن، شما این شانس را خواهید داشت که محیط‌های مختلف آکادمیک و پژوهشی را تجربه کنید، به سهولت سفر کنید، در همایش‌های مختلف علمی در سراسر دنیا سفر نموده؛ و در همکاری‌های تنگاتنگ تیمی بین المللی ثمربخش، مشارکت داشته باشید. در مورد معایب یا شاید به عبارت بهتر چالش های آن به خصوص برای ایرانیان با توجه به تفاوت‌های فرهنگی ژرف مربوط، شوک و اصطکاک فرهنگی در بدو ورودتان طبیعتا اجتناب ناپذیر بوده که بخشی از آن ریشه در شکاف زبان شناختی (لینگوییستیک) و معناشناختی (سمانتیک) ویتگنشتاین، هرمنوتیک، کاگنتیو و مجراهای شناخت‌شناسانه (اپیستمولوژیک) دارد.
در ارتباط برقرار کردن با محیط و همکارهایتان ممکن است دچار چالش شوید و فشار روانی بالایی را تحمل کنید. دیگر چالش‌ها تغییرات در اقلیم، آب و هوا، رژیم غذایی و مواردی از این دست است که تطبیق به آن‌ها مستلزم گذشت زمان است. علاوه بر این، شبکه اجتماعی شما ممکن است به نسبت موطن تان محدودتر شود: شما از ریشه های شبکه دوستان، خانواده و همکاران جدا و وارد به اصطلاح یک «سیّاره»ی دیگر شده‌اید که حتی شاید تا پایان اقامتتان قادر به بازتولید آن نباشید. از بعد حرفه‌ای نیز به طور خاص برای ایرانی ها یک «سقف شیشه ای» ناعادلانه برای پیشرفت وجود دارد که به خصوص در شاخه های کاربردی و استراتژیک علم ارتفاع آن کمتر است. همچنین نظام فکری فروکاست‌گرایانه‌ی علم غربی در برابر معادل کل و کمال‌گرایانه شرقی خودبه‌خود شما را در زیرفضای مشخصی که سیاست‌های کلان و رقابتی یک سیستم بسیار دقیق و از پیش طراحی شده برایتان تعریف کرده است، محدود و مقید می‌کند که عملا ممکن است مجالی برای پرداختن و نفوذ به دیگر شاخه‌های علم برایتان باقی نگذارد.
در کشورمان با وجود محدودیت‌های آزمایشگاهی شما می‌توانید از آزادی و انعطاف بیشتری برای پرداختن به مسایل مورد نظر و علاقه‌ی خود برخوردار باشید. به عبارت دیگر، اگر نقشه جامع علم در غرب را به صورت «هرم کاشی کاری شده» تجسم کنید هر عضو این جامعه تا پایان حیات حرفه‌ای خود تنها موظف و مجاز به حرکت و فعالیت در قلمرو محدود کاشی خود است و به زحمت می تواند از عملکرد سایر کاشی‌ها آگاهی یابد. این در حالی ست که ذات و ظرفیت آدمی نامحدود و مهارناپذیر بوده و اساسا تمایل به نیل به یک جهان بینی جامع دارد. ■

۰ آیا هنگام رفتن به خارج از کشور، به برگشت هم فکر می‌کردید؟ به چه علتی قصد کردید که دوباره به کشور بازگردید؟

هیچ گاه به ماندن در آنجا فکر نمی‌کردم. از ابتدا قصدم این بود که با سرچشمه‌ی علم آشنا شوم و مهارتی به کف آورم که در نهایت برای کشور خودم مفید باشد. به قول معروف «آنکه از چشمه می نوشد از بادیه نمی‌نوشد».
و درباره‌ی «علت بازگشتم» این یک احساس غیرقابل توصیف است: عمده‌ترینش تعلّق خاطر فرهنگی و اجتماعی و خانوادگی به کشور و میهن عزیزمان است. «دراین حوالی چیزی هست که بدان، شادی بی‌سبب گویند»؛ «غربت سنجاقک»، «آسمان نیلگون»، «تکبیره الاحرام علف»، «قانون درخت» و میراث سعدی و حافظ و مولانا که خاص این دیار

است و حتی پس از گذشت قرون متمادی از حیات مادی پربرکتشان به خوبی می توان عطر حضورشان را استشمام کرد؛ خدمات این فرزانگان و بی بدیلان به غافله‌ی بشریت فراموش نشدنی، غیرقابل اغماض و تکرارناپذیر است. از بعد فرهنگی، شخصاً معنویت و عمق و غنای حتی یک مصرع از آثار سعدی و مولانا و یک طرح کاشی مسجد نصیر الملک شیراز را با تمام ظواهر سطحی و فریبنده‌ی مغرب زمین عوض نمی کنم.

در این خاک عرفا و دانشمندان بزرگ آرمیده‌اند و ما وامدار آن‌ها هستیم. این‌ها مغناطیسی ست که هرجای دنیا که باشید، شما را به سمت خود می‌رباید. از تنوع طبیعی و اقلیمی و قومی بی‌مانند و زبان و معماری‌ای که ریشه در فرکانس‌های روحی انسان دارد که بگذریم، نعمت در کنار خانواده و بستگان بودن، صمیمت و صفا و عواطف و ارزش روابط انسانی در فرهنگ ایرانی، ادب و مرام و معرفت و مردانگی و میهمان نوازی زبانردش، آداب و آیین ها و سنن غنی و پُر روحش با هیچ امتیاز مادی قابل تعویض نیست.

از منظر علمی و فنی، میزان تأثیرگذاری و نیاز جامعه به شما و تخصصتان علی رغم همه بی‌توجهی و بی‌مهری‌ها در میهن‌تان بیشتر از مغرب زمین است. به ویژه در حیطه حساس و راهبردی فناوری‌های کوانتومی شخصا احساس خطر کردم که مبادا کشورمان از این قافله و گردونه‌ی رقابت عقب بماند. ابر قدرت‌هایی که به این فناوری در تکنولوژی نرم دست پیدا کنند، موجبات تسلط بیشتر بر تمام دنیا و گسترش دایره‌ی هژمونی‌شان فراهم خواهد شد و بر این باورند که از طریق آن قادر خواهند بود ادامه و پایان تاریخ را به سبک و سیاق و خواست و سود خود رقم زنند. در این میان تهدید مهمی متوجه تمام بقا و هویت و موجودیتمان است که باید دفع شود. چگونه می توان در برابر آن بی‌تفاوت بود و دست روی دست گذاشت تا گزندی به این میراث انسانی درخشان چندهزار ساله برسد؟

از عوامل تأثیرگذار دیگر در بازگشت به میهن، رفتار تبعیض‌آمیز و پیش‌داوری نسبت به دانشمندان ایرانی در مغرب زمین است که برایتان قابل هضم و پذیرش نبوده و منافی غرور و عزّت نفس ایرانی‌تان است. افزون بر این سیاست‌های جنگ‌افروزانه‌ی امپریالیستی بخصوص در خاورمیانه و شمال آفریقا با هیچ معیار اخلاقی و انسانی قابل پذیرش نیست. یک راه موثر برای کشورهای مورد هجمه جهت پیشگیری از چنین فجایع و خسارات جبران ناپذیر انسانی در کنار افزایش قابلیت‌ها و توان و اقتدار دفاعی، بهبود استانداردهای زندگی جامعه از طریق بها دادن به علوم پایه و به تبع آن کاستن نارضایتی‌های اجتماعی به منظور سلب بهانه از دست دشمنان برای نفوذ از این شکاف و توطئه چینی و تفرقه افکنی است؛ در این مورد به نقل از علی اکبر گلشن آزادی، شاعر و ادیب معاصر «برو قوی شو اگر راحت جهان طلبی / که در نظام طبیعت ضعیف پامال است»... نظام سرمایه‌داری بدون کم‌ارزش جلوه دادن دستاوردهای ارزشمند علمی، اجتماعی، و تکنولوژیکی و فقرزدایی‌اش هر چند به بهای گزاف، به انسان به چشم «ابزار تولید» نگریسته و سایر جنبه‌ها، ظرافت‌ها و ظرفیت‌های روحی او را نادیده انگاشته است؛ بنیان خانواده را متزلزل نموده، حقوق بشر و دموکراسی را با معیارهای متناقض و چندگانه (Multiple standards) خود تعبیر کرده درحالیکه خود بزرگ‌ترین فجایع انسانی در قرون اخیر را به بار آورده و بزرگ‌ترین ناقض حقوق بشر در مورد دیگر جوامع بشری به‌خصوص ملل اسلامی بوده است. اینها همه به‌دلیل فقدان ترمز ایدیولوژی و تقوا و بحران معنویت بوده و بی‌شمار از اندیشمندان و هنرمندان آزاده چون آدورنو، آلبر کامو، چارلی چاپلین، فرانتس کافکا، آندری تارکوفسکی و... از این منش «ماکیاولیستی» به ستوه آمده و اعتراض خود را در قالب آثار هنری‌شان فریاد زده بودند... این دکترین سود محور پاسخی برای پرسش‌های اساسی بشر فراتر از نیازهای مادی و اقتصادی او نداشته و عمدا یا سهوا با مشغول کردن انسان به ظواهر سطحی و تبلیغاتی خود و انحراف اذهان عمومی از این دغدغه های روا و بجای درونی و فلسفی، صورت مساله را پنهان کرده و عملا زمینه‌ی بهره‌کشی فزاینده از انسان‌ها را به سود خود فراهم آورده است. بجای آنکه صنعت و فن‌آوری در خدمت عموم انسان‌ها باشد، این انسان است که خادم و برده‌ی تکنولوژی و اقتصاد و صنعت گشته و جای اصل و فرع، هدف و وسیله، زیربنا و روبنا عوض شده است...

اگر به این آب و خاک و مردمان فرهیخته و باصفایش تعلق خاطر داریم، نمی‌توانیم آن‌ها را فراموش کرده و به سهم خودمان باید در ادای دین خود به این آب و خاک و حفظ تمامیت ارضی آن بکوشیم.

شکر پروردگار به لطف انقلاب شکوهمند اسلامی و درایت و بصیرت رهبر فرزانه‌ی انقلاب، کشور ما توانسته عزت و استقلال خود را بازیافته و در برابر این زورگویی و زیاده خواهی بایستد. ■

• نگرش مردم در ایران وقتی که می فهمیدند شما دکترای فیزیک دارید، چگونه بود؟

همانطور که عرض کردم متأسفانه دید صحیحی وجود ندارد و ارزش واقعی این رشته‌ی مهم از علم برای عموم مردم مشهود و محسوس نیست. بیش از اینکه مردم به خود فیزیک توجه کنند، به خارج رفتن شما اهمیت می‌دهند و این، حرفه و تخصص شما را در سایه قرار می‌دهد. ساده نیست دائما به اطرافیانتان توضیح دهید که پایه و اساس طراحی و کارکرد هر تکنولوژی که در اطرافتان دارید، و حتی سایر علوم و فنون دیگر از جمله تمام شاخه‌های مهندسی، پزشکی و حتی شیمی، قوانین فیزیک کلاسیک و مدرن است. طبیعتی ست که ترمیم این دید و فرهنگ یک شبه امکان‌پذیر نبوده و مستلزم صرف انرژی و زمان بسیار است.

یـک بـاور عمومـی نادرسـت دیگـر ایـن اسـت کـه شـما وظیفـه ی اصلـی اسـاتید دانشـگاه را تنهـا «تدریـس» تصـور کنیـد در حالـی که تصدیـق مـی فرماییـد رسـالت اصیـل و اصلـی او در وهلـه‌ی نخسـت تولیـد علـم و تبدیـل آن بـه فـن‌آوری و ثـروت اسـت.
امیـدوارم بتوانیـم روزی ایـن عـزم و بـاور را نهادینـه کنیـم کـه حـل و مدیریـت بسـیاری از معضـلات و نابسـامانی‌های اجتماعـی علی‌الخصـوص در شـرایط کنونـی تحریم‌هـای ظالمانـه‌ی اقتصـادی علیـه میهنمـان در گـرو سـرمایه گـذاری روی علـوم پایـه و سـعی در تحقـق اقتصـاد مقاومتـی و دانـش بنیـان در گام دوم انقـلاب مطابـق بـا منویـات مقـام رهبـری اسـت. حدیـث معـروف «العلـم سـلطان» معـادل غربـی Knowledge is power، نیـز خـود شـاهدی بـر ایـن مدّعاسـت. ■

• آیـا در دوران دانشـجویی، در انجمـن و نشـریات دانشـجویی هـم فعالیـت داشـتید؟
متأسـفانه در دوران دانشـجویی و در زمـان مـا نشـریه‌های دانشـجویی علمـی دسـت کـم بـا کیفیـت و غنـای نشـری‌ی شـما چنـدان رواج نداشـت. در نتیجـه بسـیار خوشـحالم کـه اکنـون در جـوّ پویـای دانشـگاه الزهـرا چنیـن شـرایطی بـرای دانشـجویان فراهـم اسـت. ■

• آینده دانش فیزیک را چگونه ارزیابی می کنید؟
حـدس بنـده ایـن اسـت کـه فیزیـک کمابیـش بـا شـتاب فعلـی بـه حرکـت خـود ادامه خواهـد داد و در نتیجـه‌ی آن سـرانجام به نقطه‌ی عطفـی خواهـد رسـید کـه در آن نظریـه‌ی مکانیـک کوانتومـی بـا نظریـه‌ی کامل‌تـری جایگزیـن خواهـد شـد. بـر همـگان واضـح و مبرهـن اسـت کـه نظریـه ی مکانیـک کوانتومـی بـا وجـود پیـش بینی‌هـای دقیـق و رضایـت بخـش در ابعـاد اتمـی هـم چنـان بـا شـکاف‌ها و پارادوکس‌هـای ادارکـی و مفهومـی و فلسـفی بـه ویـژه در رژیـم گـذار میکروسکوپیک-ماکروسـکوپیک مواجـه اسـت. ■

• لطفا توضیحی در مورد پژوهش کنونی خود دهید.
پژوهـش کنونـی مـن متمرکـز بـر توسـعه ی فناوری‌هـای کوانتومـی از بسـتر گفتمـان بیـن نـور و مـاده و در نهایـت تحقّـق فیزیکـی رایانه‌هـای کوانتومـی از ایـن رهگـذر در آزمایشـگاه و بـه طـور خـاص تئاتـر کوانتومـی یـا شبیه‌سـازی کوانتومـی اسـت کـه در اردیبهشـت‌ماه کارگاهـی در این‌بـاره برگـزار شـد و در آنجـا مـن توضیح‌هـای مربـوط را دربـاره ی ایـن حیطـه‌ی نوظهـور و جـذاب از فیزیـک بـا طیـف وسـیعی از کاربردهـای اسـتراتژیک و پادشـهودی همچـون رمزنـگاری و مخابـرات کوانتومـی ارائـه دادم. ■

• سخنی با دانشجویان رشته فیزیک...
برایشـان آرزوی موفقیـت دارم و امیـدوارم که در مسـیر حرفه‌ای‌شـان بـه جـای تمرکـز صـرف روی مسـائل محـض و بـدون کاربـرد بـرای جامعه‌مـان، بـه جنبه‌هـای عملـی و تجربـی فیزیـک کـه منجـر بـه تولیـد فـن آوری و ثـروت و حـل معضـلات عدیـده شـود بیشـتر روی آورنـد. گاه در کشـورمان سـاز علمـی از سـوی وارونـه‌اش نواختـه می‌شـود: در شـاخه هـای آینده‌گـرای فیزیـک همچـون نظریـه‌ی ریسـمان، ذرات بنیـادی و گرانـش و کیهان‌شناسـی کـه تـوان بـه کارگیـری نتایـج نظری‌شـان در کشـور خـود را نداریـم، در دنیـا سـرآمد هسـتیم حـال آن‌کـه برخـی هـم میهنانمـان از امکانـات و اسـتاندارهای سـاده‌ی زندگـی کـه فراهـم آوردن آن‌هـا بـا بـه کار بسـتن دسـتاوردهای شـاخه‌های راهبـردی و کاربـردی از فـن آوری همچـون فیزیـک مـاده چـگال و کوانتـوم بـه سـادگی امـکان پذیـر اسـت، محـروم هسـتند. قضـاوت را بـه عهـده‌ی شـما می‌گـذارم کـه چنیـن خط‌مشـی و سیاسـت‌گذاری علمـی خواسـته یـا ناخواسـته چگونـه بـه بـرآوردن اهـداف اسـتعمار و اسـتکبار بـه دسـت خـود کمـک می‌کنـد.
از یـک بعـدی شـدن و پرداختـن صـرف بـه فیزیـک حـذر کننـد کـه فیزیـک فـی نفسـه هـدف محسـوب نمی‌شـود بلکـه تنهـا وسـیله‌ای بـرای افزایـش شـادی و بهبـود زندگـی انسـان‌ها و خدمـت بـه خلـق اسـت کـه «عبـادت بـه جـز خدمـت خلـق نیسـت»؛ اگـر چنـان چـه عکـس آن رخ داد و ایـن حرفـه در نهایـت بـر رنـج و تالّـم جامعـه افـزود، بدانیـم کـه بـی شـک در مسـیر خطایـی قـرار گرفته‌ایـم. هـدف غایـی و نهایـی رشـد و تعالـی معنـوی و روحـی ماسـت. بداننـد کـه شـاخه‌های مهـم و راهبـردی (اسـتراتژیک) علـم بـه سـادگی و رایـگان در اختیـار مـا قـرار داده نخواهنـد شـد و شـاید گـزاف نباشـد اگـر بگوییـم کـه بعضـا نیـاز اسـت کـه «حتـی چـرخ را از نـو بـرای خـود اختـراع کنیـم»! توصیـه‌ی دیگـر بنـده اهتمـام بـه همـکاری علمـی بـا کشـورهای همسـایه بـا پیشـینه و قرابـت و مشـترکات فرهنگـی دیرینـه اسـت. در پایـان بـه ذکـر ایـن شـاه بیـت ناصـر خسـرو بسـنده می‌کنـم کـه «درخـت تـو گـر بـار دانـش بگیـرد/ بـه زیـر آوری چـرخ نیلوفـری را». ■

مواد و فناوری‌های فوتوکاتالیستی تصفیه هوا

(قسمت دوم)

نیلوفر مظفری|کارشناس ارشد فیزیک، حالت جامد (دانشگاه آزاد اسلامی)
نسترن مظفری|کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، آلودگی هوا (دانشگاه آزاد اسلامی)

در شماره قبلی شرح کاملی از مکانیسم کلی فتوکاتالیست‌ها ارائه شد، در این شماره به شرح عملکرد فتوکاتالیست‌ها در ضدعفونی عوامل بیماری‌زا همانند میکروب‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و غیره در هوا می پردازیم.

» چکیده

از آنجا که نگرانی‌های روز افزونی در خصوص تاثیر آلودگی هوا بر سلامت انسان‌ها وجود دارند، فتوکاتالیست‌ها یکی از کارآمدترین روش‌های حذف آلاینده‌های سمی و مضر از هوا به‌شمار می‌آیند. از فتوکاتالیست‌ها علاوه بر تصفیه، جذب و تشخیص آلاینده‌های هوای داخلی و خارجی، به‌عنوان ضدعفونی کننده‌ی هوای داخل و خارج (محیطهای بسته و باز) استفاده می‌شود. فتوکاتالیست‌ها قادر به ضدعفونی و از بین بردن میکروب‌های به شکل ذرات کوچک و همچنین آئروسل‌ها از محیط‌های بسته همانند بیمارستان‌ها هستند. در نوشتار زیر به شرح کامل عملکرد فتوکاتالیست‌ها در حذف میکروب‌ها و عوامل بیماری‌زا از هوا پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: تصفیه هوا، مواد فوتوکاتالیستی، آئروسل‌ها، میکروب‌ها.

۱ مقدمه

با توسعه شهرها، افزایش جمعیت و گسترش صنایع، اهمیت کنترل آلودگی محیط زیست، هر روز بیش از پیش احساس می‌شود. فرآیندهای متفاوتی برای تصفیه آلاینده‌های هوا وجود دارد. یکی از معایب این فرآیندها، تصفیه فیزیکی و شیمیایی آلاینده‌ها همانند جذب سطحی، فیلتراسیون و مواردی از این‌ست که این روش‌ها فقط باعث انتقال آلودگی از یک فاز به فاز دیگر، تغلیظ آن‌ها و در نتیجه تولید آلاینده جدید می‌شود که نیاز به تصفیه بیشتر دارند و در واقع فرآیندهایی غیرمخرب هستند [۱].

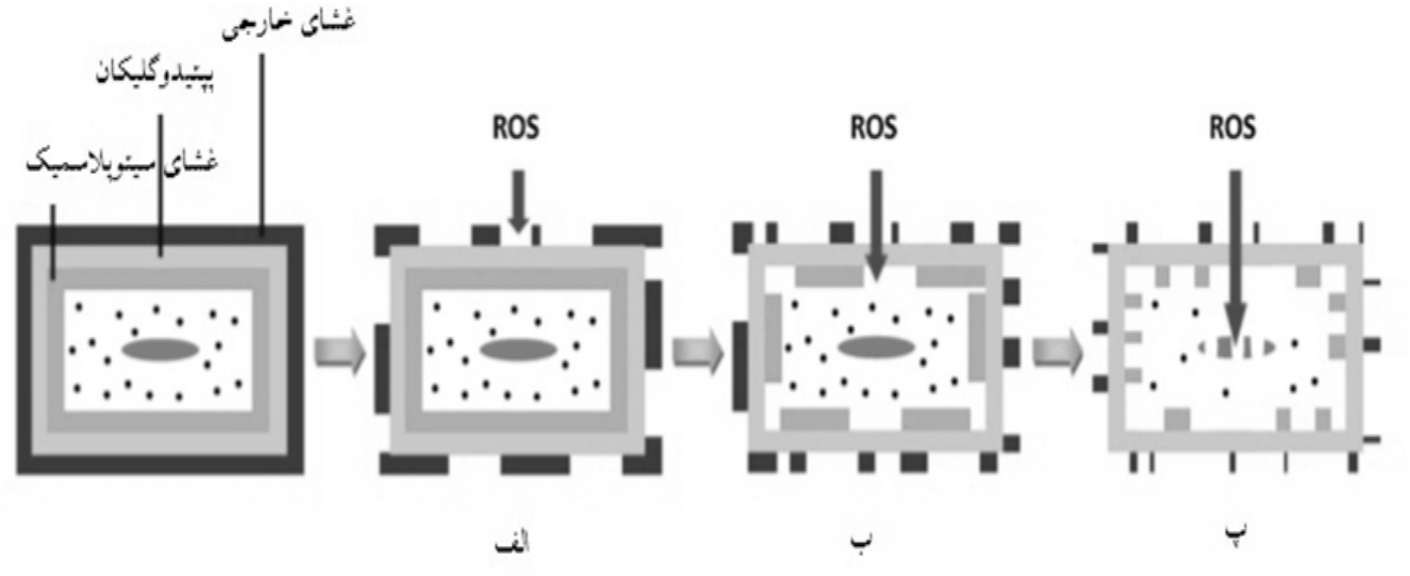
تکنولوژی فتوکاتالیست به‌طور وسیع از سال ۱۹۷۰ میلادی مورد مطالعه قرار گرفت. مطالعات بسیاری با هدف درک فرآیندهای اساسی و ساختاری و افزایش کارآیی فتوکاتالیست‌ها به‌ویژه برای کنترل آلودگی آب، هوا و خاک انجام شده است. دلیل افزایش جذابیت روش تجزیه فتوکاتالیتیکی امکان استفاده از اکسیژن اتمسفری به‌عنوان اکسیدکننده، انجام فرآیند تحت شرایط محیطی و امکان معدنی شدن کامل مواد آلی به آب، دی اکسیدکربن و اسیدهای معدنی است [۲].

مزایای اصلی این تکنولوژی: ۱) فتوکاتالیست‌ها به‌عنوان یک جانشین مناسب برای سیستم‌های متداول تصفیه با مصرف انرژی بالا که قابلیت استفاده از انرژی پاک و تجدید شدنی خورشید را دارا هستند، پیشنهاد می‌شوند. ۲) برخلاف روش‌های متداول تصفیه که آلاینده‌ها از یک شکل به شکل دیگر تبدیل می‌شوند فتوکاتالیست‌ها باعث تشکیل محصول‌های بی‌ضرر می‌شوند. ۳) فرآیند فتوکاتالیست‌ها را می‌توان برای تجزیه ترکیبات خطرناک موجود در انواع فاضلاب‌ها، محیط هوا به‌کار برد. ۴) فرآیند فتوکاتالیست‌ها را می‌توان برای تصفیه فازهای مایع، گازی و جامد (خاک) به‌کار برد. ۵) شرایط واکنش فتوکاتالیست‌ها متعادل بوده؛ به طوریکه به زمان واکنش کوتاه‌مدت و مواد شیمیایی کمتری نیاز دارد. ۶) فرآیند فتوکاتالیست‌ها را می‌توان برای بازیافت فلزت و یا تبدیل آن‌ها به حالت‌های فلزی غیرسمی و یا با سمیت کمتر مورد استفاده قرار داد [۳-۴].

» ضدعفونی نوری عوامل بیماری‌زا

فوتوکاتالیز توانایی ضدعفونی از عوامل بیماری‌زا همانند باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها را داراست[۵-۷]. فوتوکاتالیز همچنین به‌طور بالقوه بیش از چهار ویژگی (الف) مهار تکثیر عامل بیماری‌زا، (ب) ضدعفونی، (پ) تجزیه سموم تولید شده و (ت) تجزیه فرآورده‌های آلی جانبی را دارد [۸-۹]. همین عملکرد چندگانه فوتوکاتالیز مزیت عمده‌ای نسبت به دیگر روش‌های تصفیه هوا که دو ویژگی آخر را ندارند، دارد (پ و ت).

واضح است که توانایی مواد فوتوکاتالیزوری برای تجزیه ترکیب‌های آلی موجب خواص ضدباکتریایی پاتوژن‌ها همچون ترکیب‌های آلی، پروتئین‌ها، شکر، آمینواسید[۲] ، چربی‌ها، لیپوپلی ساکارید[۳] ، پلی ساکاریدها[۴] ، نوکلئوتید[۵] و اسید نوکلئیک[۶] می‌شود [۱۰]. با این حال، تغییرات بین نسلی این مولکول‌ها توسط عوامل بیماری‌زا به‌طور بالقوه می‌تواند منجر به مقاومت در برابر قابلیت‌های ضدعفونی فوتوکاتالیست‌ها شود.



شکل۱. شماتیکی از مکانیزم باکتریایی فوتوکاتالیستی که منجر به مرگ سلول می‌شود. (ROS: گونه‌های واکنشی اکسیژن)

باکتری‌ها در مقام یکی از عوامل بیماری‌زا به دو دسته‌ی گرم- منفی و گرم- مثبت تقسیم می‌شود: الف) باکتری‌های گرم- منفی دارای غشا سلولی هستند که متشکل از سه لایه غشا خارجی، پپتیدوگلیکان[۷] و یک غشای سیتوپلاسمی اطراف اجزای سلولی داخلی است. ب)باکتری‌های گرم - مثبت تنها دو لایه دوم را دارند. در این میان ضدعفونی نوری می‌تواند منجر به یکی از این دو نتیجه، توقف عامل بیماری‌زا و یا از بین بردن آن، توسط ROS[۸] شود. تا به حال، معمول‌ترین نتیجه‌ی ضدعفونی نوری[۹] ، غیرفعال‌سازی سلولی به دلیل آسیب غشای سلول است. با این حال، ممکن است با تجزیه‌ی اجزای سلولی داخلی در قالب ژنوم (DNA و RNS)، مرگ سلول اتفاق بیفتد. تصویر یک، مکانیزم توالی فوتوکاتالیزوری مراحل (۱-۳) را در قالب ضدعفونی باکتری‌ها نشان می‌دهد.[۱۱]:

● الف) مرحله یکم: غشای بیرونی (اگر باکتری گرم- منفی باشد) توسط ROS تجزیه شده، نفوذپذیری را ایجاد می‌کند و لایه‌های درونی را دربر می‌گیرد.

●ب) مرحله دوم: ROS به راحتی می‌تواند در پپتیدوگلیکان نفوذ کند و به غشای سیتوپلاسمی برسد و پس از آن به خطر افتد.

●پ) مرحله سوم: از آنجا که ROS می‌تواند به اجزای سلولی داخلی برسد، دومی تجزیه و باعث مرگ سلول می‌شود.

به استثنای ویروس‌ها، سایر عوامل بیماری‌زا ساختار سلولی مشابهی دارند و از این رو ضد عفونی‌شدن آن‌ها در همین راستا جای می‌گیرد. ویروس‌ها ساختار ساده‌تری نسبت به باکتری‌ها دارند و شامل پوسته‌ی پروتئینی و ژنوم داخلی (DNA و RNS) هستند. ویروس غیرفعال شده همچنین با تجزیه نوری پوسته‌ی پروتئینی که منجر به کاهش آلودگی ویروس‌ها می‌شود (توسط ROS)، همراه می‌شوند [۱۲]. در نتیجه، انهدام ژنوم‌ها توسط ROS اتفاق می‌افتد و منجر به مرگ ویروس می‌شود.

---

۱. amino acids
۲. lipopolysaccharides
۳. polysaccharides
٤.nucleotides
٥.nucleic acids
٦.peptidoglycan

۷. گونه‌های واکنشی اکسیژن

۸.Photodisinfection

زدودن آلودگی‌های عوامل بیماری‌زای مضر در هوا (شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها)، به ویژه در محیط‌های داخلی همانند بیمارستان‌ها و خوابگاه‌ها، پیش‌تر مورد بررسی قرار نگرفته است. با توجه به گسترش باکتری‌ها و افزایش خطر ابتلا به عفونت‌های جراحی مرتبط با آن، کیفیت هوا ضعیف می‌شود[۱۴-۱۵] ویروس‌ها، همانند آنفلوآنزا، به راحتی در میان مردم در فضاهای مشترک محدود قرار دارند [۱۴]. جدول ۱ ، ۲ و ۳ نمونه‌هایی از فتوکاتالیست‌ها برای زدودن هوا از عوامل بیماری‌زای را نشان می‌دهد.

مطالعات مزبور در جدول یک ، ۲ و ۳ خلاصه شده‌اند و داده‌های کمی در مورد عفونت‌های عصبی عوامل بیماری‌زا گزارش شده است. از این تعداد، ۲۵ مطالعه تاکید دارند میزان ضدعفونی نوری پاتوژن ها ≤۹۰ درصد است، اما دو مطالعه ۵۰ درصد و ~۷۰ درصد را نشان می‌دهد. مقیاس تحقیقاتی در زمینه ضدعفونی پاتوژن‌ها در هوا بسیار کمتر از ضدعفونی آلودگی‌های شیمیایی است و بیش‌تر این مطالعات روی فوتوکاتالیست‌های TiO_2 یا TiO_2های آلائیده متمرکز شده‌اند. کمبود اطلاعات مرتبط با این امر به دلیل الزام‌های تجربی کار با مواد خطرناک در تحقیقات است که تکنولوژی مواد و زیست شناسی را دربر می‌گیرد. یکی از این مطالعات، گزارشی درباره استفاده از یک فیلم Degussa P۲۵، که ۹۳ درصد عفونت لژیونلا پنوموفیلا [۱۰] با استفاده از لامپ UV ، ۲۴W، جریان هوا ۵ متر مکعب بر ساعت و میزان جریان عامل بیماری‌زا ۶,۱ لیتر [۱۵] است.

جدول ۱. نمونه هایی از فوتوکاتالیست‌های استفاده شده برای تجزیه‌ی آلاینده‌های شیمیایی در هوا

مرجع	روش تهیه	نوع	فوتوکالیست	آلاینده‌های شیمیایی	
[۱۲۰]	سل-ژل	P	$N\text{-}Ni\text{-}TiO_2$	فرمالدئید	آلدئیدها
[۱۲۱]	هیدروترمال	F	MnO_2 - CeO_2		
[۷۸]	سل-ژل	P	$Pt\text{-}SnO_2$	استالدئید	
[۱۲۲]	هیدروترمال	P	$ZnO\text{-}rGO$	استون	
[۱۲۳]	اسپاترینگ	F	WO_3		کتون‌ها
[۱۱۷]	هیدروترمال	P	$Graphene\text{-}TiO_2$	بنزن	
[۱۲۴]	سل-ژل	F	$TiO_2\text{-}ZrO_2$		
[۱۲۵]	مخلوط	P	CNT/TiO_2		
[۱۲۶]	الکترولیسی	P	$La_{-1x}Ce_xCoO_8$		
[۱۲۷]	هیدروترمال	P	$CeO_2\text{-}TiO_2$	تولوئن	هیدروکربن‌های آروماتیک
[۱۲۸]	سل-ژل	P	$BiVO_4/TiO_2$		
[۱۲۹]	-	F	TiO_2PC500	اتیل بنزن	
[۱۳۰]	لایه نشانی	P	$Pt/\ TiO_2\ ,\ Ag/\ TiO_2$	o-xylene	
[۱۳۱]	اکسیداسیون	F	$N\text{-}TiO_2$	هگزین	
[۱۳۲]	هیدروترمال	P	$Ag/\ \alpha\text{-}Fe_2O_3$		
[۱۳۳]	-	P	TiO_2P25		
[۱۳۳]	-	P	TiO_2P25	دیکلورمتان	آلکین‌ها
[۱۳۴]	سل-ژل	F	TiO_2	تریکلرواتیلن	
[۱۳۵]	سل-ژل	F	$TiO_2,Fe\text{-}TiO_2$	تتراکلرومتان	ترکیبات هالوژن
[۱۳۰]	لایه نشانی	P	$Pt/\ TiO_2\ ,\ Ag/\ TiO_2$	۲-پروپونال	
[۱۳۶]	سل-ژل	P	TiO_2		
[۱۱۱]	مخلوط	P	$Ag_3PO_4/Cr\text{-}SrTiO_3$		ترکیبات هیدرولیزه شده
[۱۳۷]	-	F	TiO_2P25	کربن مونوکسید	
[۱۳۸]	مخلوط	F	$Pt/\ TiO_2$	نیتروژن اکسید	معدنی
[۱۳۹]	سل-ژل	P	$CdS/\ TiO_2$		
[۱۴۰]	تراکم حرارتی	P	$C_6H_9N_3$		
[۱۴۱]	پیرولیز	P	$g\text{-}C_3N_4$		
[۱۴۲]	رسوب‌گذاری	P	$MnO_X\text{-}TiO_2$		
[۱۴۳]	مکانیکی شیمیایی	P	$F\text{-}SrTiO_3$		

۱۰. Legionella pneumophila

عوامل بیماری‌زا		فوتوکالیست	نوع	مرجع
باکتری	Bacillus cereus	$Ag\text{-}TiO_2$	فیلم	[۴۱]
		TiO_2	فیلم	[۱۴۹]
	Bacillus subtilis	TiO_2 /Rh/Ag/Cu	فیلم	[۱۵۰]
		$Ag\text{-}TiO_2$,$Pd\text{-}TiO_2$,$Fe\text{-}TiO_2$	فیلم	[۱۵۱]
	Escherichi colt	$Ag\text{-}TiO_2$	فیلم	[۴۱]
		$Ag\text{-}TiO_2$,$Pd\text{-}TiO_2$,$Fe\text{-}TiO_2$	فیلم	[۱۵۱]
	Legionella pneurnophila	Cu^{2+}/TiO_2 -coated cordierite	فوم	[۱۵۲]
		TiO_2 p25	فیلم	[۱۵۳]
	Klebsiella pneumoniae	TiO_2	پودر	[۱۵۴]
	Pseudomonas aeruginosa	TiO_2 -coated cordierite	فوم	[۱۵۵]
	Staphylococcus aureus	TiO_2 -coated cordierite	فوم	[۱۵۵]
		$Ag\text{-}TiO_2$	فیلم	[۴۱]
		$Ag\text{-}TiO_2$,$Pd\text{-}TiO_2$,$Fe\text{-}TiO_2$	فیلم	[۱۵۱]
	Staphylococcus epidermidis	TiO_2	فیلم	[۱۵۶]
	Serratia marcescens	Cu -TiO_2	پودر	[۱۵۷]
ویروس		TiO_2p25	فیلم	[۱۵۸]
	Avian influenza Virus A/H5N2	TiO_2	فیلم	[۱۵۶]
			پودر	[۴۰]
	MS2bacteriophage	TiO_2p25	پودر	[۴۰]
		TiO_2 PC500	فیلم	[۴۱]
	Qβ Bacteriophage	$Ag\text{-}TiO_2$	فیلم	[۱۵۰]
		TiO_2 /Rh/Ag/Cu	فوم	[۱۵۲]
	T4bacteriophag	Cu^{2+}/TiO_2 -coated cordierite	فیلم	[۱۵۹]
قارچ		Cu_xO/ TiO_2	فوم	[۱۵۲]
	Aspergillus niger	Cu^{2+}/TiO_2 -coated cordierite	فیلم	[۴۱]
			فیلم	[۱۵۸]
	Pentcillium citrinum	$Ag\text{-}TiO_2$	فیلم	[۱۶۰]
		TiO_2p25		
		TiO_2		

جدول۲. نمونه‌هایی از فتوکاتالیست‌های استفاده شده برای ضدعفونی عوامل بیماری‌زا در هوا

» نتیجه‌گیری

فتوکاتالیست‌ها یکی از روش‌های ساده، بهینه و موثر در حذف عوامل بیماری‌زا در محیط هوا هستند. این عملکرد بدون بازگشت بوده و باعث حذف و از بین رفتن کامل عوامل بیمازی‌زا همانند میکروب‌ها، ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و غیره می‌شوند. در این عملکرد، فتوکاتالیست‌ها قادر به :) مهار تکثیر عوامل بیماری‌زا ۲) ضدعفونی ۳) تجزیه‌ی سموم و فرآورده‌های آلی جانبی آن‌ها است. یکی از کاربردهای فراوان آن‌ها در محیط‌های بیمارستانی برای حذف آئروسل‌ها و عوامل بیماری‌زای دیگر است که دارای راندمان 70 است.

• در قسمت بعدی به شرح کامل انواع راکتورهای فتوکاتالیستی هوا و عملکرد آن‌ها می‌پردازیم.

کاتالیست	روش‌های فاز گازی	روش‌های فاز مایع	سایر روش‌ها	مراجع
TiO_2	VLS,PVD,CVD,LCC MBE,Sputtering Flame hydrolysis spray deposition,spray pyrolysis	سل-ژل میکروامولوسیون هیدروترمال	الکتروشیمیایی، آنودایز	[۱۷۰-۱۶۱, ۱۷]
ZnO	VLS,PVD,CVD,MBE Sputtering,Spray deposition,Spray pyrolysis	سل-ژل میکروامولوسیون هیدروترمال	رسوب‌گذاری الکتریکی	[۱۷۵-۱۷۱]
CeO_2	PVD,CVD,MBE,ALD/ Sputtering,Spray deposition,Spray pyrolysis	سل-ژل میکروامولوسیون هیدروترمال	الکترولیسی	[۱۸۰-۱۷۶]
ZrO_2	CVD, Sputtering,Spray deposition	سل-ژل هیدروترمال	رسوب‌گذاری الکتریکی	[۱۸۴-۱۸۱]
SnO_2	VLS,PVD,CVD,MBE, ALD, Sputtering, Oxidation,Spray pyrolysis	سل-ژل هیدروترمال حرارتی	الکترولیسی	[۱۹۳-۱۸۵]
WO_2	PVD,CVD,VS,MBE, ALD, Sputtering,Spray pyrolysis	سل-ژل میکروامولوسیون	الکتروشیمیایی آنودایز	[۱۹۹-۱۹۴, ۱۲۳]
α-Fe_2O_3	VLS,PVD,CVD,MBE ALD,Oxidation Sputtering,Spray deposition	سل-ژل هیدروترمال هیدرولیز،یونی	رسوب‌گذاری الکتریکی الکتروشیمیایی آنودایز الکترولیسی	[۲۰۴-۲۰۰] [۲۱۵-۲۰۵]
$BiVO_4$	PVD,CVD,MBE, Sputtering,Spray pyrolysis	سل-ژل فاز مایع هیدروترمال رسوب‌گذاری	الکتروشیمیایی	
$SrTiO_2$	PVD,CVD,MBE, Sputtering,Spray pyrolysis	هیدرولیز سل-ژل هیدروترمال	الکتروشیمیایی فرآیند پلاسمایی مکانیکی شیمیایی	[۲۱۹-۲۱۶] [۲۲۲-۲۲۰]
$AgPO_4$	-			
CdS	VLS,PVD,CVD,LCC, MBE,ALD,VS, Sputtering,Spray pyrolysis	هیدروترمال اکسیداسیون سل-ژل حرارتی رسوب‌گذاری	رسوب‌گذاری الکتریکی	[۲۲۹-۲۲۳]
	PVD,CVD,Sputtering	گرمایی	پیرولیز	[۲۳۰, ۱۴۱, ۶۱]

جدول۳. روش‌های تهیه فتوکاتالیست‌ها

[1] Daneshvar N., Salari D., Khataee A.R., Photocatalytic degradation of azo day acid red 14 in water on ZnO as an alternative catalyst to TiO2. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2004; 162: 317-322.
[2] Daneshvar N., Salari D., Khataee A.R., Photocatalytic degradation of azo day acid red 14: investigation of the effect of operational parameters. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2003; 157: 111-116.
[3] Akyol A., Yatmaz H.C., Bayramoglu M., Photocatalytic Decolorization of Remazol Red RR in aqueous ZnO suspensions. Applied Catalysis B: Environmental. 2004; 54: 19-24.
[4] Stylidi M., Kondarides D.I., Verykinos X.E., Pathwaye of solar light-induced photocatalytic degradation of azo dyes in aqueous TiO2 suspensions. Applied Catalysis B: Environmental. 2003; 40: 271-286.
[5]] B. Sánchez, M. Sánchez-Mu˜noz, M. Mu˜noz-Vicente, G. Cobas, R. Portela, S. Suárez, A.E. González, N. Rodríguez, R. Amils, Photocatalytic elimination ofindoor air biological and chemical pollution in realistic conditions, Chemosphere 87 (2012) 625–630.
[6] C. Guillard, T.-H. Bui, C. Felix, V. Moules, B. Lina, P. Lejeune, Microbiologicaldisinfection of water and air by photocatalysis, C. R. Chim. 11 (2008)107–113.
[7] A. Vohra, D. Goswami, D. Deshpande, S. Block, Enhanced photocatalyticdisinfection of indoor air, Appl. Catal. B 64 (2006) 57–65.
[8] A. Rincón, C. Pulgarin, Photocatalytical inactivation of E. coli: effect of(continuous–intermittent) light intensity and of (suspended–fixed) TiO2concentration, Appl. Catal. B 44 (2003) 263–284.
[9] B. Yu, K.M. Leung, Q. Guo, W.M. Lau, J. Yang, Synthesis of Ag–TiO2compositenano thin film for antimicrobial application, Nanotechnology 22 (2011)115603.
[10] O.K. Dalrymple, E. Stefanakos, M.A. Trotz, D.Y. Goswami, A review of themechanisms and modeling of photocatalytic disinfection, Appl. Catal. B 98(2010) 27–38.
[11] K. Sunada, T. Watanabe, K. Hashimoto, Studies on photokilling of bacteria onTiO2thin film, J. Photochem. Photobiol. A 156 (2003) 227–233.
[12]] R. Nakano, H. Ishiguro, Y. Yao, J. Kajioka, A. Fujishima, K. Sunada, M. Minoshima, K. Hashimoto, Y. Kubota, Photocatalytic inactivation ofinfluenza virus by titanium dioxide thin film, Photochem. Photobiol. Sci. 11(2012) 1293–1298.
[13] C.A. Balaras, E. Dascalaki, A. Gaglia, HVAC and indoor thermal conditions inhospital operating rooms, Energy Build. 39 (2007) 454–470.
[14] G. Fischer, W. Dott, Relevance of airborne fungi and their secondarymetabolites for environmental, occupational and indoor hygiene, Arch.Microbiol. 179 (2003) 75–82.
[15] S. Josset, J. Taranto, N. Keller, V. Keller, M.-C. Lett, M.J. Ledoux, V. Bonnet, S. Rougeau, UV-A photocatalytic treatment of high flow rate air contaminatedwith Legionella pneumophila, Catal. Today 129 (2007) 215–222.

تاریخچه‌ی اندازه‌گیری زمان

مهرناز ذبایحی نجف آبادی| کارشناسی فیزیک ۹۷
mehrnaz.alzahra@gmail.com

ساعت‌های نجومی

یکی از اهداف منجمان در احداث رصدخانه‌ها تعیین زمان در بلندمدت است. به‌کارگرفتن علم نجوم و ستاره‌شناسی آغازگر مسیری برای اندازه‌گیری و تعیین زمان بود. تا قبل از رواج ساعت‌های امروزی، «منظومه شمسی» دقیق‌ترین ساعت بشر بود. دو مولفه از منظر عالمان در آن زمان باعث شده بود منظومه شمسی معیار مطلوبی برای اندازه‌گیری زمان باشد؛ نخست آنکه، وضعیت فیزیکی در ۴,۶ میلیارد سال گذشته (از همان اوایل پیدایش) ثابت بوده و تغییری قابل توجه نداشته است. دوم آنکه، دارای پدیده‌های متناوبی است که اندازه‌گیری زمان را قابل شمارش می‌کند.(مانند دوران زمین به دور خودش، دوران زمین به دور خورشید و دوران ماه به دور زمین)

استاندارد جهانی زمان

در ایام کهن ساعت‌ها برون کوک بودند یعنی در هر منطقه بر مبنای وضعیت خورشید زمان تعیین می‌شد. اشکال این روش آن بود که هر منطقه دارای ساعت جداگانه‌ای می‌شد و مقایسه آن‌ها دشوار بود. این مشکل زمینه‌ساز ایجاد سیستم واحدی برای زمان گیئریچو فیلوپانتی ریاضیدان ایتالیایی نخستین فرد شناخته‌شده‌ای بود که به سیستم جهانی برای بازه‌های زمانی اندیشید. او این ایده را در کتابی به نام میراندا معرفی کرد که در سال ۱۸۵۸ چاپ شد. پیشنهاد او ایجاد بازه‌های زمانی ۲۴ ساعته‌ای بود که از نصف النهار رم آغاز می‌شدند. او علاوه بر این، ساعتی جهانی برای استفاده در نجوم و مخابرات تلگرافی پیشنهاد داد. هرچند کتابش تا زمانی طولانی پس از مرگش هیچ توجهی را به خود جلب نکرد.

اما استنفورد فلمینگ کانادایی‌زاده اسکاتلندی تلاش‌هایش به برداشت امروزی از نصف النهارهای زمانی منجر شد. او سیستمی را در دو سال طراحی کرد که در آن زمین براساس چرخش به ۲۴ منطقه زمانی تقسیم می‌شود و هر منطقه ۱۵ درجه از ۳۶۰ درجه طول جغرافیایی یا یک ساعت از حرکت خورشید در پهنه آسمان را پوشش می‌داد. به این ترتیب تمام نقاط یک منطقه دارای یک زمان مشابه می‌شدند. او در سال ۱۸۷۹ این سیستم را پیشنهاد داد و در چند کنفرانس بین المللی از آن دفاع کرد. ساعت گرینویچ که در ابتدا توسط رصدخانه سلطنتی انگلستان برای کمک به دریانوردان در تعیین عرض‌های جغرافیایی ساخته شده بود در ۱۸۸۴ به عنوان یک زمان مرجع استاندارد شناخته شد.

سیستم امروزی

زمـان جهانـی سـاعتی اسـت کـه بـر مبنـای نصـف النهـار مبـدا گرینویـچ سـاخته شـده اسـت. زمانـی کـه خورشـید بـه نصـف النهـار گرینویـچ می‌رسـد، ظهـر جهانـی می‌نامیـم و بـه بیانـی سـاده می‌گوییـم زمـان جهانـی برابـر بـا ۱۲ اسـت.

در سیسـتم امـروزی بـرای سـهولت در تبدیـل زمـان، کـره زمیـن را بـه ۲۴ قسـمت تقسـیم می‌کنیـم. زمـان در تمـام ایـن قسـمت‌ها یکسـان اسـت. در واقـع ۲۴ قـاچ خواهیـم داشـت کـه عـرض هرکـدام یـک سـاعت یـا ۱۵ درجـه اسـت. قـاچ گرینویـچ از ۷٫۵ درجـه شـرق تـا ۷٫۵ درجـه غـرب نصـف النهـار گرینویـچ اسـت و سـاکنان ایـن قسـمت از زمـان جهانـی اسـتفاده می‌کنند.هـر چـه بـه سـمت راسـت گرینویـچ برویـم بـه ازای هـر قـاچ یـک سـاعت بـه زمـان اضافـه و در حرکـت بـه سـمت غـرب یـک سـاعت از زمـان کـم می‌شـود.

ایـن کار موجـب می‌شـود اختـلاف هـای زمانـی عـدد صحیـح باشـد. در واقـع اکثـر بازه‌هـای زمانـی روی خشـکی بـه انـدازه یـک سـاعت کامـل بـا سـاعت هماهنـگ جهانـی تفـاوت دارنـد. امـا تعـداد از بـازه اختلافـی ۳۰ یـا ۴۵ دقیقـه‌ای دارنـد، بـه عنـوان مثـال جزیـره نیوفاندلنـد در اقیانـوس اطلـس ۳:۳۰ از سـاعت هماهنـم جهانـی جلوتـر و نپـال و هنـد بـه ترتیـب ۵:۴۵ و ۵:۳۰ از سـاعت هماهنـگ جهانـی عقب‌ترنـد. ایـران، نیـز وضعیـت مشـابهی دارد و چـون بیـن دو قـاچ سـوم و چهـارم اسـت طبـق قـرارداد ۳:۳۰ از سـاعت مرجـع عقب‌تـر اسـت.

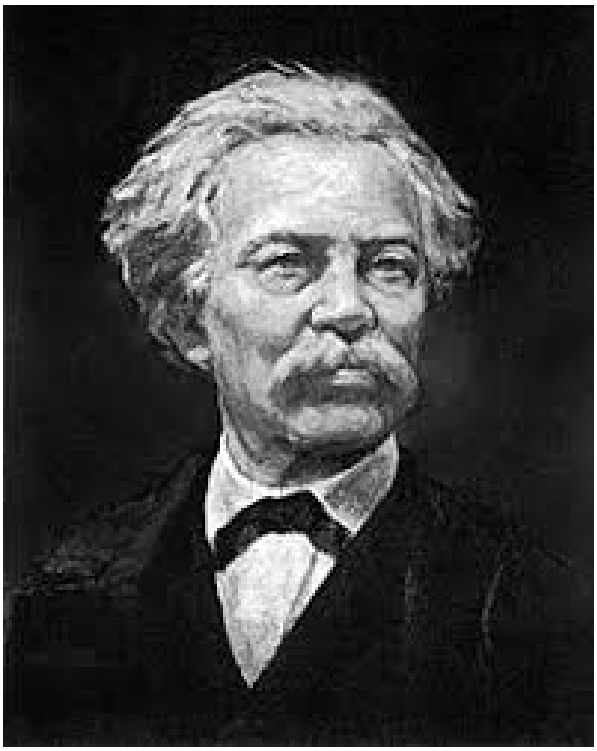
بزرگترین و بیش‌ترین بازه زمانی

اگـر از هـر شـهروند چینـی کـه مسـاحت ۹ میلیـون کیلومتـر مربـع ایـن سـرزمین زندگـی می‌کننـد، در خصـوص زمـان بپرسـید؟ پاسـخ واحـدی می‌گیریـد کـه هشـت سـاعت عقب‌تـر از سـاعت گرینویـچ را نشـان خواهنـد داد. هرچنـد چیـن روی نقشـه ۵ بـازه زمانـی را در خـود جـای داده امـا از ۱۹۴۹میـلادی فقـط یکـی از آن‌هـا بـه کار مـی‌رود.

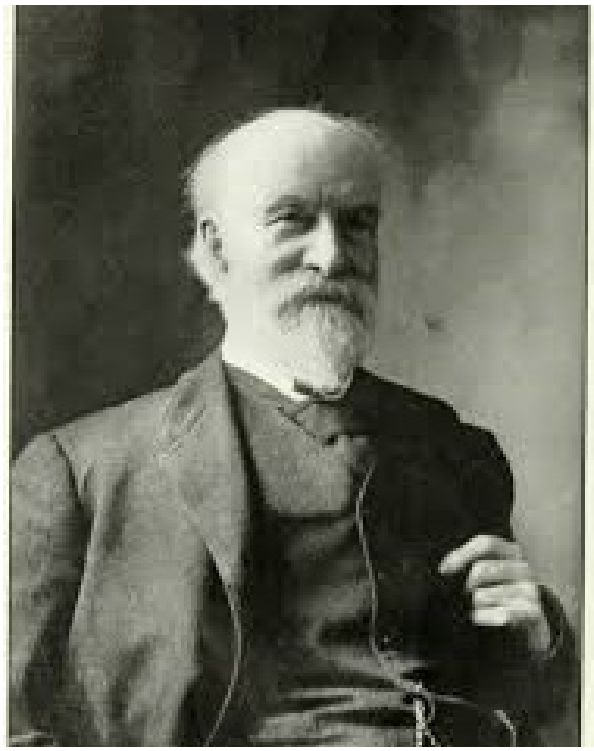
همچنیـن همـه کلان شـهرهای فرانسـه یـک سـاعت از سـاعت جهانـی عقب‌ترنـد امـا وقتـی تمـام مسـتعمرات ایـن کشـور را بـه حسـاب می‌آوریـد بـه عـدد قابـل ملاحظـه ۱۲ بـازه زمانـی می‌رسـید. روسـیه و ایـالات متحـده امریـکا دارای ۱۱ بـازه زمانی‌انـد و بـا اختـلاف کـم در مقـام دوم‌انـد. روسـیه، پهناورتریـن کشـور جهـان، دارای ۱۱ بـازه اسـت امـا از سـال ۲۰۱۱ میـلادی فقـط از ۹ تـای آن‌هـا اسـتفاده می‌کنـد.

خط بین‌المللی تاریخ و سفر در زمان

اگـر نصـف النهـار گرینویـچ را در سـوی دیگـر کـره زمیـن ادامـه دهیـم بـه خطـی می‌رسـیم کـه سـمت راسـت آن ۱۲ سـاعت از سـاعت جهانـی عقب‌تـر و سـمت چـپ آن ۱۲ سـاعت جلوتـر اسـت. یعنـی دو طـرف آن ۲۴ سـاعت یـا یـک شـبانه روز بـا هـم اختـلاف زمانـی دارنـد، بـه ایـن وضعیـت خـط روزگَـردان یـا خـط بین‌المللـی زمـان می‌گوینـد. بـه عبارتـی جالـب اگـر از غـرب بـه شـرق از روی خـط بیـن المللـی تاریـخ عبـور کنیـد یـک روز در تاریـخ بـه جلـو می‌رویـد و اگـر از شـرق بـه غـرب از روی آن بگذریـد می‌توانیـد بـه دیـروز بازگردیـد!



گیئریچو فیلوپانتی



استنفورد فلمینگ

منابع

»The Telegraph , Oliver Smith ,14 amazing facts about time zones

»The Mechanics of Mechanical Watches and Clocks , Ruxu DU

»Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution: Time-reckoning for the twentieth century

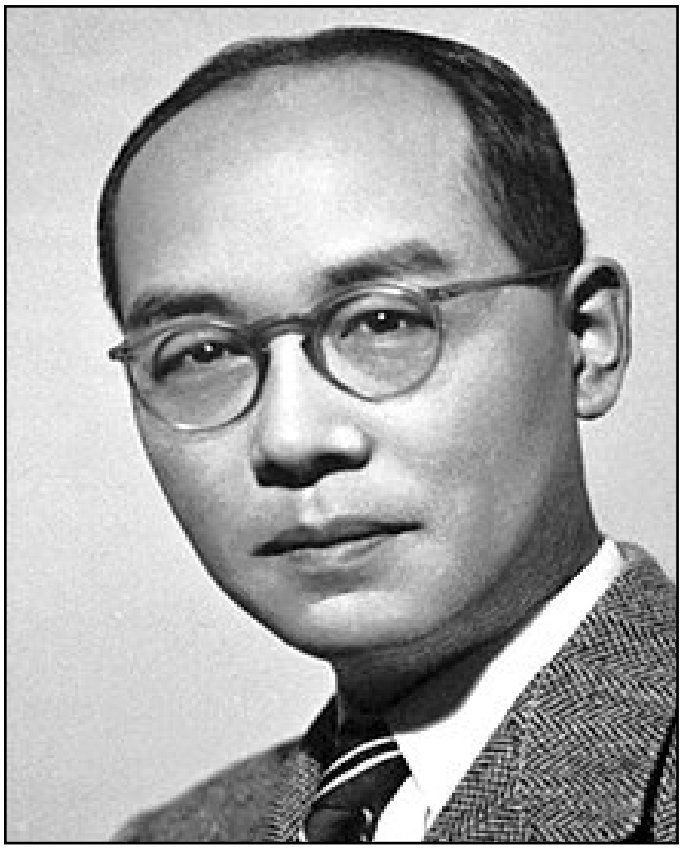
ریحانه قائمی‌نژاد| کارشناسی فیزیک ۹۵
ghaeminejad.r1998@gmail.com

۱۹۴۷ ادوارد اپلتون(Edward Victor Appleton)

به دلیل: پژوهش‌های وی بر روی فیزیک جو بالایی، به خصوص کشف لایه‌ی معروف به اپلتون

ادوارد ویکتور اپلتون در سال ۱۸۹۲ میلادی در بِرَد فورد بیریتانیا متولد شد. او به خاطر پژوهش‌هایش در مورد فیزیک جو بالایی و کشف لایه اپلتون برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۴۷ میلادی شد. او مدرک کارشناسی خود را در رشته علوم طبیعی از دانشگاه کمبریج گرفت. اپلتون بعد از جنگ جهانی اول روی امواج رادیویی تحقیق کرد. وی در سال ۱۹۱۹ میلادی به حوزه فیزیک جو با تکنیک رادیویی علاقه‌مند شد و در سال ۱۹۲۰ به عنوان دستیار در آزمایشگاه کاوندیش مشغول به کار شد. او از سال ۱۹۲۴ میلادی در دانشگاه لندن به مدت دوازده سال با درجه پروفسوری تدریس می‌کرد. در اواخر سال ۱۹۲۴ میلادی اپلتون شروع به آزمایش‌هایی کرد که منجر به اثبات وجود لایه‌ایی به نام یون کره شد. یون کره قسمتی از فضای جو زمین است که از ۲۵ مایلی تا ۲۲۰۰۰ مایلی جو را شامل می‌شود. با همکاری شرکتی در بریتانیا فرستنده‌ایی ساخته شد تا امواجی را به این لایه بفرستند تا ببینند آیا چیزی از این ذرات برمی‌گردد یا خیر؟ آزمایش به طور کاملی موفقیت آمیز بود و امواجی که فرستاده شدند به زمین بازگشتند و این بدین معنا بود که لایه یون کره وجود داشت و با اندازه‌گیری تغییری که در طول موج این امواج دیده شد، توانستند زمان رفت و برگشت این امواج را محاسبه کنند. در حال حاضر این روش را frequency-modulation-radar می‌نامند. دانشمندان با آزمایش‌های بیشتری که انجام دادند متوجه شدند دور کل دنیا هم ممکن است یک چنین لایه‌ایی وجود داشته باشد. در سال ۱۹۲۶ اپلتون البته لایه دیگری را که ۱۵۰ مایل بالای زمین بود، کشف کرد.

این لایه به افتخار او لایه اپلتون نام‌گذاری شد که امواج با طول موج‌های کوچک را دور تا دور زمین برمی‌گرداند. وی به خاطر کارهایش در این زمینه‌ها علاوه بر دریافت جایزه نوبل فیزیک، در همان سال ۱۹۴۷ میلادی مدال مریت را نیز گرفت. اپلتون در نهایت در سال ۱۹۶۲ میلادی در اسکاتلند دنیای کنونی ما را ترک کرد.



۱۹۵۰ سیسیل پاول (Cecil Frank Pawel)

به دلیل: ابداع عکس‌برداری هسته‌ای

سیسل فرانک پاول (۱۹۰۳-۱۹۶۹) یک بریتانیایی تمام عیار بود. او در رشته علوم طبیعی در دانشگاه کمبریج فارغ‌التحصیل و با مدرک فوق لیسانس در آزمایشگاه کاوندیش زیر دست سی.تی.آر ویلسون و لورد فارادی مشغول به کار شد تا زمانی که مدرک دکترای خود را در سال ۱۹۲۷میلادی دریافت کرد. پاول به عنوان زلزله‌شناس به هند غربی رفت تا در مورد فعالیت کوه‌های آتشفشانی تحقیق کند، اما در همان سال به بریستول برگشت و در کاری طاقت فرسا توانست تکنیک درستی را برای اندازه‌گیری میزان تحرک یون‌های مثبت پیدا کند. او بعد از مدتی تکنیک دیگری برای پایه‌ریزی کردن طبیعت یون‌ها ابداع کرد. بعد از ابداع این تکنیک نوآورانه، وی روی ژنراتور کوکرافت برای شتاب دادن به پروتون‌ها و دوترون‌ها کار کرد و همین موضوع موجب شد در مورد پراکندگی پروتون - نوترون مطالعه‌ایی مجزایی داشته باشد. پاول در نهایت در سال ۱۹۳۸ میلادی آزمایش‌هایی را در زمینه تابش‌های کیهانی انجام داد و روشی را که به طور مستقیم بتواند اثر ذرات در ایمولسیون فوتوگرافی را ثبت کند به کار گرفت. این اتفاق بزرگی بود چرا که توانست این روش را گسترش دهد و بعد از آن هم به آزمایش‌هایش در زمینه تابش‌های کیهانی ادامه دهد که به خاطر همه فعالیت‌هایش نوبل فیزیک در سال ۱۹۵۰ میلادی به او اهدا شد. پاول تکمیل و گسترش روش نور نگاشتی فرایندهای هسته‌ای و کشف‌هایش در مورد مزون‌ها را دنبال کرد. او البته

۱۹۴۹ هیدکی یوکاوا (Hideki Yukawa)

به دلیل: پیشگویی وجود مزون‌ها بر پایه‌ی تحقیقات نظری‌اش درباره‌ی نیروی هسته‌ای

هیدکی یوکاوا (۱۹۸۱-۱۹۰۷) اهل توکیو ژاپن بود. فیزیکدان جوان در سال ۱۹۳۵ برگه‌ایی را منتشر کرد که در آن به برهم‌کنش‌های بین ذرات بنیادی پرداخته و همین عامل باعث شد تئوری میدان جدیدی در زمینه نیروی هسته‌ای ارایه شود. یوکاوا با استفاده از همین حوزه کاری توانست وجود یکی از ذرات بنیادی یعنی مزون‌ها را پیش‌بینی کند. در واقع اتم‌ها شامل پروتون‌ها و نوترون‌ها هستند که با یک نیروی بسیار قوی یعنی نیروی هسته‌ایی در کنار هم قرار می‌گیرند، یوکاوا فرض کرد که ذرات عامل این نیروها را هستند و این نیرو با جرم ذرات متناسب است. وی در نهایت در سال ۱۹۳۴ میلادی پیش‌بینی کرد جرم این ذرات باید چیزی در حدود ۲۰۰ برابر جرم الکترون‌ها باشد که نام این ذرات را «مزون» نامید. یوکاوا با اثبات وجود مزون‌ها بر پایه تحقیقات نظریه‌اش درباره نیروهای هسته‌ای، فرضیه مزون‌ها را بنیان نهاد که به علت همین فعالیت‌هایش در سال ۱۹۴۹ موفق به دریافت جایزه نوبل فیزیک شد.

روشی عکسبرداری برای مطالعه فرایندهای هسته‌ای ابداع و در هنگامی که در دانشگاه بریستول بود، پیون را هم کشف کرد.

در آسمان بهار چه می‌بینیم؟

هانیه سادات تدینی| کارشناسی فیزیک ۹۷
t.hani64@yahoo.com

الف صورت فلکی‌های دیده شده در فصل بهار

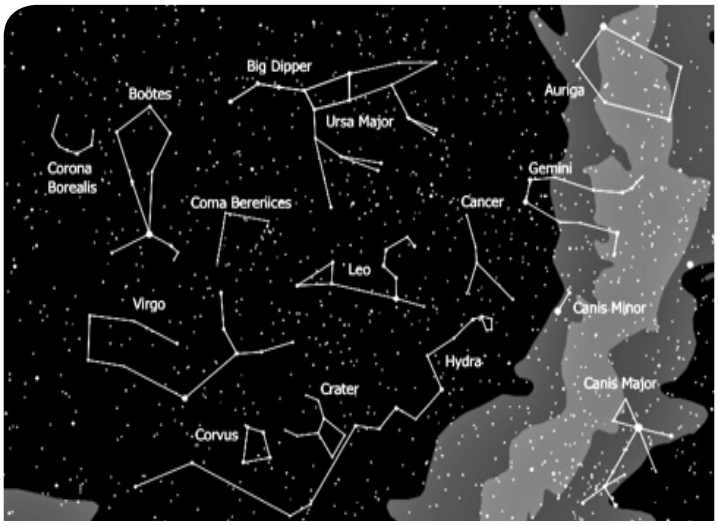
می‌دانیم زمین دارای حرکت وضعی و حرکت انتقالی است و این دو حرکت باعث می‌شود در فصول متفاوت سال، صورت فلکی‌های متفاوتی در آسمان شب ببینیم. در ابتدای شب‌های بهاری شاهد غروب صورت فلکی‌های زمستان در افق غرب هستیم و ستاره‌های پر نور زمستانی جای خود را به ستاره‌های نسبتا کم نور آسمان بهار می‌دهند. برخی از این صورت فلکی‌ها به دلیل زیبایی و داشتن ستاره‌های پرنور شاخص آن فصل بیان شده‌اند و در قدیم برای تشخیص فصول از این شاخص‌ها استفاده می‌کردند.
با این مقدمه به بررسی صورت فلکی‌های شاخص در فصل بهار می‌پردازیم.

۱ اسد

اسد، شیر آسمانی، سلطان آسمان در فصل بهار است. صورت فلکی اسد که یک صورت فلکی بهاری است، از اول بهار تا پایان آن به خوبی بالای سرمان قابل مشاهده است. چیدمان راس مانند یا علامت سوال مانندی از ستاره‌ها ، سرشیر را تشکیل می‌دهد. صورت فلکی اسد در زیر صورت فلکی دب اکبر قرار دارد.

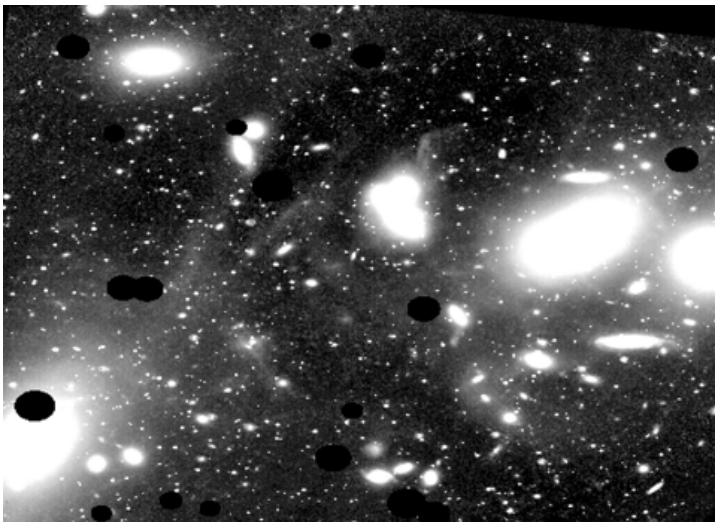
۲ عوا (ارابه‌ران)

این صورت فلکی از هشت ستاره نسبتا پرنور شبیه بادکنک تشکیل شده است. صورت فلکی عوا گاهی به عنوان خرس‌بان که صور فلکی دب اصغر و دب اکبر را در حوالی قطب شمال دنبال می‌کند، معرفی می‌شود. درخشان‌ترین ستاره این صورت فلکی یا آلفای عوا، «سماک رامع» نام دارد که در آخرین نقطه انتهای بادکنک به زیبایی می‌درخشد. سماک رامع چهارمین ستاره درخشان در کل آسمان و یکی از معدود ستارگان درخشان زرد ـ نارنجی است که می‌توان به راحتی تشخیص داد. صورت فلکی عوا به دنبال دب اکبر در شرق می‌آید.



۳ سنبله

صورت فلکی سنبله یا دوشیزه با سیزده ستاره کم نورش، سومین صورت فلکی شاخص آسمان فصل بهار است و دومین صورت فلکی آسمان از نظر بزرگی است و یکی از قدیمی‌ترین و مشخص‌ترین صورت فلکی‌های آسمان است. درخشان‌ترین ستاره سنبله به نام سماک اعزل است. صورت فلکی سنبله در جنوب شرقی به صورت فلکی اسد متصل می‌شود. از صورت فلکی‌های بهار که شاخص نیستند، می‌توان به کلاغ و جام اشاره کرد.



ب خوشه‌های دیده شده در فصل بهار

اگر در فصل بهار به آسمان نگاه کنیم، بین صورت فلکی اسد و سنبله، خوشه سنبله با بیش از ۲ هزار کهکشان قرار دارد اما فقط تعداد کمی از آن بدون ابزارهای بزرگ قابل مشاهده‌اند. همچنین، خوشه کروی امگا قنطورس که بزرگترین خوشه کروی در کهکشان راه شیری است را می‌بینیم که در فاصله ۱۵۸۰۰سال نوری از ما قرار دارد جرم کل این خوشه را ۴ میلیون برابر جرم خورشید تخمین زده‌اند.

ج کهکشان‌های دیده شده در فصل بهار

از جالب‌ترین کهکشان‌های آسمان بهار می‌توان به کهکشان کلاه مکزیکی یاM۱۰۴ اشاره کرد که مارپیچی شکل است و از لبه دیده می‌شود و در فاصله ۲۸ میلیون سال نوری از ما در صورت فلکی سنبله قرار دارد. این کهکشان به دلیل شکل استثنایی خود مورد علاقه رصدگران آسمان شب است. همچنین کهکشان سیاه چشم که کهکشانی مارپیچی شکل است و اگر با تلسکوپ‌ها آن را رصد کنیم، نمایی همانند چشم می‌بینیم.
همچنین آسمان بهار شامل کهکشان‌های دیگری همچون NGC۳۶۲۸، M۶۵، M۶۶ و M۹۴ است.