

یکشنبه ۱۹ مهر ۱۳۹۴ • سال سیزدهم • شماره ۲۴۱۹ • ۹

روزنامه		
علم		
صالح نجفی: مترجم یاسارق آینده		صفحه ۱۰
عادل مشایخی: ترجمه، زبان، اندیشه		صفحه ۱۱
سعید معیدفر: زن‌جانی‌ها، سرمایه اجتماعی جامعه را زخمی کردند		صفحه ۱۲

نگاه
آشنایی با برندگان نوبل شیمی ۲۰۱۵ ودستاوردهای آنان
بازسازی مداوم برای تداوم حیات
قدیر فرهادی

جایزه نوبل شیمی ۲۰۱۵ به پاس خدمات «توماس لیندال» سوئدی از مؤسسه فرانسیس کریک و آزمایشگاه کلیر هال در انگلیس، «پل مودریچ» آمریکایی از مؤسسه پزشکی هوارد هیوز و دانشکده پزشکی دانشگاه دوک و «عزیز سانچاز» ترکی‌های از دانشگاه کارولینای شمالی برای مکانیسم، به این سه نفر اهدا می‌شود. در بیانیه فرهنگستان علوم سوئد آمده است که این جایزه به دلیل بررسی مکانیسم یا سازوکار و طرز بازسازی دی‌ان‌ای، به این سه نفر اهدا می‌شود. به گفته مولکولی «ترمیم برش پایه» را کشف کرده بود که به‌طور مداوم واپاشی سازوکار و طرز بازسازی دی‌ان‌ای، به این سه نفر اهدا می‌شود. به گفته کمیته نوبل، این جایزه به پاس تلاش این سه شیمی‌دان برای ارائه دانش بنیادی درباره چگونگی عملکرد یک سلول زنده و استفاده از آن برای ابداع روش‌های درمانی جدید برای بیماری‌های خطرناکی مانند سرطان به آنها اختصاص یافته است. «توماس لیندال» مکانیسم ترمیم آسیب ناشی از پرتو فرابنفش به دی‌ان‌ای استفاده می‌کنند. «پل مودریچ» موفق به شناسایی مکانیسم موسوم به ترمیم عدم تطابق شد که نشان داد سلول‌ها چگونه به اصلاح نقایصی می‌پردازند که در زمان تکثیر دی‌ان‌ای طی تقسیم سلولی رخ می‌دهند.

این پژوهش‌ها از این لحاظ اهمیت دارد که همه اطلاعات ژنتیک که بیان می‌کند بدن انسان و دیگر موجودات زنده چگونه شکل بگیرد و دستورالعمل‌هایی که بیان می‌کند بدن ما چگونه کار کند، در زن‌های ما نهفته است. این اطلاعات و دستورالعمل‌ها از سلولی به سلول دیگر و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. این زن‌ها دائم در معرض تخریب به دلیل تأثیرهای محیط هستند با این همه، زن‌ها همچنان سالم و بی‌عیب باقی می‌مانند. به بیان دیگر دی‌ان‌ای همیشه آسیب می‌بیند، اما دلیل اینکه ماده ژنتیکی انسان تجزیه یا تخریب نمی‌شود، این است که مجموعه‌ای از سیستم‌های مولکولی، پیوسته فعال‌اند که کارشان نظارت و ترمیم دی‌ان‌ای است. جایزه نوبل شیمی ۲۰۱۵ به سه محقق پیشگامی ارائه شد که چگونگی عملکرد این سیستم‌های ترمیم‌کننده را در سطح دقیق مولکولی نقشه‌برداری کرده‌اند.

در مورد دی‌ان‌ای (DNA) باید گفت این عبارت، سرواژه عبارت دزوکسی‌ریبونوکلیک‌اسید است. نقش اصلی مولکول دی‌ان‌ای ذخیره‌سازی طولانی‌مدت اطلاعات ژنتیکی است. دزوکسی‌ریبونوکلیک‌اسید مولکولی است که دستورهای ژنتیکی مورداستفاده و توسعه و عملکرد تمام موجودات زنده شاخته‌شده و بسیاری از ویروس‌ها را کدگذاری می‌کند. دی‌ان‌ای اسیدنوکلیکی شامل پروتئین و کروهِیدرات‌هاست. اسیدهای نوکلئیک از سه ماکرومولکول اصلی تشکیل شده‌اند که برای زندگی همه گونه‌های شناخته‌شده موجودات، ضروری هستند. اکثر مولکول‌های دی‌ان‌ای از دو رشته پلیمری زستی تشکیل شده‌اند که به صورت حلقه دور هم پیچ خورده‌اند و به شکل یک مارپیچ دوگانه درآمده‌اند. دو رشته دی‌ان‌ای به‌عنوان پلی‌نوکلوئید شناخته می‌شوند که از واحدهای ساده‌تری به نام نوکلئوتید ساخته شده است. هر نوکلئوتید از یک باز آلی، گوانین (G) یا سیتوزین (C)، یا آدنین (A)، یا تیمین (T) و از یک قند مونوساکاریدی به نام دزوکسی‌ریوز و یک گروه فسفات تشکیل شده است. نوکلئوتیدها به وسیله پیوند کوالانسی به‌صورت زنجیره‌ای به هم متصل می‌شوند. نوکلئوتیدها از محل قند یک نوکلئوتید با فسفات نوکلئوتید دیگر پیوند ایجاد کرده و ساختاری شبیه ستون فقرات (رشته بلند) قند و فسفات را ایجاد می‌کنند. اما این رشته مارپیچ دوگانه (بدلیل اهمیت آن در زندگی ما)، موضوع بسیار مهمی برای تحقیق و پژوهش است.

در اوایل دهه ۱۹۷۰، دانشمندان بر این باور بودند که دی‌ان‌ای ساختار ثابتی دارد؛ یعنی دی‌ان‌ای یک مولکول ثابت و بدون تغییر است. اما «توماس لیندال» نشان داد که دی‌ان‌ای با سرعت زیادی تجزیه می‌شود. سرعت این تجزیه، آن‌قدر زیاد است که قاعدتا باید پدیدآمن حیات و ماندگاری آن در زمین را غیرممکن کند. این بیشش به وی امکان داد که مکانیسم مولکولی «ترمیم برش پایه» را کشف کند که به‌طور مداوم واپاشی دی‌ان‌ای انسان را خنثی می‌کند.

«عزیز سانچاز» نیز به نقشه‌برداری از مکانیسم ترمیم برش نوکلئوتید پرداخت که سلول‌ها از آن برای ترمیم آسیب‌های دی‌ان‌ای در اثر برخورد پرتو فرابنفش، استفاده می‌کنند. افرادی که با نقص مادرزادی در این سیستم ترمیمی متولد می‌شوند، در صورت مواجهه با نور خورشید، به سرطان پوست مبتلا می‌شوند. سلول‌ها همچنین از این مکانیسم برای اصلاح نقایص ناشی از مواد جهش‌زا و موارد دیگر استفاده می‌کنند. «پل مودریچ» نیز نشان داد که سلول‌ها چگونه به اصلاح نقایصی می‌پردازند که در زمان تکثیر دی‌ان‌ای طی تقسیم سلولی رخ می‌دهند. این مکانیسم موسوم به ترمیم عدم تطابق، تعداد نقص‌ها طی تکثیر دی‌ان‌ای را هزاران برابر کمتر می‌کند. نقص مادرزادی در ترمیم عدم تطابق، برای مثال باعث یک نوع ارثی سرطان روده بزرگ می‌شود.

با توجه به اهمیت دی‌ان‌ای، ساختار کارکرد آن بود که این مولکول (که اساس انتقال موروثی و اطلاعات ژنتیکی در موجودات زنده به نسل‌های بعدی به شمار می‌رود)، موضوع یک جایزه نوبل دیگر هم شد. در سال ۱۹۶۲ «جیمز واتسون» به همراه «فرانسیس کریک» و «موریس ویلیکینز» (که نقشی مهم در کشف ساختار مولکولی دی‌ان‌ای داشتند)، جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی را دریافت کردند.

یکشنبه ۱۹ مهر ۱۳۹۴ • سال سیزدهم • شماره ۲۴۱۹ • ۹

روزنامه		
علم		
صالح نجفی: مترجم یاسارق آینده		صفحه ۱۰
عادل مشایخی: ترجمه، زبان، اندیشه		صفحه ۱۱
سعید معیدفر: زن‌جانی‌ها، سرمایه اجتماعی جامعه را زخمی کردند		صفحه ۱۲

زایه‌باز
جای خالی خبرهای واقعی
چرا علم مهجور است؟
یاسان زرکوب

هفته نوبل هم به پایان رسید و بزرگان علم و فرهنگ جهان به مردم دنیا معرفی شدند. اما نکته بسیار مهم و جالب در این ماجرا، چشم‌پوشی اکثر رسانه‌های ما از این‌ خبر و درعوض پرداختن به خبرهای تکراری اخبار هرروزه سیاسی، اقتصادی و اجتماعی یا گزارش نتیجه مسابقات است. اما از این رفتار جالب‌تر، جنجال بسیاری از رسانه‌ها درباره احتمال اهدای جایزه صلح نوبل به «محمدجواد ظریف» و «جان کری» بود. این هیجان‌زدگی تا روز پنجشنبه گذشته ادامه داشت تا آنکه روز جمعه اعلام شد این جایزه به یک مؤسسه در تونس اهدا می‌شود. هر چند گفت‌وگوهای هسته‌ای برای ما، کشورهای منطقه و استانداردها در مناطق مالاریاخیز استفاده می‌شود، سالانه چیزی حدود ۳۵۰ میلیون دوز. آرتیمیزین در بین داروهای مؤثر علیه مالاریا سریع‌تر از همه، انکل را در خون بیمار کاهشی داده و بنابراین در درمان مالاریای حاد ناشی از پلاسودیوم فالسیپاروم مؤثرترین دارو به شمار می‌رود. آمار همه‌گیری مالاریا نشان می‌دهد در چند سال اخیر با کاربرد آرتیمیزینیس، موارد مرگ‌ومیر مالاریا که عمدتا در کودکان آفریقایی بود از یک تا دو میلیون مورد در سال به حدود ۴۵۰ هزار مورد کاهش پیدا کرده است. به گفته «پیتر سسیگر»، مدیر مؤسسه ماکس پلانک و از محققان بنام مالاریا: «کشف آرتیمیزین اتفاق غایبقابل‌باور و معجزه‌سا بود، چراکه این کشف درست زمانی به وقوع پیوست که مقاومت دارویی روبه‌گسترش نسبت به کلروکین و کینین داروهای اصلی درمان مالاریا، سرنوشت دهشتناکی را برای مبتلایان به مالاریا ترسیم می‌کرد. در آن زمان اصلا کسی فکر نمی‌کرد این دارو بتواند جان میلیون‌ها انسان را از مرگ حتمی نجات دهد».

✎ **عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند**
مدل استاندارد نمی‌تواند نظریه کاملی درباره اجزای بنیادین جهان ارائه کند. کشفی که برنده جایزه نوبل فیزیک امسال شد، بینش‌های مهمی را در مورد همه نوترینوهای جهان (اعم از پنهان و پیدا) ارائه کرده است. پس از فوتون‌ها یا همان ذرات نور، نوترینوها بیشترین تعداد ماده را در کل کیهان به‌خود اختصاص داده‌اند. این ذرات پیوسته زمین را بمباران می‌کنند. بسیاری از نوترینوها، از واکنش بین تابش کیهانی و جو زمین ایجاد می‌شوند. بسیار از نوترینوهای دیگر هم در اثر واکنش‌های هسته‌ای درون خورشید تولید می‌شوند. اکنون آزمایش‌ها برای شناخت کامل‌تر نوترینوها ادامه دارد و کارهای زیادی در سراسر جهان نوترینوها می‌شود.

به هر روی کشف «نوسان و تغییر ماهیت نوترینوها» گوی سبقت را از سایر موضوعات علمی که محور تلاش‌های علمی دانشمندان در حوزه فیزیک بودند، را ربود و جایزه نوبل را از آن خود ساخت. از آنجایی که نوترینوها بار الکتریکی ندارند، تحت‌تأثیر نیروهای الکترومغناطیس قرار نمی‌گیرند. نوترینوها تنها تحت‌تأثیر نیروی هسته‌ای ضعیف قرار می‌گیرند که در مقایسه با نیروی الکترومغناطیس بُرد بسیار کوتاه‌تری دارد، اما به‌همین دلیل می‌توانند مسافت‌های بسیار طولانی را درون مواد طی کنند، بدون اینکه برهم‌کنشی با آنها داشته باشند. بیشتر نوترینوهایی که از زمین عبور می‌کنند، از خورشید صادر می‌شوند. در هر ثانیه از هر سانتی‌مترمربع زمین، در حدود ۶۵ میلیارد نوترینوی خورشیدی عبور می‌کند. جالب است که بدانیم در هر ثانیه، هزاران میلیارد نوترینو از درون بدن ما نیز عبور می‌کند و تقریباً چیزی نمی‌تواند جلوی عبور آنها را بگیرد اما از آنجایی که این ذرات هیچ برهم‌کنشی با سلول‌های بدن ما ندارند، تأثیری هم روی ما ندارند. پروفیسور «مک‌دونالد» در یک مصاحبه تلفنی گفته است که قطعا در جریان تحقیقات در این زمینه، لحظه «کشف بزرگ» هم وجود داشت و آن زمانی بود که مشاهده شد نوترینوها در مسیر حرکت از خورشید به زمین از نوعی به نوع دیگر تغییر ماهیت می‌دهند.



جایزه نوبل.

آرشمذتبرین جایزه علمی و فرهنگی است که م اسم اهدای آن، امسال آدرمه برگزار می‌شود

اختصاص نوبل پزشکی ۲۰۱۵ به کاشفان داروهای ضدانگلی درمانگران مالاریا پس از یک قرن دوباره جایزه گرفتند

بسیاری از کتاب‌های طب سنتی چین را مطالعه کرده و با کار طاقت‌فرسا بیش از دوهزار ترکیب گیاهی مختلف که علیه مالاریا توصیه شده بودند را تهیه و روی حیوانات مثال، داروی خط مقدم علیه عفونت استرئوتزلیویدیس استرکروالیس که یکی از کشنده‌ترین و خطرناک‌ترین کرم‌های انگلی در انسان به‌شمار می‌رود، همین آیورمکتین است.

نرخ همه‌گیری و موارد مرگ‌ومیر ناشی از مالاریا، مهم‌ترین بیماری عفونی انسان، در چند سال اخیر کاهش محسوسی داشته که این کاهش تا حد زیادی مدیون به‌کارگیری داروهای خانواده آرتیمیزینین است. در سال۱۹۶۷ و در خلال جنگ ویتنام، جنگی که در آن هزاران سرباز چینی تنها به‌دلیل ابتلا به مالاریا جان خود را از دست دادند، به دستور «مانوئسه تونگ»، رهبر چین کمونیست کمیته تحقیقاتی سری با عنوان ۵۷۳ با هدف کشف داروی جدید علیه مالاریا تشکیل شد. واقعیت آن است از همان زمان بروز مقاومت دارویی علیه «کلروکین» و «کینین» آنها را تا حد زیادی در درمان مالاریا بی‌اثر کرده بود. برای کشف داروی جدید علیه مالاریا، پروفیسور «ویوو تو» که در کمیته تحقیقات ذکرشده فعالیت می‌کرد

✎ **عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند**

پروفیسور «ویلیام کمپل»، محقق دانشگاه نیوجرسی آمریکا، با موافقت دانشگاه کیناساتو این سویه باکتری را از نظر خواص ضدمیکروبی بررسی کرده و متوجه خواص ضدانگلی قوی آن شد. اما به‌دلیل برخی اثرات سمی آن بر حیوان آزمایشگاهی، با ایجاد تغییرات شیمیایی بر آیورمکتین ترکیب دارویی جدید به نام آیورمکتین را تولید کرد که روی حیوانات اهلی با موفقیت استفاده شد. با توجه به تأثیر فوق‌العاده آیورمکتین در درمان عفونت‌های نماتودی حیوانات اهلی و با توجه به نیازی که برای درمان بیماری کوری رودخانه‌ای حس می‌شد، آیورمکتین در سال ۱۹۸۱ با پشتوانه مالی کمپانی مرک آلمان روی بیماران در سننگال آزمایش شد (عامل بیماری لارونماتودی به نام اونکوسرکا ولولوس).

نتایج آن‌قدر امیدوارکننده بود که کمپانی مرک توانست از سال بعد حمایت سازمان بهداشت جهانی را برای کاربرد گسترده دارو جلب کند. در سال۱۹۸۷ این دارو در اقدامی بشردوستانه توسط کمپانی مرک به رایگان در اختیار بسیاری از مردم محروم مناطق آلوده قرار گرفت و در نهایت نهمتا بیماری کسوری رودخانه‌ای را تا مرز محو کامل پیش برد، بلکه سبب کنترل وسیع فیلارنریازیس و

✎ **عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند**

نکته
- باینایی رودخانه‌ای یک بیماری چشمی و پوستی است که در نهایت به نابینایی منجر می‌شود. سازمان جهانی بهداشت می‌گوید حدود ۹۰ درصد از موارد این بیماری در آفریقا رخ می‌دهد. - فیلاریازیس لنفاوی می‌تواند به عارضه تورم اندام‌ها و دستگاه تناسلی بینجامد که به آن الفانتیازیس می‌گویند و عمدتا در آفریقا و آسیا شایع است. سازمان جهانی بهداشت می‌گوید ۱۲۰ میلیون نفر به این بیماری آلوده هستند و ۴۰ میلیون نفرشان در نتیجه عوارض این بیماری دچار بدشکلی و ناتوانی بدنی می‌شوند. - مالاریا یک بیماری منتقل‌شونده به وسیله پشه است که باوجود تلاش‌ها برای کنترل آن، هر سال ۵۰۰ هزار نفر را عمدتا در آفریقا می‌کشد.

در مقایسه با تعداد آنها در محاسبات نظری، تا دوسوم کمتر بود. اکنون این گروه تحقیقاتی دریافته بودند که دلیل کم‌شدن تعداد این نوترینوها، در حقیقت تغییر ماهیت آنها است. این کشف به یک نتیجه‌گیری گسترده منجر شد که براساس آن، نوترینوها حتما باید جرم داشته باشند. این کشف برای فیزیک بنیادی یک کشف تاریخی بود. مدل استاندارد فیزیک در مورد عمیق‌ترین کارکردهای ماده بسیار موفق بود و بیش از دو دهه در برابر همه چالش‌های تجربی مقاومت کرده بود اما از آنجایی که بر اساس این مدل، نوترینوها فاقد جرم هستند، رصدهای جدید آشکارا نشان داد که

تاریخچه کشف نوترینو
۱۹۱۴: «جیمز چادویک» به مسئله ابهام‌آمیز انرژی حرکتی ذراتی که از مواد رادیواکتیو صادر می‌شند، برخورد کرد. ۱۹۳۰: ایدیه پرتو پنهانی که «ولفگانگ پاولی» برای حفظ اصل پابستگی انرژی در تولید ذرات بتا، چاره‌ای اندیشید. «پاولی» هنگامی که برای نخستین‌بار تئوری خود را عرضه کرد، نوترون هنوز کشف نشده بود. ۱۹۳۲: «چادویک» نوترون را کشف کرد. در سال۱۹۳۳ نیز «کارل دیوید اندرسون» اولین پادزره یعنی پوزیترون را کشف کرد. ۱۹۵۶: ۲۵۰ سال پس از اینکه «پاولی» امکان وجود نوترینو را پیشنهاد کرده بود و ۴۲ سال پس از اینکه ابهامات مربوط به پرتو بتا مطرح شد، «کلاید کوان» و «فردریک ریزن» اعلام کردند وجود نوترینو بالاخره به اثبات رسیده است. ۱۹۶۲: دومین نوع نوترینو یعنی نوترینوی میون کشف شد. ۱۹۶۸: «برونو پوتنه‌کورو» و «ولادیمیر گیریف» در پی ابهامات به‌وجودآمده در اندازه‌گیری تعداد نوترینوهای خورشیدی عبوری از زمین، اعلام کردند اگر نوترینوها دارای جرم غیرصفر باشند، می‌توانند از نوعی به نوع دیگر تغییر کنند. بنابراین نوترینوهای خورشیدی گمشده، ممکن است نوترینوهای الکترونی باشند که در طول مسیر خود به سوی زمین، به‌نوعی دیگر تغییر یافته‌اند و از دید آشکارا‌سازها پنهان می‌مانند. تا پیش از این عقیده عمومی بر این رایج بود که نوترینوها دارای جرم صفر هستند. ۱۹۷۸: نیاز به وجود نوع سوم نوترینو به نام نوترینوی تاو اعلام شد ولی تا ۱۹۹۸یعنی تا ۲۰ سال پس از آن، مشاهده آن امکان‌پذیر نشده بود. ۱۹۹۸: تیم تحقیقاتی سوپر کامیوکانده از یافتن قرانن و شواهدی درباره نوترینوهایی بدون جرم صفر خبر دادند. ۲۰۱۰: تیم تحقیقاتی INFN در کرن‌ساسو ایتالیا که روی آشکارساز اپرا کار می‌کنند، مشاهده کردند تعدادی از نوترینوهایی که از سرن گسیل شدند و از نوع نوترینوی میونی بودند، در طول سفر از لابراتوارهای سرن واقع در ژنو با عبور از تونلی به طول ۷۳۰ کیلومتر، به نوترینوهای تاو تبدیل شدند (به بیان دیگر، نوسان کردند و تغییر طعم دادند). این نوسان‌ها اثبات کرد حداقل یکی از این سه نوع نوترینو می‌تواند جرم داشته باشد.

هنوز هم در بسیاری از نقاط محروم جهان که جنگ و فقر صرف اول را در تعیین سرنوشت بشر می‌زنند، بیماری‌های انگلی نظیر مالاریا سالانه صدها هزار نفر را به کام مرگ می‌فرستند. واقعیت آن است در چند دهه گذشته برخلاف سایر بیماری‌های عفونی، تنها تعداد انگشت‌شماری به داروهای مؤثر علیه این عفونت‌ها اضافه شده است. هرچه باشد این بیماری‌ها گریبان‌گیر کشورهای مرفه و پیشرفته نیست که آنها را به تحقیق بیشتر در این زمینه وادارد و در چنین شرایطی است که رویکرد کمیته جایزه نوبل به حل مشکلات این مناطق محروم، اهمیتی ویژه و مضاعف می‌یابد. گرچه اهمیت کشف دارویی نظیر «آیورمکتین» که صدها هزار نفر را در مناطق دورافتاده آفریقا و آمریکای لاتین از کوری رودخانه‌ای نجات می‌دهد و با درمان مؤثر «فیلاریازیس» و «پاپیلی» ناشی از آن، بار اقتصادی سستگینی را از دوش مردمان فقیر آسیای جنوب شرقی برمی‌دارد و نیز «آرتیمیزین» که در شرایط نامیدی حاصل از بی‌اثرشدن داروهای ضدمالاریا یکباره ورق را برمی‌گرداند و به کاهش سریع همه‌گیری بیماری کمک شایانی می‌کند، بسیار فراتر از کسب جایزه نوبل است.

در دهه ۷۰ میلادی، پروفیسور «ساتوشی آمورا»، شیمی‌دان و فارماکولوژیست دانشگاه کیناساتو، در توکیو، پایتخت ژاپن، توانست با ابداع روش‌های آزمایشگاهی نوین انواع جدیدی از باکتری «استریپتومایسس» را کشت داده و شناسایی کند. تا قبل از آن، کشت این باکتری بسیار سخت و مشقت‌بار بود. وی در مرحله بعد با بررسی چندین‌هزار باکتری کشت داده‌شده، ۵۰۱ انیزوله را که به‌نظر دارای خواص ضدمیکروبی قوی‌تری بودند، جداسازی کرد. بعدها از یک سویه از این باکتری‌ها که مجاور یک زمین گلف جمع‌آوری شده بود و «استریپتومایسس اورمیتیلیس» نام گرفت، ترکیب دارویی آیورمکتین به دست آمد.

✎ **عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند**

آشنایی با برندگان نوبل فیزیک ۲۰۱۵ ودستاوردهای آنان تغییر بنیادین در نگرش به ماده و برهم‌کنش آنها با بررسی خواص نو ترینوها

✎ **محمدرضا دستورانی**

در مقایسه با تعداد آنها در محاسبات نظری، تا دوسوم کمتر بود. اکنون این گروه تحقیقاتی دریافته بودند که دلیل کم‌شدن تعداد این نوترینوها، در حقیقت تغییر ماهیت آنها است. این کشف به یک نتیجه‌گیری گسترده منجر شد که براساس آن، نوترینوها حتما باید جرم داشته باشند.

این کشف برای فیزیک بنیادی یک کشف تاریخی بود. مدل استاندارد فیزیک در مورد عمیق‌ترین کارکردهای ماده بسیار موفق بود و بیش از دو دهه در برابر همه چالش‌های تجربی مقاومت کرده بود اما از آنجایی که بر اساس این مدل، نوترینوها فاقد جرم هستند، رصدهای جدید آشکارا نشان داد که

برای اینکه چنین تغییر و تبدیلی صورت گیرد، لازم است که نوترینوها جرم داشته باشند. این در حالی است که دانشمندان سال‌ها در مورد جرم‌دار بودن این ذرات، شک و تردید داشتند. این کشف، درک انسان را درباره ماهیت ماده و همچنین چگونگی کارکرد آن تغییر داده و از اهمیت بسیار زیادی در بیشش بشر درمورد جهان برخوردار است. «تاکاسی کاجیتا»، حدود سال۲۰۰۰ دریافت نوترینوهای جو در مسیر خود برای رسیدن به آشکارساز سوپر کامیوکانده در ژاپن، تغییر ماهیت ماده را در همان زمان، یک گروه تحقیقاتی در کانادا به سرپرستی «آرتور بی‌مک‌دونالد» نشان دادند که نوترینوهای خورشید در مسیر خود به سمت زمین ناپدید نمی‌شوند یا از بین نمی‌روند بلکه در زمان ورود به رصخانه نوترینوی سادبری تغییر ماهیت می‌دهند. به این ترتیب یک معمای نوترینویی که سال‌های متداهی فیزیک‌دانان را سردرگم کرده بود، حل شد. تعداد نوترینوهایی که در عمل اندازه‌گیری می‌شدند،