



فصل نامه علمی - دانشجویی انجمن فیزیک دانشگاه الزهراء (س)
شماره ۳۸ / پاییز ۱۴۰۰ / بها: ۵۰۰۰ تومان

پرونده ویژه این شماره:

لنزهای کیهانی در ابعاد میلیون‌ها سال نوری

بناهای تاریخی از دید یک منجم

معرفی کتاب؛ اختر فیزیک برای افراد بی‌قرار



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



شناسنامه:

صاحب امتیاز: انجمن علمی فیزیک دانشگاه الزهراء (س)
زیر نظر: مرکز فعالیت‌های فوق برنامه
سر دبیر و مدیرمسئول: مهرناز ذبایچی 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 ذبایچی نجف‌آبادی

همکاران این شماره: نسترن مظفری، نیلوفر مظفری، مهرو باقریان، مهرناز ذبایچی نجف‌آبادی، فهیمه جهان‌بخشی، عرفان قاسمی، آرپا کرمان، صبا طاهرپور، مریم میرزاعبداللهی‌ها

نشانی: ایران، تهران، خیابان ده ونک، دانشگاه الزهراء (س)
کد پستی: ۱۹۹۳۸۹۳۹۳۷

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

فهرست:

- ۱/ سرمقاله؛ باز آمد بوی آموزش مجازی
- ۲/ بناهای تاریخی از دید یک منجم (بخش دوم)
- ۵/ کاربرد پلازما در درمان سرطان
- ۱۲/ پرونده ویژه؛ لنزهای کیهانی در ابعاد میلیون‌ها سال نوری
- ۱۷/ گزارش؛ نمایشگاه نانو (بخش دوم)
- ۲۰/ معرفی کتاب؛ اختریفیزیک برای افراد بی‌قرار
- ۲۲/ واکنش هسته‌ای در داخل بدن با تزریق یک رادیودارو
- ۲۴/ نوبل‌نامه



@PsiJournalPhysics



@PsiJournalPhysics



PsiJournalPhysics@gmail.com

باز آمد بوی آموزش مجازی

شاید اولین چیزی که با شنیدن نام مهر به ذهن‌ها خطور می‌کند بازگشایی مدارس و دانشگاه‌ها و از سرگیری تحصیل و آموزش باشد هرچند که مدتیست از آن شور و شوق همیشگی این ماه کم شده و محصلان بیشتر از آن که به دنبال خرید کیف و کفش و لوازم التحریر سال تحصیلی جدید باشد، با نگرانی‌هایی جدید از جمله بسته‌های اینترنتی و سایت و سرور مشغول هستند. با این که در طی نزدیک به دو سال آموزش مجازی، شرایط هم برای دانشجویان و دانش‌آموزان و هم برای معلمان، اساتید، مدارس و دانشگاه‌ها بسیار سهل‌تر و هموارتر شده است اما می‌توان گفت که آن حس خوب بیدار شدن به شوق رفتن به دانشگاه در سال تحصیلی جدید و پس از چند ماه دور بودن از آن، لطفی دیگر داشت.

این حس دلتنگی در اکثر دانشجویان مشهود است؛ دلتنگ دانشکده‌مان، یا همان ساختمان شش طبقه معروف و سایت‌های کامپیوتر و آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌هایش که در آن روح فیزیک لمس می‌شد و جنبه‌های عملی رشته‌مان را نشانمان می‌داد؛ دلتنگ کتابخانه مرکزی که محفل ساکت و دنج ما و کتاب‌هایمان بود؛ دلتنگ زمین چمن با درختان کهن و سر به فلک کشیده اطرافش که در حوالی‌اش خبری از دود و دم شهر نبود و می‌شد کمی هوای پاک تنفس کرد؛ دلتنگ زیرگذر و دیوارهای کاشی‌کاری شده‌اش؛ حتی دلتنگ ساختمان ابن سینا و صندلی‌های چوبی و قدیمی‌اش.

بی‌شک هر چقدر هم که آموزش مجازی روز به روز بهتر و کارآمدتر شود، باز هم نمی‌تواند جای زیبایی‌های دانشگاه و جای حس ناب آن فضا را بگیرد. در کنار همه این دلتنگی امیدواریم با سرعت گرفتن روند واکسیناسیون، شرایط رو به بهبود رود تا هم از این ویروس ملعون خلاص شویم و هم بار دیگر در زیر نور آفتاب صبحگاهی پائیز از کنار «ن و القلم و ما یسطرون» نوشته شده بر سر در اصلی بگذریم و بوی ماه مهر را، بوی تحصیل و علم آموزی را تنفس کنیم.

مهرناز ذبایحی نجف‌آبادی

سردبیر و مدیرمسئول



بناهای تاریخی

از دید یک منجم

آرپا کریمیان / کارشناسی فیزیک مهندسی گرایش حالت جامد

arpa.karamian@gmail.com

و مهم بوده است تا جایی که آن را ستایش می‌کردند. از این رو ساختن بنا را با توجه به طلوع خورشید در روز اعتدال بهاری انجام داده‌اند، به صورتی که در این روز خورشید دقیقاً از بالای برج مرکزی طلوع کند. این پدیده در حال حاضر قابل مشاهده است و تنها باید از ورودی به سمت شرق نگاه کنید تا خورشید را در هنگام طلوع در نوک برج مشاهده کنید.

در شمال آنگور وات، بنای بایون (Bayon)، قرار دارد که مجموعه‌ای از مجسمه‌های چهره‌های خندان است. همان اتفاقی که برای آنگور وات در طلوع خورشید می‌افتد، برای بایون در غروب رخ می‌دهد.



آنگور وات (Angkor Wat)

در دشت‌های کامبوج و در قرون ۱۵ تا ۹ بعد از میلاد، امپراطوری خمر حکمرانی می‌کرده است. پادشاهان به نشانه قدرت خود و همچنین برای عبادت، بناهای سنگی بزرگی در زمین‌های مستطیل شکل احاطه شده با آب می‌ساختند که ستاره شناسی، در معماری و جهت قرارگیری آن‌ها نقش اصلی داشته است. آنگور وات معروف‌ترین آن‌هاست که شامل ۵ برج مخروطی شکل است، بلندترین آن‌ها برج مرکزی با ارتفاع ۶۳ متر است. ورودی آن از طرف غرب است ولی از غرب اصلی جغرافیایی ۵ درجه انحراف دارد.

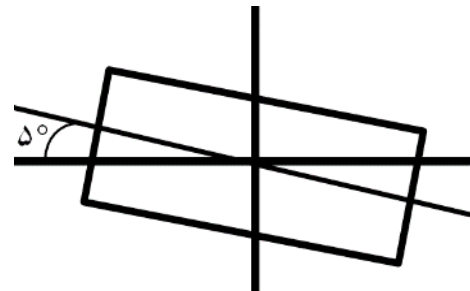


شهر رم

شهر رم مجموعه‌ای از بناهای منحصر به فردی است که می‌توان نجوم و ستاره شناسی را در معماری آن‌ها دید. در این مقاله به یکی از برجسته‌ترین آن‌ها می‌پردازم.

آگوستوس (پسر خواننده ژولیوس سزار) که رویدادهای آسمانی را به قدرت خود ربط می‌داده و آن‌ها را نماد ارتباط خود با خدایان می‌دانسته، معماری بناهای مهم ساخته شده در زمان خود را با توجه به این رویدادها انجام داده است.

در سال ۴۴ قبل از میلاد، او یک سری مسابقات ورزشی برای بزرگداشت پدر خود برگزار کرد. در این رویداد یک ستاره دنباله‌دار در آسمان رویت شد که آن را به



این انحراف به این دلیل لحاظ شده است که در آن عرض جغرافیایی خورشید با شیب تند طلوع می‌کند و اندکی جابه‌جایی در زاویه افقی (azimuth) ناظر، تاثیر بسیاری در موقعیت طلوع خورشید خواهد داشت. برای تقریباً تمام تمدن‌ها و فرهنگ‌های باستانی رویت طلوع خورشید در روزهای انقلابین و اعتدالین نشانه زندگی و امید بوده است. آب و هوای کامبوج شرجی است و باران در فصل بهار برای ساکنان منطقه بسیار حیاتی

طراحی شده است که خورشید در غروب انقلاب تابستانه به پانتئون نگاه کند.



در پانتئون می‌شود آغاز چهار فصل سال و روز ۲۱ آوریل را که روز تاسیس روم برای رومیان به شمار می‌آید را به کمک نور خورشید رویت کرد. درست در مرکز سقف بنا سوراخی وجود دارد که تنها منبع نور برای داخل ساختمان به شمار می‌آید. نور خورشید در ظهر این ۵ روز از این سوراخ وارد بنا شده و ورودی آن را روشن می‌کند. به صورتی که در انقلاب زمستانه در حداکثر ارتفاع خود قرار می‌گیرد و بعد از آن به سمت پایین حرکت می‌کند تا در روز اعتدال بهاری در بالای درب ورودی می‌رسد که بخشی از آن از درب عبور می‌کند و وارد راهرو می‌شود. سپس در ۲۱ آوریل کاملاً پایین آمده و کف زمین ورودی را روشن می‌کند.

روح سزاز نسبت می‌دادند. این پدیده تائیدی بر قدرت آسمانی آگوستوس شد و او خود را پسر خدا خطاب کرد. او همچنین تقویمی را که سزار ارائه داده بود، تکمیل کرد.

پانتئون (Pantheon) یکی از شاهکارهای معماری است که در زمان آگوستوس ساخته شده است ولی بر اثر آتش‌سوزی تخریب شد و در زمان هادریان، داماد او، در سال ۱۲۸ میلادی به طور کامل بازسازی می‌شود. در مورد هدف ساخت آن اطلاعات دقیقی در دسترس نمی‌باشد ولی این موضوع که با توجه به این بنا روزهای مهم سال ثبت و جشن گرفته می‌شدند غیر قابل انکار است و امروزه نیز این مساله قابل مشاهده است.

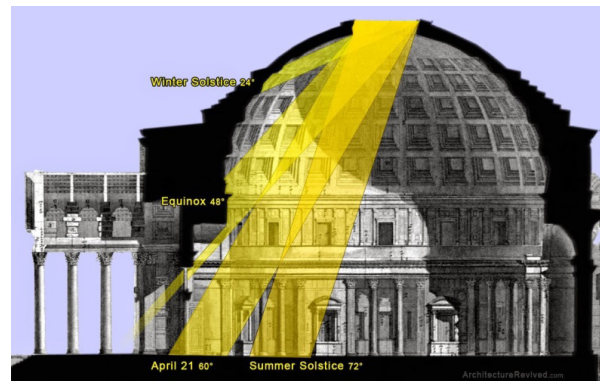
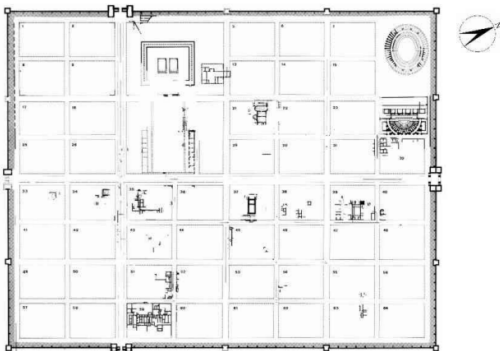
بنا یک ساختمان استوانه‌ای شکل با ورودی مستطیل شکل و یک گنبد مخروطی است. این گنبد از داخل به صورت نیم کره ساخته شده است که اگر نیم کره پایینی آن را مجسم کنید، درست در مرکز بنا با کف آن تماس پیدا خواهد کرد، یعنی ارتفاع ساختمان به اندازه قطر کره (۴۳ متر) است.

محور پانتئون (محور تقارنی که از ورودی آن می‌گذرد) ۵ درجه از شمال به سمت غرب انحراف دارد که در اصل به مقبره آگوستوس در فاصله تقریباً ۱ کیلومتری آن اشاره دارد. مقبره هادریان نیز که سنت آنجلو (Sant' Angelo) نام دارد، در آن طرف رود تیبر طوری





زمانی که امپراطوران روم در ظهر روز ۲۱ آوریل وارد بنا می‌شده‌اند خورشید ایشان و زمین را روشن می‌کرده که نماد ارتباط بین انسان و خدایان و قدرت الهی او تلقی می‌شده است. بعد از آن به سمت مرکز روی زمین حرکت می‌کند که البته هیچ وقت دقیقاً به مرکز نمی‌رسد، به این دلیل که خورشید در روم هرگز بالای سر قرار نمی‌گیرد. در نزدیک‌ترین نقطه‌ای که خورشید به مرکز دارد ظهر روز انقلاب تابستانه است و بعد از آن دوباره به سمت ورودی حرکت کرده و در همان موقعیتی که نشان‌گر ظهر اعتدال بهاری است، ظهر اعتدال پاییزی را نیز نشان می‌دهد.



منابع:

<https://arxiv.org/pdf/1311.7282.pdf>

کتاب Archaeoastronomy - Introduction to the Science of Stars and Stones نوشته Professor Giulio Magli

<https://www.coursera.org/learn/archaeoastronomy>

منابع تصاویر

<https://adventuresofagoodman.com/angkor-wat-cambodia-photography>

<https://www.quora.com/Is-Angkor-Wat-Cambodia-a-good-place-to-celebrate-the-Spring-Equinox>

https://www.science20.com/zeitgeist/light_panthion_and_ancient_astronomy

<http://www.architecturerevived.com/the-pantheon-romes-architecture-of-the-cosmos/>

<https://www.lovevda.it/en/database/2/culture/aosta/aosta-the-city-of-the-winter-solstice/80195>

آنوستا (Aosta)

شهر باستانی آنوستا بعد از پیروزی ارتش روم در مقابل قبایل سالاسی در سال ۲۵ قبل میلاد ساخته شده است. زیربنای شهر مستطیل شکل است که دو جاده اصلی در آن به صورت قائم، شهر را به چهار قسمت تقسیم کرده‌اند (دکومانوس-جاده شمال تا جنوب و کاندو جاده شرق به غرب).

این شهر به گونه‌ای جهت‌گیری شده است که ارتباط آگوستوس با علائم «کیهانی» را مشخص کند: انقلاب زمستانی و برج جدی. به گونه‌ای که در انقلاب زمستانه اگر از تقاطع دو جاده به سمت شرق نگاه کنید، خورشید دقیقاً در امتداد جاده کاندو طلوع خواهد کرد. در زمان بنای شهر، صورت فلکی جدی نیز در همان موقعیت در آسمان شب طلوع می‌کرده است. آگوستوس خود در ماه مهر متولد شده بوده ولی ماه دی را به دلیل وقوع انقلاب زمستانه که نماد تولدی دوباره بوده است را به عنوان ماه تولد خود انتخاب کرده است.

کاربرد پلاسما در درمان سرطان

فهیمة جهان بخشی / کارشناسی ارشد مهندسی پلاسما / پژوهشکده لیزر و پلاسما / دانشگاه شهید بهشتی / f.jahanbakhshi@mail.sbu.ac.ir
عرفان قاسمی / کارشناسی ارشد مهندسی پلاسما / پژوهشکده لیزر و پلاسما / دانشگاه شهید بهشتی / Er.ghasemi@mail.sbu.ac.ir

چکیده

معالجه بیماری سرطان از اهمیت به سزایی برخوردار است. روش‌های متداول به دلیل پیچیده بودن مکانیزم این بیماری نتوانسته‌اند رضایت دانشمندان و بیماران را جلب کنند. درمان‌های متداول عبارتند از: جراحی، شیمی درمانی و پرتودرمانی. این روش‌ها علاوه بر پیچیدگی به دلیل داشتن عوارض سوء بر سایر سلول‌ها و بافت‌ها، نیاز به تکنولوژی پیشرفته داشته و هزینه زیادی را بر بیماران تحمیل می‌کنند. ضمن این که در بعضی موارد، منجر به نتیجه مطلوب نمی‌شوند. بنابراین تحقیق و جست و جو به دنبال روش‌های نوین ضروری بوده و اهمیت فراوانی دارد. یکی از این روش‌ها که اخیراً توجه دانشمندان را به خود جلب کرده و در آزمایشگاه‌های کشورهای پیشرفته چون آمریکا، ژاپن، کره جنوبی، آلمان و غیره در دست بررسی می‌باشد، استفاده از پلاسما سرد در فشار اتمسفر است. این نوع از پلاسما قادر به تولید رادیکال‌های فعال در فشار و دمای اتاق است که می‌تواند باعث از بین رفتن سلول‌های سرطانی و مرگ آن‌ها شود در حالی که هیچ اثر سویی بر روی سلول‌ها و بافت‌های سالم نمی‌گذارد.

واژگان کلیدی: پلاسما سرد اتمسفری، سرطان

۱) مقدمه

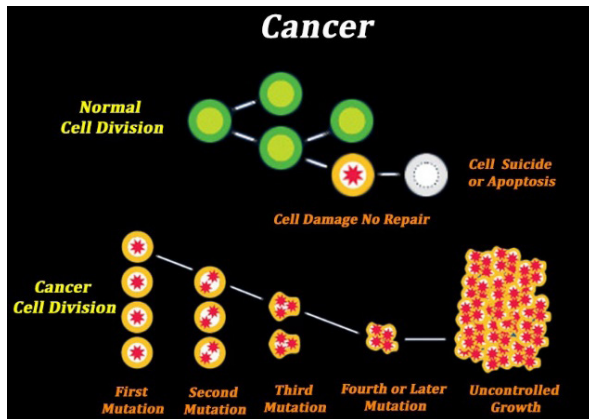
امروزه پلاسما سرد اتمسفری (CAP) کاربردهای زیادی در زمینه بیولوژی و پزشکی پیدا کرده است. از آن جمله می‌توان به استفاده از آن در درمان سرطان اشاره کرد. CAP همچنین یک روش نوین برای درمان تومورهای جامد می‌باشد که در واقع تئوری هست که با مسیرهای چند گانه شامل گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن مرگ آپوپتوز را همراه با قطع چرخه سلولی به تومورها القا می‌کند و یک درمان تداوم‌پذیر برای بسیاری از تومورها می‌باشد. این کاربردها به قابلیت تولید گونه‌های فعالی از قبیل ازون، هیدروکسیل، اکسیدهای نیتروژن و اتم‌های برانگیخته توسط پلاسما باز می‌گردد. در واقع پلاسما به واسطه تولید این گونه‌ها می‌تواند بر بافت‌ها و سلول‌ها اثر گذار باشد. منظور از درمان سرطان، از بین بردن سلول‌های سرطانی همراه با محافظت از سلول‌های سالم است. زیرا میزان ROS سلول سرطانی و سالم متفاوت است CAP با القای ROS میزان ROS سلول سرطانی را بیشتر کرده و باعث می‌شود سلول سرطانی سیگنال آپوپتوز ساطع کنند. در صورتی که میزان ROS سلول

سالم با تاباندن CAP به حدی نمی‌رسد که باعث آپوپتوز شود و آسیبی به سلول سالم وارد نمی‌شود.

۲) سرطان

سرطان مجموعه‌ای از بیماری‌های مرتبط است. در تمام انواع آن، فرایند به این شکل است که برخی از سلول‌های بدن، بدون توقف رشد کرده و به بافت‌های اطراف خود گسترش می‌یابند. در هر نقطه از بدن انسان، میلیون‌ها میلیون سلول وجود دارد که می‌توانند تبدیل به سلول‌های سرطانی شوند. به طور معمول همه سلول‌های بدن باید رشد کنند. در واقع تمام سلول‌های بدن، با تقسیم شدن موجب شکل‌گیری سلول‌های جدید می‌شوند. هنگامی که سلول‌ها پیر شده یا آسیب می‌بینند، می‌میرند و سلول‌های جدید جای آن‌ها را می‌گیرند. پس اصولاً تکثیر سلولی موجب ایجاد سرطان نمی‌شود، بلکه رشد غیر طبیعی این سلول‌ها موجب ایجاد بیماری خواهد شد. هنگامی که سرطان ایجاد می‌شود، این فرایند تکثیر سلولی به صورت

بافت‌های دیگر بدن شوند امکان گسترش در دیگر مکان‌های بدن را ندارند این تومورها خطر جانی در پی ندارند. [۱]



شکل ۱: علت ایجاد سرطان [۲]

۳) تفاوت‌های بین سلول‌های سرطانی و سلول‌های طبیعی

سلول‌های سرطانی از سلول‌های طبیعی در بسیاری از زمینه‌ها متفاوت هستند. این سلول‌ها رشد خارج از کنترل دارند و رفتارشان تهاجمی است. یکی از تفاوت‌های مهم این دو سلول این است که سلول‌هایی سرطانی می‌شوند که، عموماً جز سلول‌های معمولی بوده و کم‌تر تخصصی هستند. این در حالی است که سلول‌های طبیعی به انواع سلول‌های بالغ بسیار متمایز، با کارکردهای خاص تقسیم می‌شوند. این تفاوت یکی از دلایلی است که موجب می‌شود سلول‌های سرطانی، نسبت به سلول‌های طبیعی، بدون توقف‌تر به تقسیم خود ادامه دهند.

علاوه بر این، سلول‌های سرطانی قادر هستند که سیگنال‌هایی که به طور معمول برای توقف رشد و تقسیم سلولی به آن‌ها فرستاده می‌شود را نادیده بگیرند. این فرآیند به نام مرگ برنامه ریزی و یا آپوپتوز شناخته می‌شود. در این فرآیند بدن از شر سلول‌های غیر ضروری و پیر خود خلاص می‌شود.

سلول‌های سرطانی قادر هستند که به سلول‌ها، مولکول‌ها و عروق خون که آن‌ها را برای تغذیه احاطه کرده‌اند، نفوذ کنند. به عنوان مثال، سلول‌های سرطانی می‌توانند سلول‌های نرمال مجاور که به شکل عروق خونی هستند و با عرضه اکسیژن و مواد مغذی تومور را تغذیه می‌کنند، را نیز درگیر کنند، این رگ‌های خونی همچنین مواد زائد را از تومورها حذف می‌کنند.

سلول‌های سرطانی اغلب قادر هستند که از دست سیستم ایمنی بدن فرار کنند. سیستم ایمنی بدن شبکه‌ای از اندام‌ها، بافت‌ها و سلول‌های تخصصی است که از بدن در برابر عفونت و دیگر بیماری‌ها محافظت می‌کنند. اگر چه سیستم ایمنی بدن به طور معمول می‌تواند سلول‌های آسیب دیده و یا غیر طبیعی را از بدن حذف کند اما برخی از سلول‌های سرطانی از دید سیستم ایمنی بدن پنهان هستند.

تومورها همچنین می‌توانند از سیستم ایمنی بدن برای زنده

منظم رخ می‌دهد. تاجایی که باعث می‌شود سلول‌هایی که کهنه شده‌اند، در زمان خود از بین نروند. به این ترتیب با تکثیر و تشکیل سلول‌های جدید و از بین رفتن سلول‌های قدیمی تجمعی از سلول‌ها در بدن ایجاد می‌شود. در این شرایط سلول‌های اضافی، بدون توقف رشد کرده و تومورهایی به شکل غده تشکیل می‌دهند.

دلیل ایجاد سلول‌های سرطانی صدمه دیدن DNA سلول‌های سالم می‌باشد. در تمام سلول‌ها DNA وجود دارد که عامل جهت‌گیری تمام عملکردهای سلول است در سلول‌های طبیعی زمانی که DNA آسیب می‌بیند سلول یا آن را ترمیم می‌کند یا می‌میرد. در سلول‌های سرطانی DNA آسیب دیده، نه ترمیم می‌شود و نه سلول‌ها می‌میرند در این شرایط سلول آسیب دیده شروع به تولید و ایجاد سلول‌های جدیدی می‌کند که همان نقص DNA در سلول اولیه آسیب دیده را دارا هستند.

اشخاص DNA آسیب دیده را یا به ارث می‌بَرند و یا این که آسیب به DNA هنگام تقسیم سلول‌های نرمال و طبیعی توسط عواملی رخ می‌دهد که کاملاً شناخته شده نیست. گاهی دلیل آسیب به DNA واضح است مانند سیگار کشیدن یا در معرض نور فرابنفش قرار گرفتن در بیش‌تر موارد سلول‌های سرطانی یک تومور را شکل می‌دهند برخی از سرطان‌ها مثل لوسمی به ندرت یک تومور شکل می‌دهند در این حالت به جای شکل دادن یک تومور سلول‌های سرطانی در خون و ارگان‌های تولید کننده سلول‌های خونی حضور پیدا کرده و به چرخش خود در بدن ادامه داده و وارد انواع بافت‌ها می‌شوند.

سلول‌های سرطانی معمولاً به دیگر قسمت‌های بدن رفته جایی که بتوانند تومور تشکیل داده و جایگزین سلول‌های طبیعی شوند؛ این فرآیند یاد شده متاستاز گویند زمانی متاستاز رخ می‌دهد که سلول‌های سرطانی وارد جریان خون یا رگ‌های لنفی در بدن شوند.

تفاوتی نمی‌کند که سرطان در چه نقطه‌ای از بدن پراکنده شود، اسم سرطان از جایی منشا می‌گیرد که سلول‌های سرطانی از آن محل شروع به تکثیر می‌کند برای مثال سرطان سینه که به کبد نیز کشیده می‌شود همچنان سرطان سینه نام دارد نه سرطان کبد به طور مشابه سرطان پروستات که به استخوان نیز انتقال یابد هنوز سرطان پروستات است نه سرطان استخوان.

انواع سرطان‌ها رفتاری متفاوتی از خود بروز می‌دهند و نرخ رشد متفاوتی دارند و به درمان‌ها نیز به شکل متفاوتی پاسخ می‌دهند به همین دلیل است که افراد برای درمان سرطان لازم است درمانی را دریافت کنند که سلول‌های خاصی از بدنشان را هدف قرار دهند یا به عبارتی بهتر، تنها همان نوع سلول‌های سرطانی را تحت تاثیر قرار دهد.

تمامی تومورها سرطانی نیستند چنین تومورهایی که سرطانی نیستند خوش خیم می‌نامند. تومورهای خوش خیم نیز می‌توانند مشکل ایجاد کنند می‌توانند خیلی بزرگ شوند و به ارگان‌ها و بافت‌های سالم بدن فشار وارد سازند اما نمی‌توانند وارد بافت‌های دیگر شوند و در آنجا تکثیر یابند چون نمی‌توانند وارد

سرطان هستند. نوع درمان دریافتی بستگی به نوع سرطان و میزان پیشرفت آن دارد.

۵-۱) جراحی

در روش جراحی، جراح تومور را از بدن خارج می‌کند. روش‌های جراحی زیادی وجود دارد که نوع آن بسته به هدف جراحی، بخشی از بدن که نیاز به جراحی دارد، مقدار بافتی که باید خارج شود و در بعضی از مواقع ترجیح بیمار متفاوت است. جراحی باز جراح یک شکاف بزرگ را برای برداشتن تومور ایجاد می‌کند.

بعد از جراحی اکثراً در قسمتی که تحت جراحی قرار گرفته احساس درد شدید وجود دارد. [۵]

۵-۲) شیمی درمانی

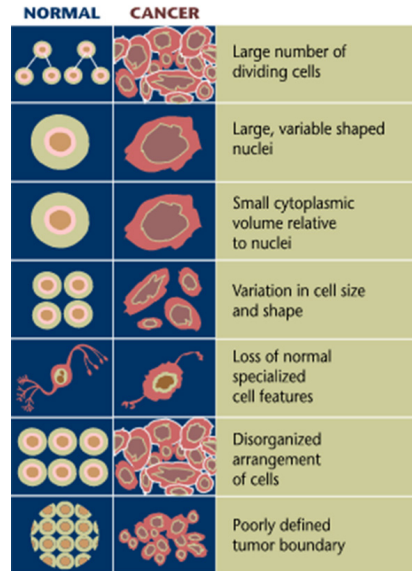
شیمی درمانی نوعی از درمان سرطان است، که در آن برای کشتن سلول‌های سرطانی از داروها استفاده می‌شود. شیمی درمانی رشد سلول‌های سرطانی که به سرعت رشد و تقسیم می‌شوند را کند یا متوقف می‌کند. شیمی درمانی می‌تواند برای درمان سرطان، کاهش احتمال بازگشت سرطان و توقف یا کند شدن پیشرفت آن استفاده شود. همچنین شیمی درمانی برای کوچک کردن تومورهایی که سبب درد و مشکل‌های دیگر هستند نیز استفاده می‌شود. این روش درمانی برای درمان انواع زیادی از سرطان استفاده می‌شود. شیمی درمانی ممکن است به عنوان تنها درمان استفاده شود. ولی اغلب شیمی درمانی به همراه روش‌های درمانی دیگر استفاده می‌شود. نوع درمان مورد نیاز بستگی به نوع سرطان، مکان، میزان گسترش و وضعیت سلامت بیمار دارد. هنگامی که شیمی درمانی با روش‌های دیگر استفاده می‌شود می‌تواند تومور را قبل از جراحی کوچک کند. سلول‌های سرطانی که بعد از درمان با جراحی باقی مانده‌اند را از بین ببرد، به بهبود عملکرد روش‌های دیگر درمانی کمک می‌کند و در آخر سلول‌های سرطانی که بازگشتند یا به قسمت‌های دیگر بدن گسترش یافتند را از بین ببرد.

شیمی درمانی نه تنها سلول‌های سرطانی با رشد سریع را از بین می‌برد بلکه سرعت رشد سلول‌های سالمی را که سریع رشد و تقسیم می‌شوند را نیز کند می‌کند و یا آن‌ها را از بین می‌برد. آسیب به سلول‌های سالم مانند سلول‌های پوشش دهنده دهان، روده و سلول‌هایی که باعث رشد مو هستند، باعث عوارض جانبی شامل زخم‌های دهانی، تهوع و ریزش مو می‌شود. عوارض جانبی اغلب پس از پایان شیمی درمانی بهتر می‌شوند و یا از بین می‌روند. عوارض جانبی شیمی درمانی می‌تواند به موارد زیر اشاره کرد.

۱- عوارض هماتولوژیک و سرکوب ایمنی: خطرناک‌ترین عوارض بسیاری از داروهای شیمی درمانی عوارض خونی آن‌ها می‌باشد که شایع‌ترین آن‌ها کاهش گلبول‌های سفید همراه با خطر بالای عفونت است. اگر چه کاهش پلاکت‌ها و خونریزی ناشی از داروها نیز ممکن است تهدید کننده حیات باشد.

۲- عوارض گوارشی: بی‌اشتهایی، تهوع و استفراغ از جمله

ماندن و رشد استفاده کنند. به عنوان مثال، این سلول‌ها، با کمک برخی از سلول‌های سیستم ایمنی بدن که به طور معمول از پاسخ ایمنی گریزان هستند، می‌توانند سیستم ایمنی بدن را از کشتن سلول‌های سرطانی باز دارند. و همچنین میزان ROS سلول سرطانی خیلی بیش‌تر از سلول‌های سالم است. [۳]



شکل ۲: تفاوت‌های اصلی سلول‌های سرطانی و سالم [۲]

۴) انواع سرطان

به طور کلی می‌توان سرطان‌ها را به سه دسته عمده تقسیم کرد که این سه دسته عبارتند از:

الف) کارسینوما: این نوع از سرطان در واقع بیش‌تر مربوط به سلول‌های با منشا اکتودرم و اندودرم بوده که از انواع این سلول‌ها، سلول‌های پوششی یا اپیتلیال و سلول‌های غدد بدن می‌باشند. در واقع شایع‌ترین نوع سرطان در انسان کارسینوما هستند و حدود ۹۰ درصد از سرطان‌ها را شامل می‌شوند که از معوف‌ترین آن‌ها می‌توان به ادنو کارسینوما اشاره کرد.

ب) سارکوما: این نوع سرطان در حقیقت سرطان مربوط به بافت مزانشیمی نظیر استخوان، ماهیچه، چربی و بافت همبند بوده و کم‌تر از کارسینوما دیده می‌شود. از جمله انواع سارکومرها می‌توان به فیبروسارکوما، استئوسارکوما و لیپوسارکوما اشاره کرد. البته در برخی موارد سارکومرها با منشا بافت‌های خون ساز هم وجود دارد.

ج) لوکمیا و لنفوما: این نوع از سرطان‌ها مربوط به سلول‌های خونی و یا سلول‌ها و بافت ایمنی و لنفاوی بدن هستند. لوکمیاها در واقع از جمله سرطان‌های Liquid Tumors محسوب میشوند. [۴]

۵) روش‌های رایج درمان سرطان

جراحی و شیمی درمانی و رادیوتراپی رایج‌ترین روش درمان

شایع‌ترین و زجر آورترین عوارض حاد تعداد زیادی از داروهای شیمی درمانی می‌باشد.

۳- واکنش‌های پوستی: ریزش مو شایع‌ترین عارضه جانبی جلدی شیمی درمانی است و اثرات شدید روانی بر بیمار می‌گذارد.

۴ درد عضلانی

۵- عوارض قلبی [۵]

۳-۵) رادیوتراپی

رادیوتراپی روش درمانی است که در آن از دز بالای پرتوها برای کشتن سلول‌های سرطانی و کوچک شدن تومورها استفاده می‌شود. در دزهای پایین، پرتوهای X برای مشاهده داخل بدن (دندان‌ها و شکستگی استخوان‌ها) استفاده می‌شود. در دزهای بالا پرتوها سلول‌های سرطانی را می‌کشند و یا رشد آن‌ها را کند می‌کنند. پرتو درمانی برای درمان سرطان، جلوگیری از بازگشت سرطان، توقف یا کند شدن سرعت رشد سلول‌های سرطانی استفاده می‌شود. همچنین ممکن است رادیوتراپی برای کوچک کردن تومورهایی که موجب درد و مشکل‌های دیگر می‌شوند، مورد استفاده قرار گیرد. دو نوع رادیوتراپی اصلی وجود دارد؛ رادیوتراپی خارجی که در آن پرتوهای خارجی از دستگاه سرطان را مورد هدف قرار می‌دهند. این دستگاه بزرگ و پرصدا است و می‌تواند اطراف بدن حرکت کند و پرتوها را از جهات مختلف به یک قسمت از بدن ارسال کند. در این روش یک قسمت خاص از بدن تحت درمان قرار می‌گیرد. در رادیوتراپی داخلی منبع تشعش در داخل بدن قرار می‌گیرد. این منبع می‌تواند مایع یا جامد باشد. اگر منبع جامد باشد براکی تراپی نام دارد که در آن منبع تشعش به شکل دانه، تراشه و یا کپسول در داخل و یا اطراف بافت سرطانی قرار می‌گیرد. با استفاده از منبع مایع تشعش مایع در بدن حرکت می‌کند و سلول‌های سرطانی را از بین می‌برد براکی تراپی برای سرطان‌های سر و گردن و پستان و دهانه رحم و پروستات و چشم استفاده می‌شود. فرم مایع رادیو تراپی داخلی اغلب برای درمان سرطان تیروئید استفاده می‌شود رادیوتراپی می‌تواند از قبل، در طول و بعد از جراحی، به منظور کوچک کردن سایز تومور قبل از جراحی، برخورد مستقیم پرتو به تومور بدون عبور از پوست در طول جراحی، و برای از بین بردن باقی مانده سلول‌های سرطانی پس از جراحی مورد استفاده قرار گیرد. رادیوتراپی نه تنها سلول‌های سرطانی را از بین می‌برد و سرعت رشد آنها را کم می‌کند بلکه روی سلول‌های سالم اطراف هم تاثیر می‌گذارد. رادیوتراپی خارجی و براکی تراپی فقط در قسمت‌های مورد درمان موجب عارضه جانبی می‌شود. از عوارض جانبی رادیوتراپی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تغییرات پوست:

۲- خستگی

۳- بی‌اشتهایی

۴- سرکوب مغز استخوان [۵]

۶) انواع مرگ سلولی

مرگ سلولی مرحله نهایی آسیب سلول است. در صورت تداوم آسیب به سلول، آسیب غیر قابل برگشت می‌شود. در این حالت امکان بهبودی سلول وجود نداشته و سلول می‌میرد. مرگ سلولی عوامل مختلفی دارد. شایع‌ترین دلیل آن ایسکمی (کمبود خون رسانی) است. اما عوامل دیگری نیز در آن دخالت دارند. این عوامل عبارتند از:

الف) عوامل عفونی مثل ویروس‌ها، باکتری‌ها و غیره

ب) مواد شیمیایی مثل آلاینده‌های هوا، مصرف نامناسب داروها و غیره

ج) واکنش‌های ایمنی مثل حساسیت (آلرژی) در افرادی که از نظر ژنتیکی مستعدند.

د) نقایص ژنتیکی

ه) عوامل جسمانی مثل ضربه

ی) عدم تعادل تغذیه‌ای

مرگ سلولی می‌تواند یک فرایند طبیعی در بدن باشد؛ به عنوان مثال در دوران جنینی هنگام ایجاد حفره‌های بدن، بعضی از سلول‌ها می‌میرند تا حفره ایجاد شود و یا مرگ برخی از سلول‌ها عامل حفظ شکل طبیعی بافت‌ها است. همچنین در درمان سرطان، هدف درمان می‌تواند مرگ سلول‌هایی باشد که بیش از حد تولید شده‌اند. دو نوع مرگ سلولی وجود دارد:

نکروز و آپوپتوز [۶]

۶-۱) نکروز

نکروز نوعی مرگ سلولی است که همیشه پاتولوژیک است (یعنی همیشه به دلیل آسیب رسیدن به سلول ایجاد می‌شود و به دلیل فرایندهای طبیعی بدن مثل حفظ شکل بافت و غیره نیست). از جمله این آسیب‌ها کمبود خون‌رسانی، تماس با سموم، عفونت‌های مختلف و ضربه است.

۶-۲) آپوپتوز

آپوپتوز مرگ سلولی برنامه ریزی شده است که در جاهای مختلف رخ می‌دهد. مثل مرگ عده ای از سلول‌ها در دوران جنینی تا به عنوان مثال یکی از حفره‌های بدن تشکیل شود و یا در هنگام قاعدگی سلول‌های اندومتر رحم دچار مرگ سلولی (از نوع آپوپتوز) می‌شوند و همراه خون دفع می‌شوند که خونریزی آن هم به طور دقیق نتیجه آپوپتوز است و فرایندی طبیعی است. آپوپتوز نوعی مرگ سلولی فعال است و به انرژی نیاز دارد. همچنین فرایندی است که به شدت تحت کنترل بدن است. پس به طور کلی نکروز نوعی مرگ سلولی است که همیشه در اثر آسیب ایجاد می‌شود ولی آپوپتوز ضرورتاً همراه با آسیب سلولی نیست و یکی از اعمال طبیعی سلول به حساب می‌آید.

یون‌ها از خود نشان می‌دهند و در نتیجه انرژی بیشتری را با خود حمل می‌کند و از طرفی بر طبق قوانین فیزیک، به دلیل کم بودن جرم، تنها به ذراتی که جرمشان نزدیک به جرم الکترون‌ها باشند می‌تواند مقدار قابل توجهی انرژی منتقل کنند. در این طبقه دمای ذرات سنگین بسیار پایین‌تر از دمای الکترون‌ها است. در بسیاری از سیستم‌های پلاسما سرد دمای الکترون حدود ۱ الکترون‌ولت (حدود ۱۰۰۰۰) است. در حالی که دمای ذرات سنگین (دمای گاز) پلاسما سرد بین ۲۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد است.

به طور کلی عوامل موثر در شکل‌گیری پلاسما را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

هندسه سیستم (نحوه قرارگیری الکترون‌ها و غیره)

نوع گاز (هلیوم، اکسیژن، آرگون و غیره)

فشار

فلوی گاز

استفاده از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی

نوع منبع تغذیه (Rf, Dc, Ac)

با توجه به نکات گفته شده پلاسما سرد اتمسفری می‌تواند در تحقیقات زیست‌پزشکی استفاده شود. گونه‌های فعال زیادی شامل رادیکال‌های اکسیژنی، رادیکال‌های نیتروژنی و اجزای دیگر در پلاسمای سرد تولید می‌شود این شیمی پیچیده منجر به برهمکنش‌های بی‌شماری بین پلاسما سرد اتمسفری و سیستم‌های بیولوژیکی شامل سلول‌ها و بافت می‌شود. [۷]

۸) مکانیزم پلاسما جت‌ها

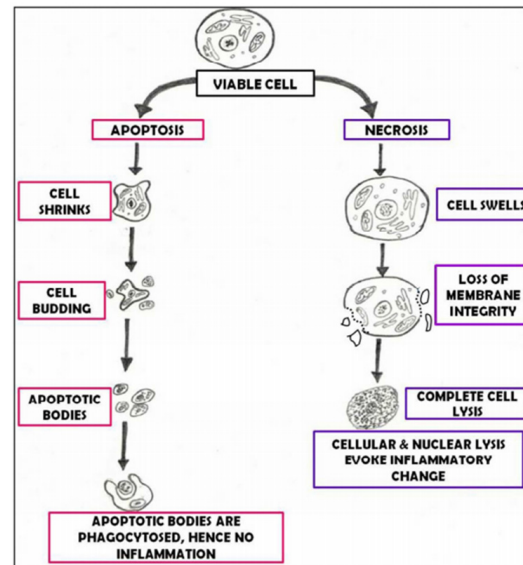
دستگاه جت پلاسما از یک لوله مسی به عنوان الکتروود مرکزی، حلقه مس به عنوان الکتروود زمینی و لوله کوآرتز به عنوان یک سد دی‌الکتریک تشکیل شده است. مس

لوله به منبع تغذیه ولتاژ بالا و حلقه مس به زمین متصل شد.

با توجه چیدمان اکتروودها، پلاسما جت‌ها به ۲ دسته DIRECT و INDIRECT تقسیم می‌شوند.

در روش DIRECT نمونه سلولی و تحت درمان را به عنوان الکتروود دوم و زمین در نظر می‌گیریم ولی در روش INDIRECT حلقه مسی در نازل تعبیه می‌شود و به زمین متصل می‌شود.

[۸]

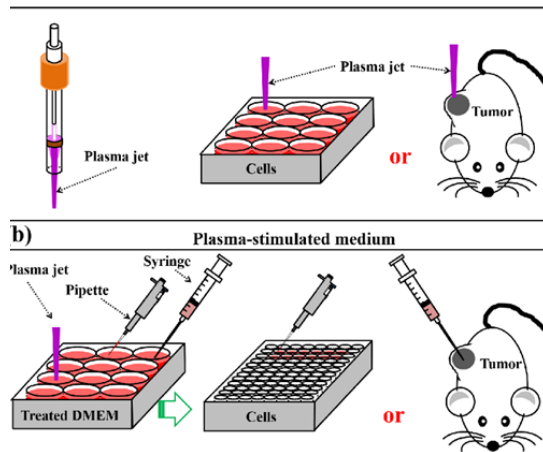


شکل ۳: تفاوت مرگ آپوپتوز و نکروز [۲]

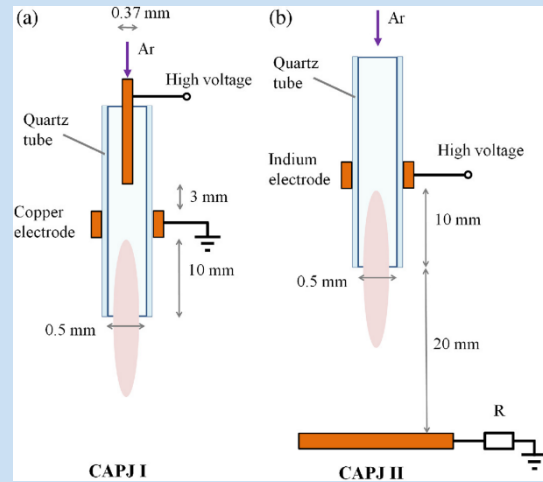
۷) پلاسما و پلاسما سرد

چهار حالت بنیادی ماده شامل جامد، مایع، گاز و پلاسما است. هنگامی که انرژی اعمالی به اتم‌ها افزایش یابد. حرکت حرارتی اتم‌ها در جامد تشدید می‌شود. و در آخر به برهمکنش‌های محدود کننده اتم‌ها در جامد مانند پیوندهای یونی غلبه می‌کند و مایع شکل می‌گیرد. به طور مشابه هنگامی که اتم‌ها در مایع انرژی کافی برای غلبه بر نیرو واندروالسی اتم‌های اطراف را به دست می‌آورند از فاز مایع به فاز گاز گذار می‌کنند. بدیهی است انرژی انتقالی اتم‌ها در گاز بسیار بیشتر از مایع و جامد است. هنگامی که انرژی به اندازه کافی برای غلبه الکترون‌ها بر پتانسیل الکترواستاتیکی، زیاد باشد، الکترون‌ها جدا شده و الکترون‌های آزاد و یون‌های مثبت شکل می‌گیرند. این پروسه یونیزاسیون نام دارد. پلاسما یک گاز یونیزه خنثی شامل یون‌های مثبت الکترون‌ها و ذرات خنثی است.

به طور کلی دما هنگامی که مواد از فاز جامد به مایع از مایع به گاز و پلاسما می‌روند. افزایش می‌یابد دمای پلاسما توسط حرکت‌های حرارتی الکترون‌ها و ذرات سنگین مانند اتم‌ها و یون‌ها تعیین می‌شود. در پلاسمای متداول حرارتی به دلیل چگالی بالای ذرات و برخوردهای شدید بین الکترون‌ها و ذرات سنگین تمام ذرات به تعادل می‌رسند دمای چنین پلاسمایی بالا است و این پلاسماها معمولاً تحت فشار اتمسفر استفاده می‌شوند. هر چه درصد یونیزاسیون بیشتر باشد، دمای پلاسما بیشتر می‌شود اما وقتی فشار گاز پایین باشد، تعداد برخوردها نیز کم می‌شود و در نهایت انرژی کمی توسط الکترون‌ها به یون‌ها منتقل می‌شود. در نتیجه پلاسمای غیر حرارتی داریم. همچنین اگر تخلیه پلاسمای فشار اتمسفری سریع باشد، طبقه‌های دیگر از پلاسما شکل می‌گیرد که در آن الکترون‌ها و یون‌ها در تعادل حرارتی نیستند زیرا الکترون‌ها به این علت که جرم کم‌تری نسبت به یون‌ها دارند در مقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تحریک پذیری بیشتری نسبت به



شکل ۵: تفاوت اعمال پلاسما به صورت مستقیم و غیر مستقیم [۲]



شکل ۴: تفاوت ساختاری پلاسمای DIRECT و INDIRECT از نظر ساختمان الکترودها

۱۰) نتایج

انواع مختلف سرطان از بیماری‌های تهدید کننده زندگی هستند و طبق آمار WHO (Organization World Health) دومین عامل مرگ میر جهانی بعد از بیماری قلبی و عروقی است. روش‌های ایده آل برای درمان سرطان شامل اثرات سمی برای سلول‌های سرطانی و عوارض جانبی محدود روی سلول‌های سالم می‌باشد. در حال حاضر درمان‌های کمی با این ویژگی وجود دارد بنابراین راه‌های جدیدی برای درمان سرطان مورد نیاز است. درمان سرطان با استفاده از پلاسما سرد اتمسفری یکی از روش‌های جدید و چالش برانگیز برای درمان سرطان است که قدرت سمیت انتخابی برای از بین بردن سلول‌های سرطانی آن را در مقابل درمان‌های رایج امروزی (جراحی، رادیوتراپی، شیمی درمانی) تبدیل به گزینه‌ای مناسب برای درمان سرطان کرده است.

۱۱) مراجع

[۱] Kieft, I. E., et al. «Electric discharge plasmas influence attachment of cultured CHO K1 cells.» *Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society, The Society for Physical Regulation in Biology and Medicine, The European Bioelectromagnetics Association*. ۲۵,۵ (۲۰۰۴): ۳۶۲-۳۶۸.

[۲] Kieft, Ingrid E., et al. «Plasma treatment of mammalian vascular cells: a quantitative description.» *IEEE Transactions on Plasma Science*. ۳۳,۲ (۲۰۰۵): ۷۷۱-۷۷۵.

[۳] Metelmann, Hans-Robert, et al. «Clinical experience with cold plasma in the treatment of locally advanced head and neck cancer.» *Clinical Plasma Medicine*: ۹ (۲۰۱۸): ۱۳-۶.

۹) کاربرد پلاسما در پزشکی

پلاسما پزشکی، نام علمی ابتکار آمیز و نوینی است که از ادغام فیزیک پلاسما، علوم زیستی و پزشکی بالینی به وجود آمده است و کاربردهای مختلفی از جمله درمان زخم، جوان سازی، درمان دیابت، درمان سرطان و غیره دارد.

به صورت کلی، استفاده پزشکی از پلاسمای فیزیکی، به دو حالت امکان پذیر است:

(ب) در درمان «مستقیم سلول و یا بافت توسط تابش پلاسما تحت پردازش قرار می‌گیرد.

(الف) استفاده «غیر مستقیم» از محیط فعال شده توسط تابش پلاسما برای از بین بردن سلول‌های سرطانی؛ زمانی که تابش پلاسما سرد برای درمان مستقیم به داخل بدن امکان پذیر نباشد و یا این که احتمال حمل دستگاه‌های پلاسما سرد وجود نداشته باشد. وجود گونه‌های واکنشی در پلاسما سرد فشار اتمسفری فاکتور اصلی در مرگ سلول‌های سرطانی و مهار رشد آن‌ها می‌باشد. زمانی که پلاسما سرد با محیط کشت بر هم کنش می‌کند، گونه‌های فعال اکسیژنی (ROS) نظیر رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل، هیدروژن پراکساید، و همچنین گونه‌های فعال نیتروژن دار (RNS) نظیر نیتریک اکساید و نیترات درون محلول حل می‌شوند. [۹]

[۴] Schneider, Christin, et al. «Cold atmospheric plasma treatment inhibits growth in colorectal cancer cells.» *Biological chemistry* .۱۲۲-۱۱۱ : (۲۰۱۸) ۴۰۰,۱

[۵] Chen, Zhitong, et al. «Micro-sized cold atmospheric plasma source for brain and breast cancer treatment.» *Plasma Medicine* . (۲۰۱۸) ۸,۲

[۶] Fridman, Gregory, et al. «Floating electrode dielectric barrier discharge plasma in air promoting apoptotic behavior in melanoma skin cancer cell lines.» *Plasma Chemistry and Plasma Processing* .۱۷۶-۱۶۳ : (۲۰۰۷) ۲۷,۲

[۷] Kaushik, Nagendra K., Hansup Uhm, and Eun Ha Choi. «Micronucleus formation induced by dielectric barrier discharge plasma exposure in brain cancer cells.» *Applied Physics Letters* . ۸۴۱۰۲ : (۲۰۱۲) ۱۰۰,۸

[۸] Keidar, Michael, and Isak Beilis. *Plasma engineering: applications from aerospace to bio and nanotechnology*. Academic Press, .۲۰۱۳

[۹] Aref, Amir R., et al. «۳D microfluidic ex vivo culture of organotypic tumor spheroids to model immune checkpoint blockade.» *Lab on a Chip* . ۳۱۴۳-۳۱۲۹ : (۲۰۱۸) ۱۸,۲۰

لنزهایی با ابعاد میلیون‌ها سال نوری

همگرایی گرانشی و کاربردها

مه‌رن‌از ذب‌ایحی نجف‌آبادی / کارشناسی فیزیک ۹۷
m.zabayehi@student.alzahra.ac.ir

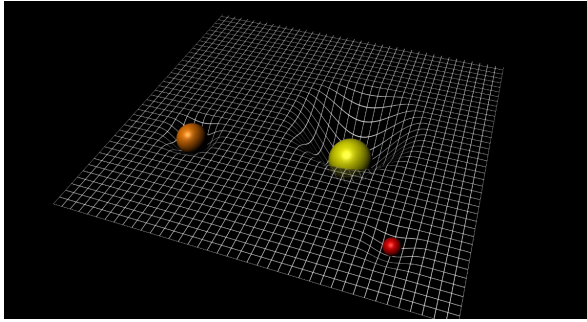


چکیده

در مطالعات کیهان‌شناسی، رصد و بررسی اجرام دور دست کار دشواری به نظر می‌رسد اما اگر این اجسام تقریباً و یا کاملاً تاریک هم باشند و نوری از آن‌ها به ما نرسد، این کار سخت‌تر نیز می‌شود. بنابراین برای مطالعه مواردی که برهم‌کنش کم‌تری با نور دارند باید برهم‌کنش‌های دیگرشان بررسی شود. برای مثال برهم‌کنش گرانشی اجسام پرجرم باعث همگرایی گرانشی می‌شود که با مطالعه این اثر می‌توان اطلاعات مفیدی راجع به جسم به دست آورد.

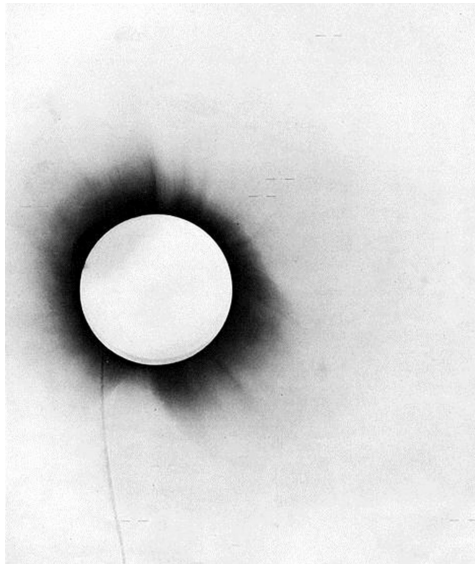
کلمات کلیدی: نسبیت، انحنای فضا-زمان، گرانش، همگرایی گرانشی



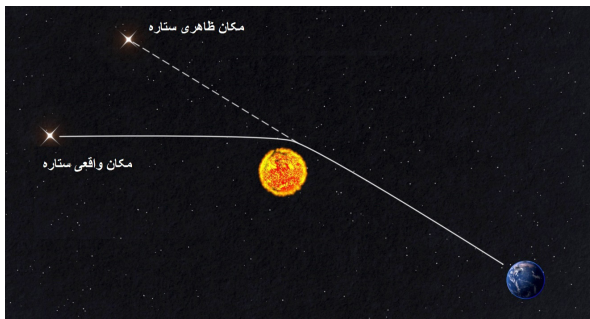


شکل ۱: اجرام سنگین، ساختار فضا-زمان را در اطراف خود خمیده می‌کنند. میزان این انحنای با جرم این اجسام متناسب است.

آرتور ادینگتون و فرانک واتسون حین خورشید گرفتگی مشاهده شد که تصویری از آن در شکل ۲ مشاهده می‌شود. نور ستارگان نزدیک به خورشید کمی خارج از موقعیت اصلی خودشان ظاهر شدند، و این نشان داد که نور ستارگان حین عبور از کنار خورشید خم شده بودند، و به این ترتیب اثر پیش بینی شده اینشتین، اثبات شد.



شکل ۲: یکی از عکس‌های ثبت شده توسط ادینگتون از خورشیدگرفتگی ۱۹۱۹



شکل ۳: خمیده شدن مسیر نور می‌تواند باعث ایجاد تصاویر مجازی از منبع شود.

گرچه این مساله به طور صریح در قرن بیستم معرفی شد، اما پیش از آن دانشمندانی نظیر نیوتن و لاپلاس به وجود چنین انحرافی مشکوک بودند. از اولین مطالبی که به مساله انحراف

نسبیت

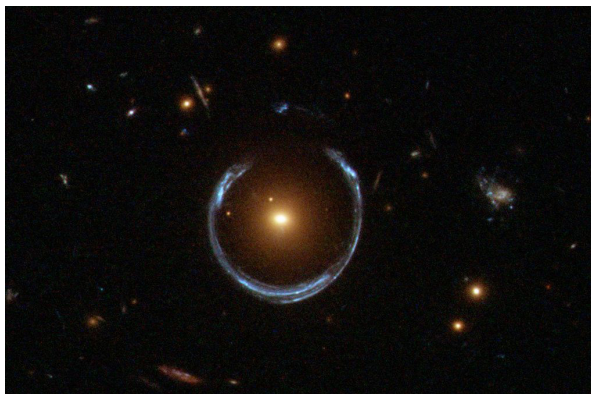
از حدود قرن هفدهم میلادی که آیزاک نیوتن، قانون جهانی گرانش خود را ارائه داد، گرانش در فیزیک یک نیرو و در واقع اولین از چهار نیروی بنیادی کشف شده تا آن زمان، تلقی شد که با جرم رابطه مستقیم و با مجذور فاصله رابطه عکس دارد. هرچند که این قانون خود تحولی بزرگ در درک ما از جهان اطرافمان بود اما ایده کلی آن سه قرن بعد و با ظهور فیزیک جدید، توسط نظریه دیگری تکمیل شد.

نظریه نسبیت که در اوایل قرن بیستم توسط آلبرت اینشتین ارائه شد، یکی از نقاط عطف تاریخ علم فیزیک به شمار می‌رود. ایده اصلی این نظریه، که شامل دو بخش نسبیت خاص و نسبیت عام می‌شود، این است که فضا و زمان با هم مرتبط هستند و نه جدا از هم و ثابت. طرح کلی در این نظریه، ادغام فضا و زمان با یکدیگر و در نتیجه ایجاد یک محیط یکپارچه با دستگاه مختصاتی یکتا است. برای این کار به سه بُعد مکانی معمول (طول، عرض، ارتفاع) و یک بعد زمان نیاز داریم؛ این بُعدها، چهار مولفه مستقل لازم برای مشخص کردن یک رویداد در یک فضا-زمان تعریف شده هستند.

نسبیت عام در واقع نظریه‌ای هندسی برای گرانش است که در سال ۱۹۱۵ منتشر شد و توصیف کنونی گرانش در فیزیک نوین است. این نظریه تعمیمی بر نظریه نسبیت خاص و قانون جهانی گرانش نیوتون است که گرانش را به‌عنوان یک ویژگی هندسی فضا-زمان، در واقع را به‌عنوان یک عامل هندسی و نه یک نیرو، تعریف می‌کند. در این نظریه، فضا-زمان توسط هندسه ریمانی بررسی می‌شود و خمش آن مستقیماً با انرژی و تکانه کل ماده و تابش موجود متناسب است. این رابطه توسط سیستمی از معادلات دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای به نام معادلات میدان اینشتین نمایش داده می‌شوند.

اینشتین نشان داد فضا-زمان یک حالت ایستا که اجسام در آن حرکت می‌کنند نیست. او معتقد بود گرانش یک خاصیت فضا-زمان و در اصل یک میدان است و نیروی گرانش، حاصل برهم‌کنش اجرام و فضا-زمان است. همچنین مساله امواج گرانشی که انتظار برای رصد آن‌ها تا همین سال‌های اخیر به طول انجامید نیز از همین جا نشات می‌گیرد. برای تبیین این مساله، یک پارچه مربعی بزرگ را تصور کنید که از گوشه‌هایش توسط چهار نفر نگه داشته شده است. این صفحه صاف و مسطح خواهد بود، اما اگر یک جسم سنگین را در وسط آن قرار دهید، مانند آنچه در شکل ۱ مشاهده می‌شود، پارچه در اطراف این جسم سنگین، خمیده می‌شود و یک انحنای در وسط آن ایجاد خواهد کرد. اگر یک گلوله را روی صفحه رها کنید، مسیرش در اطراف جسم سنگین خمیده می‌شود. این مثال خیلی شبیه حالتی است که ماده فضا را خمیده می‌کند و رفتار اجسام را در آن ناحیه، تحت تاثیر قرار می‌دهد.

این نظریه اثبات می‌کند که میدان گرانشی یک توده جرم، قادر است علاوه بر اجسام، پرتوهای نور را نیز از مسیر خود منحرف کند. این پدیده نخستین بار در سال ۱۹۱۹، توسط



شکل ۵: حلقه موسوم به حلقه اینشتین

در حالتی که عدسی گرانشی یک کهکشان باشد؛ هنگامی که منبع پس زمینه یک اخترش یا جت حل نشده است که نور آن در مسیرش تا ناظر دچار همگرایی گرانشی قوی شده باشد، معمولاً تصویر به صورت چندین نقطه دیده می‌شود و هنگامی که منبع پس زمینه یک کهکشان یا یک جت منبسط شده است، تصویر می‌تواند قوس یا حلقه باشد. از سال ۲۰۱۷ تا کنون، چند صد همگرایی گرانشی قوی کهکشان-کهکشان مشاهده شده است. پیش بینی می‌شود که رصدخانه‌های Vera Euclid و C. Rubin بیش از ۱۰۰۰۰۰ مورد دیگر را نیز کشف کنند.

همگرایی گرانشی ضعیف

اجرام کیهانی همچنین ممکن است باعث تغییر شکل تصویر رسیده از کهکشان‌ها شوند، که آن را همگرایی ضعیف می‌نامند. تغییرات تصویر در همگرایی ضعیف صرفاً به تغییر سایز یا کشیده شدن تصویر کهکشان محدود می‌شود.

در حالتی خاص که عدسی گرانشی یک خوشه کهکشانی باشد؛ معمولاً اثر همگرایی به اندازه‌ای قدرتمند است که می‌تواند همزمان همگرایی قوی (تصاویر متعدد، قوس یا حلقه) و ضعیف (اعوجاج بیضوی) قابل توجه ایجاد کند.

ریزهمگرایی گرانشی

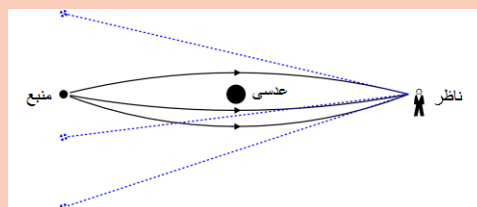
حالت دیگر آن است که اجرام کیهانی باعث ریزهمگرایی گرانشی شوند که در این صورت می‌توان نشانه‌های این اثر را در تغییر منحنی شدت نور منبع پیدا کرد. هنگامی که یک ستاره یا اخترش دور دست با یک جسم پر جرم در مقابلش، از دید ناظر، در یک راستا قرار بگیرند، ریزهمگرایی گرانشی، منجر به ایجاد دو تصویر از جسم در اطرافش می‌شود که آن هم باعث ایجاد بزرگنمایی قابل مشاهده و افزایش موقت روشنایی جسم زمینه می‌شود. مدت زمانی که این روشنایی گذرا دوام می‌یابد، بستگی به جرم جسم پیش زمینه و همچنین حرکت خاص نسبی بین منبع پس زمینه و عدسی در پیش زمینه دارد. این روش مطالعه اجسام کم نوری مانند کوتوله‌های قهوه‌ای، کوتوله‌های قرمز، کوتوله‌های سفید، سیارات فراخورشیدی،

نور توسط یک توده جرم اشاره داشته را می‌توان در کتابی تحت عنوان اپتیک از نیوتن مشاهده کرد.

نظریه اینشتین جنبه‌های اختریفیکی مهمی دارد که خم شدن نور در میدان گرانشی و پدیده همگرایی گرانشی یکی از آن‌هاست.

همگرایی گرانشی

همگرایی گرانشی هنگامی روی می‌دهد که نور یک چشمه درخشان بسیار دور (مانند یک اخترش) در مسیرش تا رصدگر، از کنار جسم پر جرم دیگری (مانند یک خوشه کهکشانی) بگذرد و در میدان گرانشی آن جسم خمیده می‌شود. جسم میانی عدسی گرانشی نامیده می‌شود زیرا دقیقاً مانند یک عدسی همگرا در ابعاد کیهانی، پرتوهای نور را خمیده می‌کند. هرچه جسم میانی جرم بیشتری داشته باشد، میدان گرانشی قوی‌تری خواهد داشت و نور را خمیده‌تر خواهد کرد.



شکل ۴: جسم پر جرم دقیقاً مانند یک عدسی مسیر نور را خمیده می‌کند و می‌تواند تصاویر مجازی برای ناظر ایجاد کند.

همگرایی گرانشی که از همان بدو ارائه نسبت عام پیش‌بینی شده بود، خیلی زود به صورت رصدی مشاهده شد. با روش‌های رصدی عادی تنها می‌توان اجرام بسیار پرنور مانند ستاره‌ها را آشکار کرد که این اجرام درصد کمی از عالم را تشکیل داده‌اند، ولی با همگرایی گرانشی می‌توان اجرام کم نور یا حتی تاریک را هم رصد کرد. به طور کلی سه نوع همگرایی گرانشی وجود دارد که هر سه نوع بر این مینا استوار است که اجرام کیهانی (هر نوع جرمی) مانند کهکشان‌ها و هاله‌های ماده تاریک می‌توانند مسیر نور را منحرف کنند.

همگرایی گرانشی قوی

اگر میزان انحنای ایجاد شده در فضا-زمان به قدری باشد که از منابع نور کیهانی تصاویر متعدد، قوس و یا حلقه‌ای موسوم به حلقه اینشتین مشابه شکل ۴، ایجاد کنند آن را همگرایی گرانشی قوی می‌نامند. از نظر توپولوژیکی، تولید تصاویر چندگانه از منبع از قضیه عدد فرد پیروی می‌کند که بیان می‌دارد تعداد تصاویر تولید شده توسط عدسی گرانشی باید فرد باشد. همگرایی گرانشی قوی نخستین بار توسط دنیس والش، باب کارسول و ری وایمن در سال ۱۹۷۹ رصد شد. آن‌ها مشخص کردند که اخترش دوقلو $Q0957+561A$ در اصل شامل دو تصویر از یک شیء است.

آشکارسازی ماده تاریک

دانشمندان در حال حاضر تخمین می‌زنند که تا ۸۵ درصد از جرم جهان قابل مشاهده نیست. این ماده تاریک به این علت مستقیماً قابل مشاهده نیست که مانند ماده معمولی که ستارگان، سیارات و زندگی روی زمین را تشکیل می‌دهد، با نور برهم‌کنش ندارد.

به نظر می‌رسد ساختارهای کیهانی‌ای مانند کهکشان‌ها، گروه‌های کهکشانی و خوشه‌های کهکشانی در هاله‌های ماده تاریکی غوطه‌ورند که جرم آن‌ها چندین برابر ماده روشن این ساختارها (ستاره‌ها و گاز میان کهکشانی) است. در مدل استاندارد کیهانشناسی، هاله‌های ماده تاریک نقش اساسی در تشکیل این ساختارها دارند. افت و خیزهای اولیه در چگالی ماده تاریک در کیهان بر اثر ناپایداری‌های گرانشی رشد پیدا کرده‌اند. این‌ها چاه‌های پتانسیل گرانشی‌ای ایجاد می‌کنند که ماده باریونی (که در آینده تبدیل به گاز میان کهکشانی و ستاره‌ها می‌شود) به درون آن‌ها خواهد افتاد. این سناریو برای تشکیل ساختارها، با تقریب بسیار خوبی با داده‌های رصدی همخوانی دارد و موفقیت چشمگیری برای مدل استاندارد کیهانشناسی محسوب می‌شود. البته یک مشکل بسیار اساسی دارد و آن این که ماده تاریک هنوز به طور مستقیم مشاهده نشده است و تمام شواهد آن از طریق نیروی گرانش آن است. در نتیجه نظریه‌های گرانش تعمیم یافته همواره می‌توانند جایگزینی برای ماده تاریک باشند.

این مشکل تا زمانی که ماده تاریک به روش غیر مستقیم آشکار نشود وجود خواهد داشت. به همین علت بررسی و پیشنهاد روش‌های غیر مستقیم برای آشکارسازی ماده تاریک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

اما چیزی که دیده نمی‌شود را چگونه می‌تواند اندازه‌گیری کرد؟ نکته اصلی این است که در حقیقت اثر گرانشی که ماده تاریک تولید می‌کند، قایل مشاهده و اندازه‌گیری است. پل گری (Pol Gurri) دانشجوی دکتری دانشگاه فنی سویینرن که سرپرستی مطالعه تازه‌ای که در نشریه *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* منتشر شده است را بر عهده دارد، گفت: «مانند این است که به یک پرچم نگاه کنید تا سعی کنید باد را اندازه بگیرید. شما نمی‌توانید باد را ببینید اما حرکت پرچم به شما می‌گوید که شدت بادی که می‌وزد چقدر است.»

تا کنون روش‌های زیادی برای شناسایی ماده تاریک ارائه شده است که یکی از آن‌ها همگرایی گرانشی است. ادوارد تیلور (Edward Taylor) دانشیار که در این پژوهش همکاری دارد، افزود: «ماده تاریک تصویر هر چیزی را که در پشت آن قرار دارد بسیار اندک تغییر می‌دهد. این اثر کمی شبیه خواندن روزنامه از پشت یک لیوان است.»

لنزهای گرانشی ضعیف هم‌اکنون یکی از موفق‌ترین راه‌ها برای تعیین ساختار ماده تاریک جهان است. اکنون تیم سویینرن از تلسکوپ ۲٫۳ متری دانشگاه ملی استرالیا (ANU) برای نقشه‌برداری از چگونگی چرخش کهکشان‌های قرار گرفته تحت

ستاره‌های نوترونی و سیاه چاله‌ها را ممکن می‌سازد. از این روش در سال ۲۰۱۸ برای آشکارسازی ایکاروس، دورترین ستاره‌ای که تا به حال مشاهده شده است، استفاده شد.

ریزه‌مگرایی گرانشی به خاطر دلایل فیزیکی مشابه‌ای با همگرایی قوی و ضعیف ایجاد می‌شود، اما با استفاده از تکنیک‌های رصدی بسیار متفاوتی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد. در همگرایی قوی و ضعیف، جرم عدسی (جرم یک کهکشان یا خوشه کهکشانی) به اندازه‌ای بزرگ است که جابجایی تصویر را می‌توان با یک تلسکوپ با وضوح بالا مانند تلسکوپ فضایی هابل تفکیک و مشاهده کرد. در حالی که در ریزه‌مگرایی گرانشی، جرم عدسی (جرم یک سیاره یا یک ستاره) بسیار کم‌تر است و جابجایی به راحتی قابل مشاهده نیست، اما تغییرات روشنایی ظاهری منبع هنوز هم قابل تشخیص است. تفاوت دیگر هم در مدت زمان دوام این پدیده است. در همگرایی گرانشی ضعیف و قوی تصویر مشاهده شده ممکن است برای میلیون‌ها سال به همان حالت باقی بماند اما ریزه‌مگرایی گرانشی مدت زمان کم‌تری، برای مثال از حدود ثانیه تا سال، به طول می‌انجامد.

آشکارسازی فراخورشیدی‌ها

روش‌های متعددی برای آشکارسازی و مطالعه سیارات فراخورشیدی وجود دارد که همان طور که اشاره شد یکی از آن‌ها، روش ریزه‌مگرایی گرانشی است. در این روش با بررسی انحرافات موجود در روشنایی یک ستاره در گذر زمان، می‌توان احتمال وجود سیارات به دور آن را بررسی کرد. با مطالعه این انحرافات که معمولاً بین چند ساعت تا چند روز طول می‌کشند و مقایسه منحنی نوری این ستاره‌ها با مدل‌های نظری می‌توان به پارامترهای فیزیکی سیستم از جمله نسبت جرم سیاره به ستاره و نسبت جدایی زاویه‌ای ستاره و سیاره به زاویه اینشتین پی برد و از این نسبت‌ها، همراه با مفروضات درباره ستاره عدسی، می‌توان جرم سیاره و فاصله مداری آن را تخمین زد.

در مقایسه این روش تشخیص سیارات فراخورشیدی با تکنیک‌های دیگر مانند روش گذر، یک مزیت این است که شدت انحرافات به اندازه سایر تکنیک‌ها به جرم سیاره بستگی ندارد. این امر باعث می‌شود که ریزه‌مگرایی برای یافتن سیارات کم جرم مناسب باشد. همچنین امکان تشخیص سیارات دورتر از ستاره میزبان را نسبت به سایر روش‌ها فراهم می‌کند. یکی از معایب این است که مطالعات بیشتر روی سیستم پس از پایان رویداد بسیار دشوار است، زیرا زمان زیادی طول می‌کشد تا عدسی و منبع نور مجدداً در موقعیت مناسبی قرار گیرند تا اثر ریزه‌مگرایی گرانشی رخ دهد.

همگرایی گرانشی استفاده کرده است.

گوری می‌گوید: «از آنجا که می‌دانیم ستاره‌ها و گازها قرار است چگونه درون کهکشان‌ها حرکت کنند، تقریباً از شکلی که کهکشان باید باشد، آگاهییم. با اندازه‌گیری میزان تغییر تصاویر نسبت به شکل واقعی کهکشان، می‌توان دریافت که چه مقدار ماده تاریک برای توضیح آن نیاز است.»

پژوهش‌های تازه نشان می‌دهد که چگونه این اطلاعات درباره سرعت، اندازه‌گیری دقیق‌تری از اثر همگرایی گرانشی را نسبت به آنچه که تنها با استفاده از تغییر شکل انجام می‌شود، ممکن می‌سازد. به گفته گوری با روش جدید برای دیدن ماده تاریک که بر سرعت چرخش همگرایی گرانشی استوار است، می‌توان تصاویر واضح‌تری از محل وجود ماده تاریک و نقش آن در شکل‌گیری کهکشان‌ها به دست آورد.

نتیجه‌گیری

اجرام سنگین با ایجاد انحنای در ساختار فضا-زمان باعث خمیده شدن مسیر نور می‌شوند. این پدیده که همگرایی گرانشی نامیده می‌شود بر اساس نوع تصویر ایجاد شده که به جرم عدسی بستگی دارد، به سه نوع همگرایی گرانشی قوی، همگرایی گرانشی ضعیف و ریزهمگرایی گرانشی تقسیم می‌شود و از بررسی آن می‌توان اطلاعاتی در رابطه جسم پر جرمی که مانند عدسی عمل کرده به دست آورد که می‌تواند در مطالعه اجسام کم نور یا تاریک، که درصد زیادی از عالم را هم تشکیل می‌دهند، مفید باشد.

منابع

_ در جستجو ماده تاریک با روش همگرایی ضعیف گذری، س. راهوار، ش. باغرام، ن. افشردی، فیزیک روز، تابستان ۹۳

_ همگرایی گرانشی چیست؟، امین میرزایی، سایت علمی بیگ بنگ، مرداد ۱۳۹۵

_ دانشمندان بر پایه‌ی سرعت لنز گرانشی روشی تازه برای درک ماده‌ی تاریک ارائه کردند، امیر نیک‌رو، دیجی‌کالا مگ، آبان ۱۳۹۹

_ Gravitational Lens Effect, Sjur Refsdal, Royal Astronomy Society, January ۱۹, ۶۴

_ Gravitational Microlensing by the Galactic Halo, B. Paczynski, Astrophysical Journal, May ۱۹۸۶

_ Astrophysical Applications of Gravitational Lensing, Mediavilla, Evencio, Cambridge University Press, ۲۰۱۶, ISBN ۳-۰۷۸۵۴-۱۰۷-۱-۹۷۸

_ SDSS J۱۹۳۲+۱۶۴۰: a spectacular galaxy-quasar strong lens system, Wang, Lin; Shu, Yiping; Li, Ran; Zheng, Zheng; Wen, Zhonglue; Liu, Guilin, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Oxford University Press, March ۲۰۱۷

_ The population of galaxy-galaxy strong lenses in forthcoming optical imaging surveys, Collett, E. Thomas, The Astrophysical Journal, ۲۰۱۵

_ Einstein's Telescope - video, Drakeford, Jason; Corum, Jonathan; Overbye, Dennis, New York Times, Retrieved December ۲۰۱۵

_ Astronomers Observe Supernova and Find They're Watching Reruns, Dennis Overbye, New York Times, Retrieved March ۲۰۱۵

گزارش نمایشگاه نانو

نیلوفر مظفری / کارشناسی ارشد فیزیک حالت جامد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
 نسترن مظفری / کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

عنوان اختراع:

ساخت کاغذ از الیاف گیاه لیف

Paper making by Luffa plant

(Luffa Cylindrica)

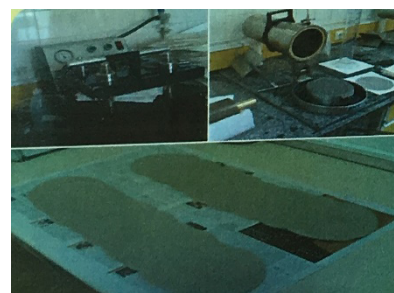
مواد استخراجی %	خاکستر %	لیگنین %	سلولز %	همیسلولز %
۱/۰	۱/۱	۱۱/۹	۵۶/۱	۲۹/۹

عملیات پخت توسط دایجستر آزمایشگاهی ساخت شرکت PTI انجام شد. این دایجستر مجهز به ۶ بمب ۵/۲ لیتری با حرکت دورانی در روغن گلیسرین، المنتهای برقی و حرارت سنج دیجیتالی بود. ساخت کاغذ دست‌ساز با وزن پایه ۶۰ گرم بر متر مربع، مطابق با استاندارد T۲۰۵-sp ۹۵ آیین‌نامه TAPPI انجام شد. براساس درصد خشکی سوسپانسیون خمیر کاغذ، حجم مناسبی از خمیر کاغذ (محتوی ۲/۱ گرم ماده خشک) برای ساخت کاغذ استفاده شد. در واقع این اختراع کاغذ تولید شده از الیاف میوه گیاه لیف است و قابلیت تولید آن در صنعت با روش‌های معمول ممکن بوده و از لحاظ کیفی نیز در سطوح یکسان و در برخی موارد از درجه کیفی بالاتری نسبت به کاغذهای صنعتی تولیدی برخوردار است. لذا می‌تواند به جایگزینی مناسب در تولید و تامین کاغذ مبدل گردد.

مخترعان: علی کاظمی تبریزی / فرهاد زینلی / سید وحید اتقیا

خلاصه اختراع:

میوه گیاه لیف مورد استفاده، از شهر بندر انزلی تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. میوه‌ها پس از خشک شدن برای جلوگیری از تبادلات رطوبتی، در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی گردید. برای تهیه آرد چوب جهت آنالیز شیمیایی، میوه‌ها خشک شده و بر اساس استاندارد شمار T۲۵۷-۸۵-۸۵ آیین‌نامه TAPPI، توسط آسیاب آزمایشگاه به آرد تبدیل شد. از آرد چوب باقی‌مانده روی الک ۶۰ مش برای تعیین درصد مواد استخراجی، سلولز، لیگنین و خاکستر استفاده گردید.



عنوان اختراع:

تصفیه پساب‌های صنعتی و معدنی توسط باطله‌های کشاورزی

پژوهشگران: آرمین فریدی/ دکتر شاهین مصراوغلی

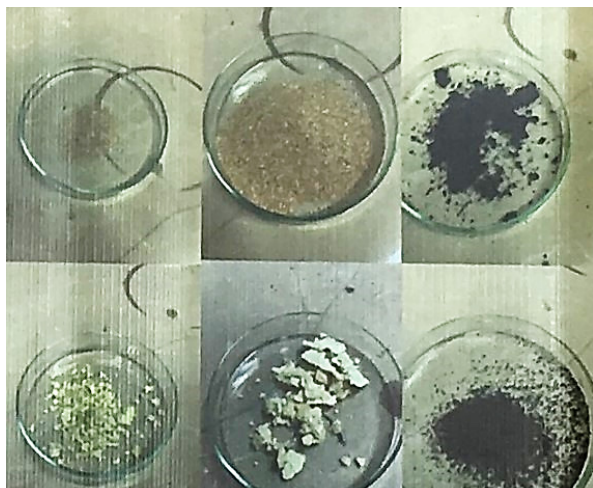
خلاصه اختراع:

در این پروژه کاهش سولفات در آب‌های صنعتی توسط بهینه‌سازی دو باطله کشاورزی که شامل چوب ذرت و کاه برنج می‌باشد بررسی شده و میزان کاهش سولفات حتی در حضور یون‌های دیگر مانند نیترات بیشتر از ۹۰٪ مشاهده شده است.

تصفیه پساب‌های صنعتی امروزه یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی صنعت می‌باشد. روش‌های گوناگونی برای حل این معضل پیشنهاد شده که ویژگی اقتصادی و کارایی روش‌ها مهم‌ترین عوامل برای رقابت‌پذیری آن‌ها می‌باشد. استفاده از باطله کشاورزی نه تنها برای صنعت می‌تواند مفید باشد بلکه برای کشاورزان محلی درگیر هر منطقه نیز می‌تواند درآمدزایی نماید که تاثیر بسزایی در همکاری‌های محلی هر صنعت و مقابله با چالش‌های آب و زیست محیطی دارد. یکی از این روش‌ها جذب توسط باطله‌های کشاورزی می‌باشد.

روش‌ها و نتایج:

در این پروژه سه رویکرد جدید به منظور رفع مشکلات پیشین در روش‌های مشابه برای جذب‌های کشاورزی در صنعت در نظر گرفته شده است.



عدم وابستگی به نوع خاص باطله‌های کشاورزی

امکان استفاده در شرایط مختلف عملیاتی

کاهش اثرات مواد شیمیایی

بدین ترتیب با آماده سازی تک تک هر جاذب و ترکیب آن‌ها در مراحل بعدی و یا ترکیب باطله قبل از آماده سازی و استفاده از مخلوط چوب ذرت و برنج بعنوان یک جاذب تکی جذب بالای ۵۰ تا ۹۷٪ در شرایط مختلف و در بازه‌های دمایی و pH مختلف حاصل شده است.

کاربردها: ۱. تصفیه پساب‌های صنعتی حاوی یون‌های سولفات و نیترات. ۲. تصفیه پساب‌های کشاورزی. ۳. کاهش باطله‌های کشاورزی و بازیافت و تجاری‌سازی آن‌ها.

عنوان اختراع:

ساخت کاغذ از پوسته چوبی بادام زمینی

مخترعان: علی کاظمی تبریزی/ فرهاد زینلی

خلاصه اختراع:

پوسته بادام زمینی مورد استفاده، از شهر کیشهر تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. پوست‌ها پس از خشک شدن در محیط هوا برای جلوگیری از تبادلات رطوبتی، در داخل کیسه‌های پلی اتیلنی بسته بندی گردید. برای تهیه آرد چوب جهت آنالیز شیمیایی، پوست‌های هواخشک شده و براساس استاندارد شماره T۲۵۷ cm-۸۵ آیین‌نامه TAPPI توسط آسیاب آزمایشگاهی به آرد تبدیل شد. از آرد چوب باقی‌مانده روی الک ۶۰ مش برای تعیین درصد مواد استخراجی، سلولز، لیگنین و خاکستر استفاده گردید.

عملیات پخت توسط دایجستر آزمایشگاهی تک مخزن منتهی انجام شد. این دایجستر مجهز به یک مخزن ۱۰ لیتری با حرکت دورانی، المنت‌های برقی و حرارت‌سنج دیجیتال بود. ساخت کاغذ دست‌ساز با وزن پایه ۶۰ گرم بر متر مربع، مطابق با استاندارد T۲۰۵-sp ۹۵ آیین‌نامه TAPPI انجام شد. بر اساس درصد خشکی سوسپانسیون خمیر کاغذ، حجم مناسبی از خمیر کاغذ (محتوی ۲/۱ گرم ماده خشک) برای ساخت کاغذ استفاده شد.

اختراع مورد نظر، کاغذ تولید شده از یک منبع لیگنوسلولزی جدید بوده که از لحاظ شرایط تولید و ویژگی‌ها قابلیت استفاده در صنعت را دارا می‌باشد. محدودیت منابع چوبی جنگلی در کشور سبب مشکلات صنعتی در تولید کاغذ و همچنین مشکلات شدید زیست محیطی ناشی از تخریب پوشش جنگلی گردیده، لذا استفاده و تولید کاغذ از الیاف جدید راهی در بهبود این شرایط ناگوار خواهد بود.



عنوان اختراع:

ریزتیپ‌های استخراجی

مخترعان: دکتر زهرا طالب پور / سیما نجفی / گلچین پوربان

استفاده از فناوری کشت بافت جهت تولید نهال به روش ریزازدیادی ضمن رفع مشکلات تکثیر به روش‌های سنتی، سرعت تولید را نیز به نحو چشمگیری افزایش می‌دهد. لیکن انجام این کار مستلزم بهینه‌سازی پروتکل مراحل مختلف آن می‌باشد.

شرکت زیست فناوری برگاب با همکاری مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، پس از ماه‌ها مطالعه و پژوهش و انجام مراحل بهینه‌سازی کشت و رشد جوانه‌های جانبی، پرآوری، ریشه زایی و سپس سازگاری، برای اولین بار در غرب کشور و در استان کرمانشاه موفق به تهیه پروتکل تولید پایه‌های کشت بافتی گل محمدی شد. لازم به ذکر است این موفقیت به عنوان دستاورد پژوهشی منتخب استان در نمایشگاه دستاوردهای پژوهشی کشور (آذر ماه ۱۳۹۶) ارائه، و محصول اولیه پایه کشت بافتی حاصل در این نمایشگاه عرضه شد.

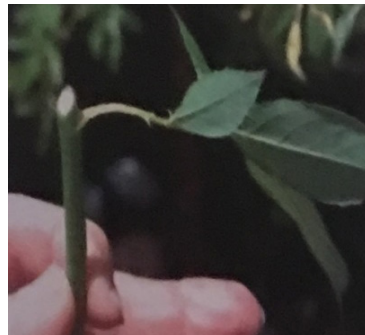
ریزتیپ استخراجی (MMA-pipette tip) برای استخراج داروهای غیرقطبی از محیط‌های بیولوژیکی مانند پلاسما و سرم مناسب است. این محصول در بسته‌های ۹۶ تایی و با حجم ۱۰ تا ۱۰۰ میکرولیتر ساخته شده است. قیمت هر بسته از این محصول ۲ میلیون تومان است و مشابه تجاری آن موجود نیست. ریزتیپ استخراجی اکتاسیلی (pipette tip-C18)، قابلیت نمک زدایی دارد و برای استخراج پروتئین‌ها و پپتیدهای با جرم مولکولی متوسط از محیط‌های بیولوژیکی و پیچیده قابل استفاده است. این محصول در بسته‌های ۹۶ تایی و در حجم‌های ۱ تا ۱۰ میکرولیتری و ۱۰ تا ۱۰۰ میکرولیتری موجود است.

مزیت‌های تولید پایه های کشت بافتی:

- کاهش مصرف آب
- افزایش سرعت و نرخ تکثیر
- عدم محدودیت زمانی تولید
- تولید گیاهان عاری از بیماری
- امکان تکثیر وسیع ژنوتیپ برتر
- کاهش تلفات
- محافظت از ذخایر ژنتیکی
- صرفه‌جویی در هزینه‌ها

پایه‌های کشت بافتی گل محمدی

گل محمدی مهم‌ترین گونه گل سرخیان جهت استخراج اسانس است. این گیاه به دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی سازگار بوده و جزء گیاهان کم توقع طبقه بندی می‌شود. تکثیر گل محمدی با روش‌های سنتی زمان‌بر بوده و با مشکلاتی از قبیل گیرایی پایین، نیاز آبی بالا و احتمال آلودگی به آفات و بیماری‌ها همراه است. ریزازدیادی یکی از روش‌های تکثیر غیرجنسی گیاهان با استفاده از تکنیک کشت بافت گیاهی است که به وسیله آن می‌توان طی مدت زمان کوتاهی تعداد بسیار زیادی گیاه تولید نمود.



اخترفیزیک برای افراد بی‌قرار

مهرو باقریان / کارشناسی فیزیک ۹۷
mahroo.b1626@gmail.com

نام کتاب: اخترفیزیک برای افراد بی‌قرار
(Astrophysics for people in a hurry)

مشخصات نشر: تهران؛ مازیار، ۱۳۹۶

تعداد صفحات: ۱۲۰ صفحه

نویسنده: نیل دگراس تاینسن

(Tyson, Neil deGrasse)

مترجم: قاسم کیانی مقدم

درباره کتاب

اخترفیزیک برای افراد بی‌قرار سال ۲۰۱۷ در آمریکا منتشر شد. این کتاب در حقیقت مجموعه‌ای از مقالات تاینسن است که او آن‌ها را بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۷ در مجله تاریخ طبیعی منتشر کرده است. او در این مجموعه مقالات، درباره آسمان سخن گفته و تلاش کرده است دانش اخترفیزیک را به زبانی روشن برای عموم باز کند. او روایتی زیبا و اعجاب‌آور از آنچه در آسمان اتفاق می‌افتد را بیان کرده و تلاش کرده است فاصله میان دانشمندان و مردم را پر کند. کتاب اخترفیزیک برای افراد بی‌قرار، موج جالبی را ایجاد کرد و به شدت با استقبال مخاطبان مواجه شد. در همان هفته اول بیش از ۴۸ هزار نسخه از آن فروخته شد. کتاب اخترفیزیک برای افراد بی‌قرار تاکنون به زبان‌های زیادی برگردانده شده و بیش از یک میلیون نسخه از آن در سراسر جهان فروخته شده است.

این اثر اساساً علمی، و برای گروه سنی بزرگسال می‌باشد و نکته مثبت آن این است که ترجمه‌اش برای عموم مردم بسیار روان و قابل فهم است. اما همان‌طور که از نامش پیداست، مخاطبان آن بیشتر علاقمندان به علم فیزیک و مخصوصاً دوستداران نجوم و کیهان‌شناسی هستند.

با وجود سادگی و روان بودن کتاب، در آن از اصطلاحات فیزیکی استفاده شده که شاید مطالب برای فردی که هیچ‌گونه دیدگاهی از این علم ندارد، ملموس نباشد اما اگر شما هم از عاشقان فیزیک هستید و حتی اطلاعات خیلی جزئی از این علم داشته باشید، زیبایی و گیرایی مطالب این کتاب می‌تواند شما را به وجد آورد.

کتاب اخترفیزیک برای افراد بی‌قرار حجم اندکی دارد و برای افرادی که وقت کافی برای خواندن کتاب‌های طولانی را ندارند و قصد دارند کتابی مختصر با موضوع علمی را بخوانند مفید خواهد بود.

نگاهی کوتاه به زندگی‌نامه نویسنده

نیل دگراس تاینسن اخترفیزیک‌دان آمریکایی متولد سال ۱۹۵۸ است. او به عنوان مروج علم در سراسر جهان شناخته شده است و در حال حاضر در موزه تاریخ طبیعی آمریکا به عنوان استاد مشغول به کار است. تاینسن همچنین مدیر افلاک نمای هایدن نیویورک نیز هست.

نیل تاینسن در نیویورک به دنیا آمد و در همین شهر بزرگ شد. او از نه سالگی به ستاره‌شناسی علاقه داشت و دائم از موزه ستارگان نیویورک بازدید می‌کرد. او در دانشگاه هاروارد درس خوانده است. تاینسن سال ۱۹۹۱ مدرک دکترای خود را دریافت کرد. او تحقیقات زیادی در زمینه‌ی اخترشناسی دارد و جایزه علمی استیفن هاوکینگ را نیز در سال ۲۰۱۷ به دست آورده است. همچنین سیارک ۱۳۱۲۳ به افتخار او نام‌گذاری شده است.

نیل تاینسن بیشتر از آن که به کار آکادمیک علاقه داشته باشد، به ترویج علم علاقه‌مند است و کتاب‌های مختلفی برای عموم نوشته است. از میان آثار او «کتاب‌های راز آفرینش هستی» و «اخترفیزیک برای افراد بی‌قرار» به فارسی برگردانده شده است. نیل تاینسن به خاطر سال‌های فعالیتش برنده جایزه خدمات عمومی برجسته ناسا و مدال رفاه عمومی سال ۲۰۰۵ شده است.

واکنش هسته‌ای در داخل بدن با تزریق یک رادیودارو

مریم میرزاعبداللهی‌ها / دانشجوی کارشناسی ارشد ورودی ۹۸ مهندسی هسته‌ای دانشگاه صنعتی امیرکبیر / maryam.mirza@aut.ac.ir

مقدمه

دستگاه (PET: Positron Emission Tomography) یا به عبارتی دستگاه برش نگاری با نشر پوزیترون یکی از سیستم‌های پیشرفته تصویربرداری می‌باشد که توانمندی‌های بی‌نظیری در تشخیص بیماری‌های سرطان، مغز و اعصاب و قلب و عروق دارد. به دلیل نیمه عمر بسیار کم مواد رادیواکتیو کاربردی در PET، تولید رادیوداروها باید توسط سیکلوترون در مجاورت مرکز PET و یا در محلی نزدیک آن انجام شود. بزرگ‌ترین مزیت پت اسکن، در مقایسه با MRI ساکن و یا رادیوگرافی با اشعه ایکس، این است که می‌تواند عملکرد بدن بیمار را نسبت به آنچه به ظاهر سالم می‌آید نشان بدهد.

پت اسکن اول بار در دانشگاه سنت لوییس واشنگتن در سال ۱۹۷۵ توسط مایکل فلیس اختراع گشت. در این سیستم یک عنصر رادیواکتیو با نیمه عمر کوتاه که با واپاشی پوزیترون متلاشی می‌شود (که به لحاظ شیمیایی ملکول فعال متابولیک محسوب می‌شود) به بدن بیمار تزریق می‌گردد و پس از وقفه کوتاهی (جهت پخش مواد در سیستم گردش بدن) بیمار جهت تصویرگیری به داخل دستگاه اسکن منتقل می‌شود. مولکولی که بدین منظور استفاده میشود فلورئورو دی اکسی گلوکز ^{18}F -FDG می‌باشد.

امروزه دستگاه‌های پت در بیمارستان‌ها در سرتاسر دنیا و نیز در آشکارسازی و تحقیقات در زمینه‌هایی همچون ناراحت‌های مغز و اعصاب مثل روان‌گسیختگی، پارکینسون، آلزایمر و آنکولوژی کاربرد وسیع دارند.

دارو در بدن شروع به واپاشی نموده و پوزیترون‌های ساطع شده تا قبل از برخورد با ماده و از دست دادن انرژی جنبشی، مسافتی را در بافت می‌پیمایند (به این مسافت Positron range می‌گویند). از آنجا که پوزیترون در طبیعت به تنهایی ناپایدار است، با از دست دادن انرژی (که متناسب با آن بیمار پرتوگیری نموده و دوز جذبی او افزایش می‌یابد)، با یک الکترون ترکیب شده و تشکیل پوزیترونیم را می‌دهد. پوزیترونیم ماده ناپایداری است که در عرض چند میکروثانیه ناپدید می‌شود. در این هنگام ماده به انرژی تبدیل می‌شود (پدیده نابودی). میزان انرژی ایجاد شده باید دقیقاً برابر با جرم ناپدید شده باشد و از آنجا که جرم هر الکترون یا پوزیترون برابر با 511 کیلو الکترون ولت است، دو فوتون با انرژی 511 کیلو الکترون ولت ایجاد خواهد شد.

بر اساس اصل بقای اندازه حرکت، اگر فرض کنیم پوزیترون پس از توقف کامل با الکترون ترکیب می‌شود (اندازه حرکت آن صفر می‌شود)، پس از پدیده نابودی نیز باید اندازه حرکت مجموع دو فوتون نهایی صفر باشد. بنابراین دو فوتون با زاویه 180° درجه نسبت به یکدیگر حرکت میکنند تا اثر یکدیگر را خنثی کنند.

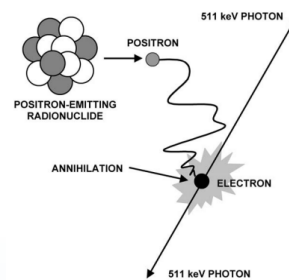
به این فرآیند یعنی برخورد یک الکترون با پوزیترون، نابود شدن جفت و تبدیل آنها به 2 فوتون گاما با انرژی 511 کیلو الکترون ولت را پدیده نابودی جفت یا فنا می‌نامند. بدیهی است اگر پوزیترون پیش از نابودی (ترکیب با الکترون) کاملاً متوقف نگردد، اندازه حرکت صفر نبوده و در نتیجه زاویه دو فوتون نهایی کم‌تر از 180° درجه خواهد بود. در هر صورت به ازای یک انرژی خاص برای پوزیترون قبل از نابودی، زاویه دو فوتون نیز ثابت است.



شکل ۲- توزیع رادیودارو در بدن

هدف در تصویربرداری با تزریق ماده رادیواکتیو، یافتن محل تجمع رادیو دارو در بافت است. اما در تکنیک PET به جای محل تجمع پوزیترون، محل نابودی آن قابل مشاهده است (محل ثبت انرژی دو فوتون نهایی) و این اختلاف زمینه ساز یکی از خطاهای آتی در PET است.

هرچه برد حرکت پوزیترون (Positron Range) بیشتر باشد، خطا نیز بیشتر خواهد بود در حال حاضر از 4 نوع رادیودارو در PET استفاده می‌شود که شامل ایزوتوپ‌های فلورئور، کربن، اکسیژن و نیتروژن هستند. این عناصر به صورت ایزوتوپ در طبیعت وجود ندارند و



شکل ۱- واکنش هسته‌ای گسیلنده پوزیترون

اصول تصویربرداری PET (Positron Emission Tomography):

تصویربرداری PET بر مبنای تزریق ماده رادیوداروی تابشگر پوزیترون به بدن بیمار و بررسی نحوه توزیع آن در بدن است. معمولاً تولید رادیوداروهای تابشگر پوزیترون مشکل است و نیمه عمر آنها نیز بسیار کوتاه است. به این دلیل باید داروهای مورد استفاده در PET را در محل بیمارستان و توسط سیکلوترون تولید نمود. بیمار پس از تزریق به مدت $1/5$ الی $1/5$ ساعت (بسته به نوع دارو و بافت) استراحت می‌کند تا دارو در محل مورد نظر تجمع پیدا کند.



دستگاه‌های دو مودالیته دقت بهتری نسبت به دیگر دستگاه‌ها دارند و محل تومور با دقت بیشتری در این نوع دستگاه‌ها شناسایی می‌شود. امید است که در آینده‌ای نزدیک نسل جدیدی از این نوع دستگاه‌ها در داخل کشور و به کمک فیزیک‌دانان و مهندسان جوان ایرانی به جهان عرضه شود تا نیاز کشور به واردات این محصول کاهش یابد.



SIEMENS شرکت PET/CT

منابع و مراجع:

۱. The Essential Physics of Medical Imaging, Third edition, JERROLD T. BUSHBERG, PhD Clinical professor of Radiology and Radiation Oncology University of California, Davis Sacramento, California

۲. PETPHYSICS, INSTRUMENTATION, AND SCANNERS, Michael E. Phelps, PhD Norton Simon Professor Chair, Department of Molecular and Medical Pharmacology Director, Institute for Molecular Medicine

۳. Handbook of Medical Imaging: Processing and Analysis. I.N. Bankman. Academic Press, San Diego, ۲۰۰۰.

۴. Physics in Nuclear Medicine. S.R. Cherry, J.A. Sorenson, M.E. Phelps. ۳rd Edition. W.B. Saunders, New York, ۲۰۰۳.

می‌بایست به صورت مصنوعی در محل بیمارستان تولید گردند. برای تولید این ایزوتوپ‌ها ذرات بارداری مانند پروتون را پس از شتاب دادن به عنصر هدف می‌تابانند. پس از اتمام واکنش هسته‌های محصول جدید به صورت ایزوتوپ تولید می‌گردد.

هیچ‌گاه نمی‌توان ماده رادیواکتیو را به طور مستقیم به بیمار تزریق کرد. ابتدا می‌بایست ماده رادیواکتیو به رادیودارو تبدیل گردد یعنی ماده رادیواکتیو با دارو ترکیب گردد (Radiopharmaceutical) زیرا هدف از تزریق ماده رادیواکتیو تجمع آن در مکان خاصی از بدن بیمار است که به واسطه سوار شدن ماده رادیواکتیو روی دارو این عمل امکان پذیر می‌گردد.

اولین دستگاه‌های دو مودالیته به صورت آفلاین بودند. یعنی بیمار در یک مرکز تصویر CT و در مرکز دیگر تصویر PET گرفته و این دو تصویر بعداً روی هم قرار می‌گرفت. اما احتمال این که بیمار در هر دو مرکز دقیقاً یک پوزیشن و نرخ تنفس را داشته باشد بسیار کم بود.

در سال ۱۹۹۹ اولین نمونه دستگاه‌های دو مودالیته با ترکیب SPECT و CT ساخته شد. ایده ترکیب تصاویر آناتومیکیال و فانکشنال تقریباً از سال ۲۰۰۰ به صورت تجاری تحت عنوان تصویربرداری ترکیبی (Hybrid Imaging) پیاده‌سازی شد. تصویر آناتومیکیال که با استفاده از CT به دست آمده، آناتومی بدن را نشان داده و تصویر PET محل تومور را نشان می‌دهد.

بنابراین از ترکیب CT با PET به دو منظور استفاده می‌شود:

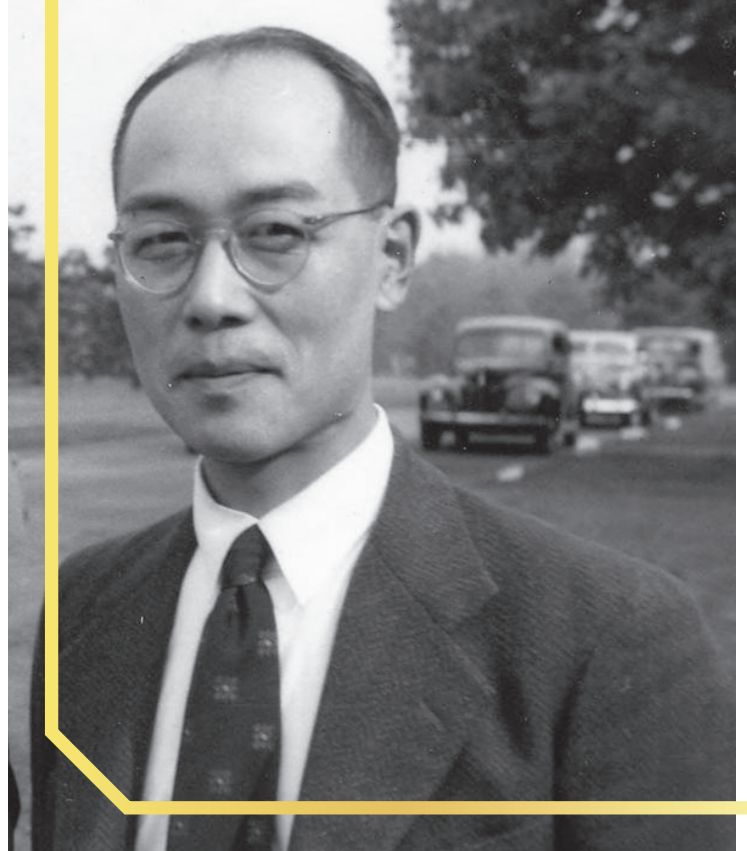
۱- تعیین محدوده : (Localization) تعیین دقیق محل تومور در آناتومی بدن

۲- تصحیح جذب (Attenuation Correction)

دستگاه PET/CT به صورت ترکیبی وجود ندارد و کارخانه سازنده یک دستگاه PET و یک دستگاه CT را به محل نصب می‌فرستد و مهندس نصب این دو را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد (تخت بین دو دستگاه مشترک است). گانت‌های PET و CT پشت سر هم قرار گرفته و مشترکاً با یک کاور پوشیده می‌شوند. بیمار روی تخت دراز می‌کشد، ابتدا وارد دستگاه CT شده و سپس بدون این که تکان بخورد وارد گانت‌های دستگاه PET می‌شود.

نوبل نامه

صبا طاهرپور / کارشناسی فیزیک ۹۶
Sabataher1999@gmail.com



هیدکی یوکاوا^۱

هیدکی یوکاوا در سال ۱۹۰۷ متولد و در ۱۹۸۱ درگذشت. او یک فیزیکدان نظری و اولین ژاپنی برنده جایزه نوبل است.

یوکاوا در سال ۱۹۳۵، مدرس دانشگاه امپریال ایساکا^۲ بود که نظریه‌اش را درباره نیروهای هسته‌ای قوی و ضعیف ارائه داد و آن را U-quantum نامید، که بعدها به نام مزون معروف شد. او در این نظریه نوع جدیدی از ذرات را به عنوان ذره حامل این نیروها پیش‌بینی کرد که جرمی بین دسته‌های الکترون و پروتون داشتند. بعدتر کشف نوعی ذره با جرم مزون در پرتوهای کیهانی توسط یک فیزیکدان آمریکایی به نام کارل اندرسون^۳ در سال ۱۹۳۷، ناگهان یوکاوا را به عنوان بنیان‌گذار نظریه مزون به شهرت جهانی رساند. پس از آن این نظریه به بخش مهمی از فیزیک هسته‌ای و انرژی‌های بالا تبدیل شد.

اواسط دهه ۴۰، کشف شد که ذره جدید اندرسون، همان میون، نمی‌تواند ذره حامل پیش‌بینی شده یوکاوا باشد. فیزیکدان انگلیسی سسیل پاول^۴ تا سال

۱۹۴۷، ذره پیش‌بینی شده پایون را کشف نکرده بود. با اینکه یوکاوا وجود پایون را به درستی پیش‌بینی کرد ولی آن هم ذره حامل نیروهای هسته‌ای نبود. کل این اتفاقات باعث شد تا نظریه مزون به واسطه کرومودینامیک کوانتومی رد شود.

یوکاوا پس از تلاش‌های بی‌وقفه در توسعه تئوری مزون، در سال ۱۹۴۷ کار تازه خود را بر روی یک تئوری جامع‌تر درباره ذرات بنیادی، در زمینه میدان ناجای گزیده^۵ آغاز کرد. او در سال ۱۹۴۹ جایزه نوبل فیزیک را بیشتر به دلیل تئوری میدان ناجای گزیده که در مورد نیروهای هسته‌ای بود و همچنین برای پیش‌بینی مزون پی^۶ دریافت کرد. در سال ۱۹۴۷ پاول و همکارانش وجود یک ذره کوتاه مدت دوم، مزون پی معروف به والد مزون پرتوی کیهانی را نشان دادند که به شدت با پروتون‌ها و نوترون‌ها ارتباط دارد. همین امر، موجب توجیه ایده‌ی درخشان یوکاوا شد. یک مدرسه مهم مخصوص فیزیکدانان نظری توسط او بنیانگذاری شد. او به‌عنوان سردبیر مجله‌ی وزین «پیشرفت فیزیک نظری»^۷ فعالیت شایان توجهی داشت که باعث ارتقا روز افزون ادبیات نظریه کوانتومی بنیادی مدرن شد.

۱ Hideki Yukawa

۲ Ōsaka Imperial University

۳ Carl David Anderson

۴ Cecil Frank Powell

۵ Nonlocal fields

۶ pi meson

۷ Progress of Theoretical Physics



سیسیل فرانک پاول^۸

سیسیل فرانک پاول، فیزیکدان انگلیسی، در سال ۱۹۰۳ متولد و در ۱۹۶۹ درگذشت. او جایزه نوبل فیزیک سال ۱۹۵۰ را به خاطر سه امر توسعه روش عکاسی در مطالعه فرایندهای هسته‌ای، بررسی ذرات زیر اتمی باردار در تابش کیهانی و کشف پایون یا مزون پی با استفاده از امولسیون عکاسی در بالون‌های هواشناسی، دریافت کرد.

پاول تحصیلاتش را در دانشگاه کمبریج گذراند. فعالیت‌های علمی خود را در آزمایشگاه کاوندیش^۹، زیر نظر ارنست رادرفورد و چارلز ویلسون^{۱۰}، با عکس‌برداری از مسیر ذرات در اتاقک ابر به شروع کرد. سال ۱۹۲۸ در آزمایشگاه فیزیک ویلسون^{۱۱}، در دانشگاه بریستول^{۱۲}، مشغول به کار شد و در سال ۱۹۴۸، به مقام استادی رسید. در سال ۱۹۳۸ به جای عکس‌برداری از مسیر ذرات در اتاقک ابر، روش ردیابی مسیر ذرات یونیزه در امولسیون‌های صفحات عکاسی را ابداع کرد. در سال‌های جنگ جهانی دوم، با ظهور امولسیون‌های حساس‌تر، روش ابداعی پاول، طرفداران بسیاری پیدا کرد که از قضا خودش هم برای کشف پایون از همین روش استفاده کرد. او با همکار خود، جوزپه اوکیالینی^{۱۳} فیزیک‌دان ایتالیایی، کتاب «فیزیک هسته‌ای در عکس‌ها»^{۱۴} را منتشر کرد که به‌عنوان کتاب درسی مرجع، در این زمینه، مورد استفاده قرار گرفت.

پاول در زمان فعالیت در دانشگاه بریستول، اقداماتی را برای توسعه تکنیک‌های اندازه‌گیری تحرک یون‌های مثبت و همچنین ایجاد ماهیت یون‌ها در گاز با استفاده از یک ژنراتور کاکرافت^{۱۵} برای مطالعه پراکندگی اتمی انجام داد. وی همچنین در راستای توسعه روش‌هایی با استفاده از امولسیون‌های عکاسی تخصصی برای تسهیل در ثبت پراکندگی ذرات بنیادی، اقدامات مؤثری انجام داد.

در سال ۱۹۳۸ او و همکارانش، از جمله، جوزپه اوکیالینی و فیزیکدان جوان برزیلی سزار لاتز^{۱۶}، با استفاده از روش‌های ابداعی خود به‌صورت قرار دادن صفحات

عکاسی تخصصی در ارتفاعات و استفاده از بالن‌های مخصوص، به مطالعه اشعه‌های کیهانی پرداختند. از سال ۱۹۵۲ پاول به واسطه استفاده از بالن در ارتفاعات، به عنوان مدیر چندین سفر به ایتالیا منصوب شد. همچنین در کمیته سیاست علمی سازمان اروپایی تحقیقات هسته‌ای (سرن)^{۱۷} خدمات شایانی انجام داد و در سال ۱۹۶۱ مدال سلطنتی به او اعطا شد.

منابع:

<https://www.nobelprize.org/>

<https://www.nature.com/articles/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Hideki_Yukawa

<https://www.britannica.com/science/fundamental-interaction>

<https://wikijoo.ir/>

http://dbpedia.org/page/C._F._Powell

^۸ Cecil Frank Powell

^۹ Cavendish Laboratory

^{۱۰} Charles Wilson

^{۱۱} H.H. Wills Physical Laboratory

^{۱۲} the University of Bristol

^{۱۳} Giuseppe Occhialini

^{۱۴} Nuclear Physics in Photographs

^{۱۵} Cockcroft-Walton generator: یک مدار الکتریکی است که از یک ولتاژ AC یا یک پالس DC ورودی، یک ولتاژ بالای DC تولید می‌کند.

^{۱۶} César Lattes

^{۱۷} CERN

ᾱβ̄γ̄δ̄ε̄ζ̄η̄θ̄ικ̄λ̄μ̄ν̄ξ̄ο̄π̄ρ̄ς̄σ̄ ᾱβ̄γ̄δ̄ε̄ζ̄η̄θ̄ικ̄λ̄μ̄ν̄ξ̄ο̄π̄ρ̄ς̄σ̄ ᾱβ̄γ̄δ̄ε̄ζ̄η̄θ̄ικ̄λ̄μ̄ν̄ξ̄ο̄π̄ρ̄ς̄σ̄ ᾱβ̄γ̄δ̄ε̄ζ̄η̄θ̄ικ̄λ̄μ̄ν̄ξ̄ο̄π̄ρ̄ς̄σ̄



Journal of Alzahra Physics Society

No.38 October.2021

Alzahra University

ᾱβ̄γ̄δ̄ε̄ζ̄η̄θ̄ικ̄λ̄μ̄ν̄ξ̄ο̄π̄ρ̄ς̄σ̄ ᾱβ̄γ̄δ̄ε̄ζ̄η̄θ̄ικ̄λ̄μ̄ν̄ξ̄ο̄π̄ρ̄ς̄σ̄ ᾱβ̄γ̄δ̄ε̄ζ̄η̄θ̄ικ̄λ̄μ̄ν̄ξ̄ο̄π̄ρ̄ς̄σ̄ ᾱβ̄γ̄δ̄ε̄ζ̄η̄θ̄ικ̄λ̄μ̄ν̄ξ̄ο̄π̄ρ̄ς̄σ̄

