جاذبه یکی از نیروهای اساسی جهان است که هر لحظه روی ما اثر می‌گذارد .**جاذبه** ما را روی زمین نگه می‌دارد، توپ بیس‌بال و بسکتبال را به پایین می‌کشد و به ماهیچه‌های ما چیزی برای مبارزه می‌دهد .**نیروی گرانش** در **سطح کیهان** نیز به همین اندازه مهم و تاثیرگذار است.

از **فروپاشی ابرهای هیدروژنی** به **ستاره‌ها** تا چسباندن کهکشان‌ها به هم، گرانش یکی از معدود عوامل مهمی است که رویدادهای وسیع **تکامل کیهان** را شکل می‌دهد. شاید بتوان داستان گرانش را همان داستان فیزیک در نظر گرفت، زیرا برخی از بزرگ‌ترین نام‌های این رشته با تعریف نیرویی که بر زندگی‌شان حکمرانی می‌کند، شهرت پیدا کرده‌اند.

با این حال حتی پس از بیش از ۴۰۰ سال مطالعه، این نیروی سحرانگیز همچنان یکی از بزرگ‌ترین اسرار رشته فیزیک است. تا انتهای این مقاله با ما همراه باشید تا **نیروی جاذبه** را بیشتر بشناسید.

گرانش: یک نیروی جهانی

چهار **نیروی بنیادی** در دنیا وجود دارد .**نیروی هسته‌ای** قوی و **نیروی هسته‌ای** ضعیف فقط در **مرکز اتم‌ها** عمل می‌کنند . **نیروی الکترومغناطیسی** بر اجسام دارای بار اضافی (مانند **الکترون‌ها**، **پروتون‌ها** و جوراب‌هایی که روی فرش کشیده شده‌اند) حاکم است و گرانش روی اجسام دارای جرم اثر می‌گذارد.

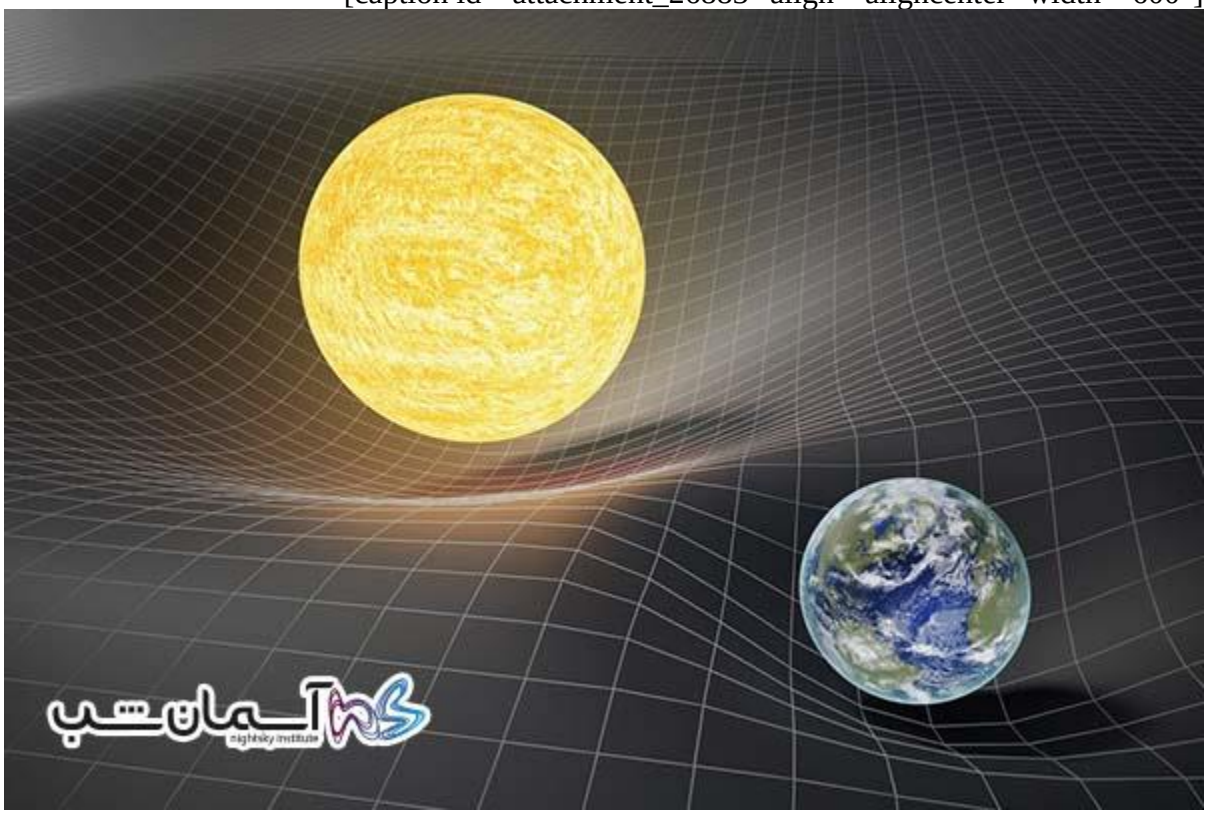
سه نیروی اول تا همین چند قرن اخیر تا حد زیادی از توجه بشر دور بودند. در مقابل، **نیروی گرانش** که بر همه چیز، از قطره‌های باران گرفته تا گلوله‌های توپ اثر می‌گذارد، از مدت‌ها پیش مورد بحث و بررسی بوده است.

فیلسوفان یونان باستان و هند متوجه شدند که اجسام به طور طبیعی به سمت **زمین** حرکت می‌کنند. با این حال، **نیوتن** بود که آن را از تمایل غیرقابل وصف اشیاء به پدیده‌ای قابل اندازه‌گیری و قابل پیش‌بینی تبدیل کرد.

کشف نیوتن که در سال ۱۶۸۷ در رساله او با عنوان **اصول ریاضی فلسفه طبیعی** منتشر شد، این بود که هر جسمی در جهان، از یک دانه شن گرفته تا **بزرگ‌ترین ستاره‌ها**، هر جسم دیگری را به سمت خود می‌کشد. این مفهوم وقایعی را که نامربوط به نظر می‌رسیدند، از افتادن سیب روی زمین گرفته تا **چرخش سیاره‌ها دور خورشید**، در کنار یکدیگر قرار داد.

نیوتن همچنین فرمولی برای **جاذبه** ارائه کرد: دو برابر شدن جرم یک جسم، کشش آن را دو برابر می‌کند و نزدیک کردن دو جسم به میزان دو برابر، کشش متقابل آن‌ها را چهار برابر می‌کند. نیوتن این ایده‌ها را در قانون جهانی گرانش خود قرار داد.

[caption id="attachment_26883" align="aligncenter" width="600"]



جاذبه چطور کار می کند؟[/caption]

جاذبه چگونه کار می‌کند؟

این که **جاذبه چطور کار می کند** سوالی با پاسخی پیچیده است. نیوتن به این سوال به خوبی با **قانون گرانش جهانی** پاسخ می‌دهد. جواب او به قدری خوب است که ثابت تناسب را **ثابت گرانشی نیوتن** می‌نامیم و آن را با GN یا فقط G نشان می‌دهیم. به شکل معادله، **نیروی گرانشی** Fبین دو جسم را به صورت F = Gm1m2/r^2 می‌نویسم. در این معادله، m1و m2 دو جرم و r فاصله بین مراکز آن‌ها است.

برخلاف g (حرف کوچک) که در هر مکانی متفاوت است، به نظر می‌رسد G ثابت طبیعت و در هر مکان و در هر زمانی یکسان است. تلاش زیادی برای اندازه‌گیری بسیار دقیق G انجام شده است. با این حال، این ثابت طبیعت ضعیف‌تر از بقیه اندازه‌گیری شده بوده و تنها حدود ۲۰ قسمت در میلیون شناخته‌شده است. در مقابل، ثابت قابل مقایسه برای **نیروی الکترومغناطیسی** که ثابت ساختار ریز یعنی آلفا نامیده می‌شود، تقریبا یک قسمت در ۱۰ میلیارد اندازه‌گیری شده است.

بنابراین، **قانون گرانش نیوتن** نحوه کار گرانش را در بیشتر شرایط به خوبی توضیح می‌دهد. بدون شروع بحث‌هایی درباره اینکه چه کسی ابتدا چه چیزی را مطرح کرد، فرض کنیم که نیوتن این قانون را در سال ۱۶۸۶ کشف کرد (یا حداقل برای اولین بار مطرح کرد). آنچه شگفت‌انگیز است این است که توضیح او به قدری خوب بود که همه چیزهایی را که اخترشناسان درباره مدار سیاره‌ها و قمرها می‌دانند، توضیح می‌دهد.

برای اطلاع از مقاله **خورشید چقدر داغ است؟** روی لینک کلیک کنید.

با این حال، در اواخر دهه ۱۸۵۰ مشخص شد که **مدار عطارد** کمی اشتباه بوده است. اگر بخواهیم دقیق‌تر بگوییم، جهت مدار بیضوی آن حدودا ۴۳ ثانیه قوسی انحراف دارد. یک ثانیه قوسی معادل ۱/۳۶۰۰ درجه در هر قرن است. این واقعیت انگیزه‌ای برای **انیشتین** شد تا **نظریه نسبیت عام** (GR) خود را در سال ۱۹۱۵ منتشر کند.

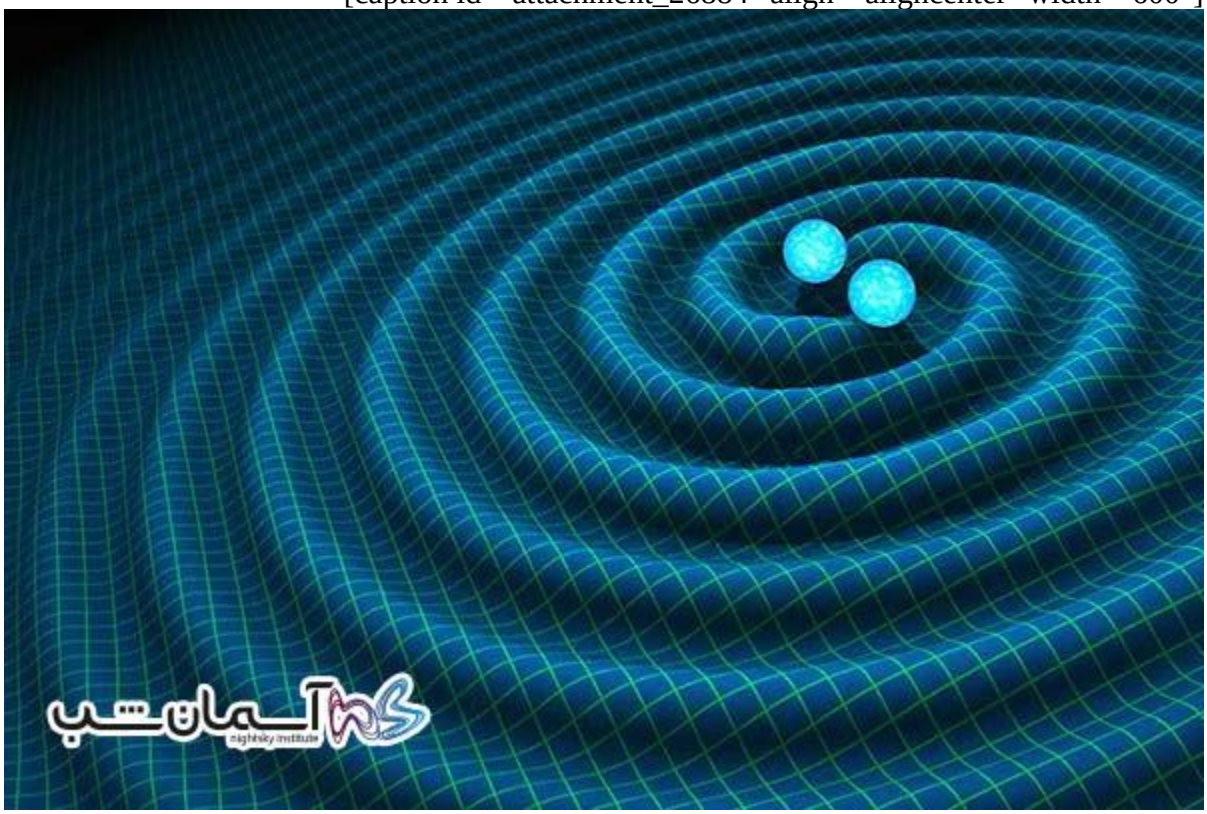
نظریه نسبیت عام انیشتین برداشتی کاملا متفاوت از ماهیت گرانش دارد. در واقع، برداشتی کاملا متفاوت از ماهیت مکان و زمان دارد. این رایج‌ترین تفسیر GR است که **تفسیر هندسی** نامیده می‌شود.

تفسیر داستانی است که ما به زبان عادی درباره معادله‌های ریاضی یک نظریه می‌گوییم. معادله‌های ریاضی را با اندازه‌گیری‌ها مقایسه می‌کنیم، ولی از داستان برای توضیح دادن آن‌ها استفاده می‌کنیم. داستان همچنین به ما کمک می‌کند درباره نظریه فکر کنیم.

بر اساس معادله پیش از GR یعنی **نسبیت خاص**)که توسط انیشتین در سال ۱۹۰۵ منتشر شد(، **فضا** و زمان به روشی که ما معمولا درباره آن‌ها فکر می‌کنیم و نحوه برخورد دانشمندان با آن‌ها، تا آن زمان از هم جدا نیستند. آن‌ها بخشی از یک شی یا مفهوم ترکیبی به نام **فضازمان** هستند.

تقسیم فضازمان به فضا و زمان بستگی به شخصی دارد که آن را انجام می‌دهد. به خصوص دو نفر که نسبت به یکدیگر در حال حرکت هستند، این جداسازی را متفاوت از هم انجام می‌دهند.

[caption id="attachment_26884" align="aligncenter" width="600"]



جاذبه و نظریه نسبیت عام[/caption]

بر اساس **نظریه نسبیت عام**، فضا (و زمان) ایستا نیستند. ما عادت داریم فضا را صحنه‌ای غول‌پیکر تصور کنیم که بازیگران، یعنی سیاره‌ها و ستاره‌ها در آن حرکت می‌کنند. بنابراین، در تصویر ما فضا حرکت نمی‌کند.

نظریه نسبیت عام این تصور را خط می‌زند و می‌گوید که در واقع فضا (زمان) در پاسخ به حضور اجسام (یعنی جرم و انرژی) در آن تغییر می‌کند. این تغییرها به شکل تغییر در هندسه و قوانینی هستند که نحوه ارتباط فواصل و زوایای بین نقاط در فضا را توصیف می‌کنند.

قواعد هندسه‌ای که در دوره راهنمایی یاد می‌گیریم یعنی **هندسه اقلیدسی**، کاملا درست نیست. زیرا فضا (زمان) اقلیدسی (یا به عبارتی تخت) نیست، بلکه منحنی است و انحنا از مکانی به مکان دیگر و از یک زمان به زمان دیگر تغییر می‌کند.

انیشتین همچنین می‌گوید که اجسام در این **هندسه فضازمان** منحنی حرکت می‌کنند. آنچه ما به عنوان تاثیرهای گرانش (مثلا روی توپ‌های در حال سقوط) درک می‌کنیم، در واقع حرکت اجسام در طول فضازمان منحنی است.

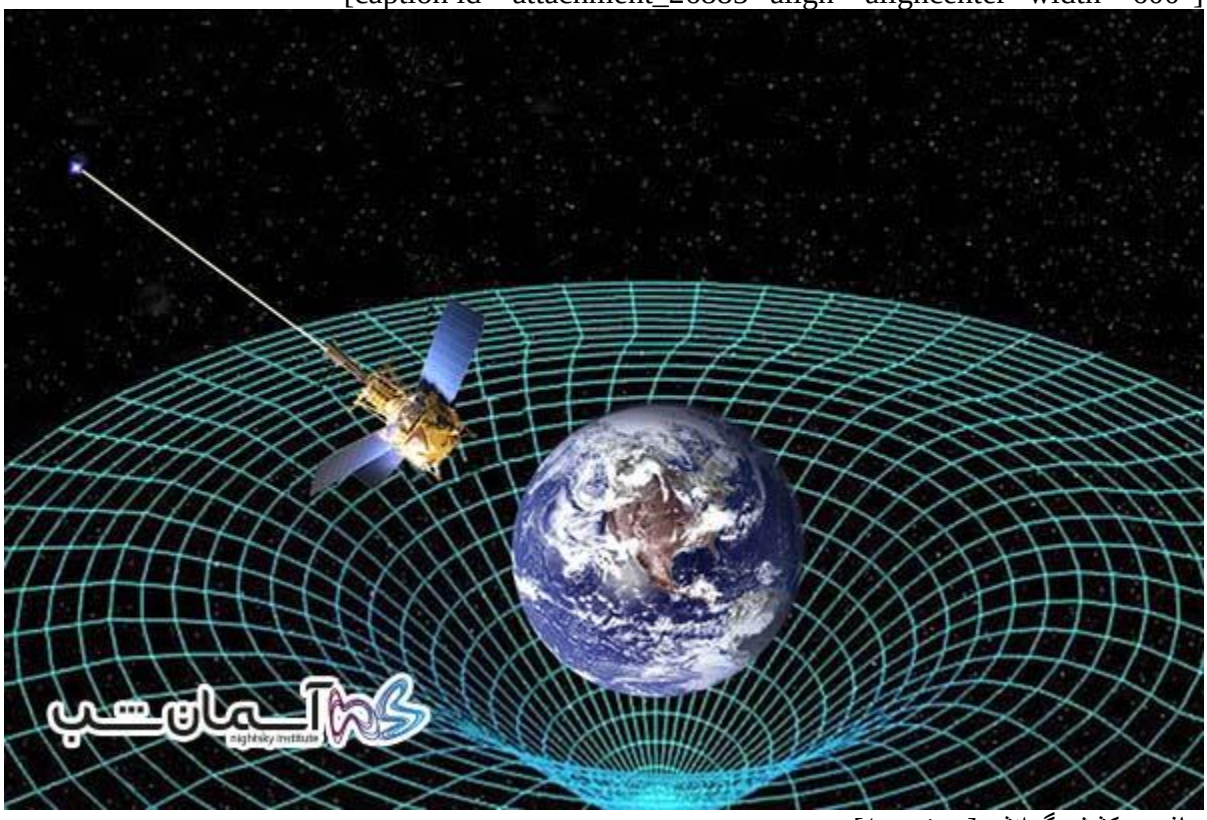
بنابراین انیشتین می‌گوید که اگر یک توپ بیس‌بال را از بیرون میدان به سمت یک بازیکن پرتاب کنیم و ببینیم که کمانه می‌کند، اتفاقی که واقعا می‌افتد این است که **زمین** فضازمان اطراف خود را منحنی کرده است و بیسبال مسیر مستقیمی را از میان این فضازمان منحنی از بیرون زمین تا بازیکن طی می‌کند.

به طور خلاصه طبق گفته انیشتین، گرانش عبارت است از **انحنای فضازمان** توسط تمام اجرام موجود در آن، همراه با **حرکت‌های ژئودزیکی** (مستقیم) آن اجرام در فضازمان.

یک تشبیه خوب برای درک بهتر این موضوع این است که تصور کنید یک ورقه لاستیکی روی یک قاب وصل شده است و یک توپ بولینگ را در مرکز آن قرار می‌دهید. ورقه کشیده می‌شود. سپس اگر چند تیله را روی سطح این ورق رها کنید، در مسیرهایی حرکت می‌کنند که به نظر شما منحنی هستند، این مسیرها در واقع در هندسه ورق منحنی مسیرهای صاف هستند.

نظریه نسبیت عام، به خصوص در **منظومه شمسی** کاملا آزمایش‌شده و اثبات‌شده است.

[caption id="attachment_26885" align="aligncenter" width="600"]



جاذبه و کشش گرانشی[/caption]

کشش گرانشی روی زمین چیست و چگونه آن را می‌شناسیم؟

اگر صبح از خواب بیدار شوید و روی ترازو بایستید، **کشش گرانشی زمین** را روی خود اندازه می‌گیرید. به این کشش وزن می‌گوییم. وقتی روی ترازو می‌روید اتفاقی که می‌افتد این است که ترازو **کشش گرانشی زمین** را روی شما با نیروی یک دسته فنر که به سمت بالا فشار می‌آورند، متعادل می‌کند. هر چه فنر را بیشتر فشرده کنید، بیشتر به سمت بالا فشار می‌آورد. نمایشگر روی ترازو نشان می‌دهد که فنرها با چه شدتی فشار می‌آورند.

یک راه دیگر برای **اندازه‌گیری کشش گرانشی** وجود دارد و آن انداختن چیزی مثل کدو و بررسی میزان شتاب آن است. نیوتن به ما یاد داده است که $F = ma$. این فرمول قانون دوم حرکت نیوتن است. در این فرمول، F یک نیرو است که در این مورد **نیروی گرانشی** واردشده بر کدو تنبل است، m جرم کدو و a شتاب آن است. بنابراین، اگر شتاب کدو و جرم آن را اندازه بگیرید، می‌توانید نیروی گرانش روی آن را به‌دست آورید.

برای اطلاع از مقاله **10تلسکوپ بزرگ روی زمین** روی لینک کلیک کنید.

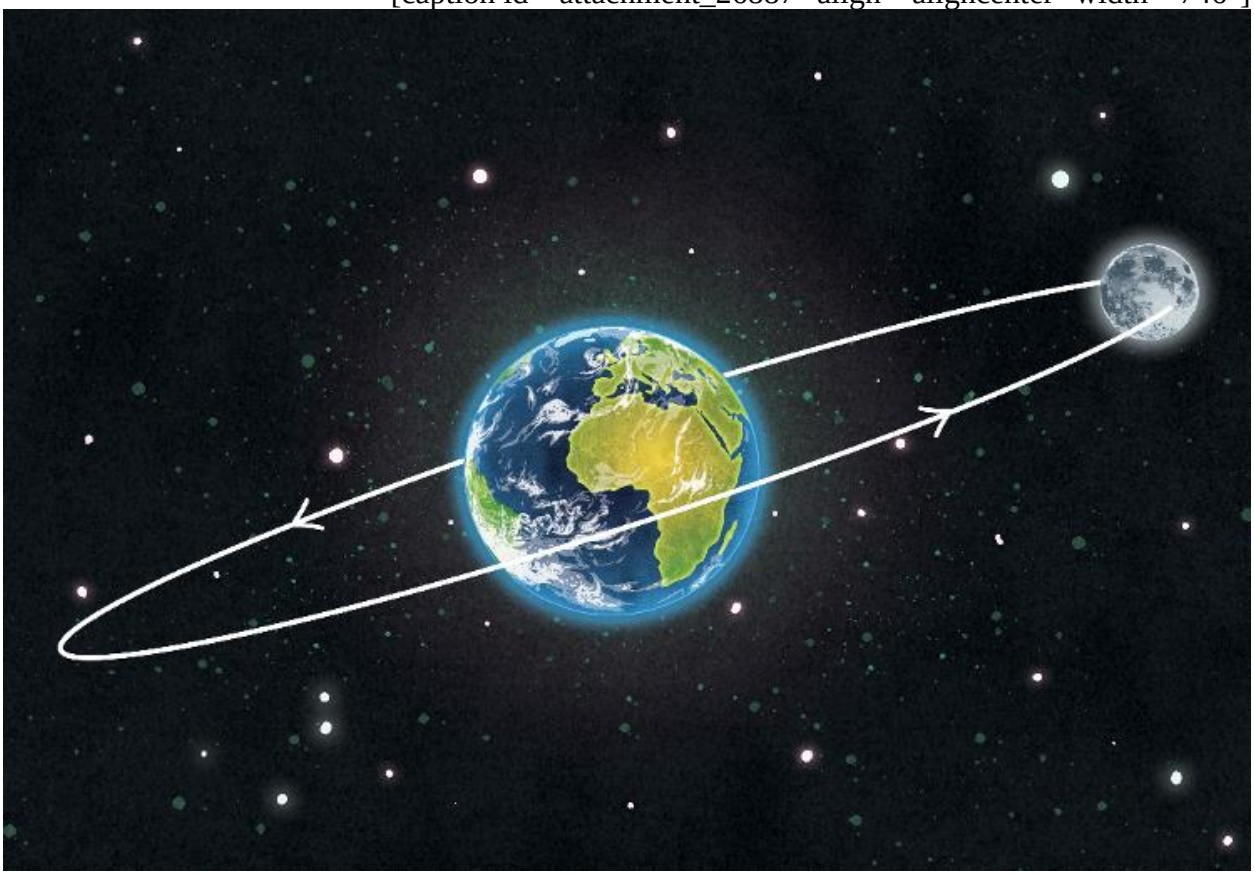
جالب این است که مهم نیست چه چیزی را رها کنیم. اگر بتوانیم اثر **مقاومت هوا** را جبران کنیم یا نادیده بگیریم یا حذف کنیم، متوجه می‌شویم که با همان شتاب سقوط می کند، یعنی تقریبا ۹.۸ متر بر ثانیه. به این g شتاب ناشی از گرانش می‌گوییم.

این همان افسانه معروف است که **گالیله** اشیاء را از برج پیزا پایین می‌اندازد .**نیروی گرانش** با جرم جسم متناسب است. این یک کشف مهم است که فیزیکدانان آن را اصل هم‌ارزی می‌نامند.

کشش گرانشی زمین در سطح زمین mgاست که m جرم جسم و g معادل ۹.۸ متر بر ثانیه است. بنابراین، کشش گرانشی روی زمین همان نیرویی است که باعث شتاب تقریبا ۹.۸ متر بر ثانیه می‌شود. این g واقعا ثابت نیست و به فاصله از **مرکز زمین** بستگی دارد G .در نزدیکی **قطب شمال و جنوب** کمی بالاتر و در نزدیکی استوا کمی پایین‌تر است.

نیوتن قبلا این تفاوت را در دهه ۱۶۰۰ درک کرده بود. او **قانون گرانش جهانی** نیوتن را به ما آموخت که می‌گوید: «هر ذره در این دنیا ذره دیگر را با نیرویی متناسب با حاصلضرب جرم آن‌ها و متناسب با معکوس مجذور فاصله بین مراکز آن‌ها جذب می کند». در مثال ما، دو ذره زمین و کدو هستند.

[caption id="attachment_26887" align="aligncenter" width="746"]



تاثیر جاذبه[/caption]

آیا گرانش بر زمان اثر می‌گذارد؟

بله. مثلا ساعت‌ها در نزدیکی یک جسم بزرگ آهسته‌تر کار می‌کنند. به عبارت دیگر، اگر دو ساعت بسیار دقیق و یکسان داشته باشید و یکی را در آزمایشگاهی در **سطح دریا** و دیگری را در یک کوه مرتفع قرار دهید، متوجه می‌شوید ساعتی که در سطح دریا قرار دارد کندتر از ساعتی که در کوه است کار می‌کند.

شاید فکر کنید که برای ساعت‌ها مشکلی پیش آمده است و جای آن‌ها را عوض کنید ولی باز هم ساعتی که در **سطح دریا** قرار دارد کندتر از ساعت روی کوه کار می‌کند. البته فکر نکنید که می‌توانید از این پدیده برای به تعویق انداختن تولد بعدی‌تان استفاده کنید.

بعد از چند میلیارد سال، **هسته زمین** چند سال جوان‌تر از **سطح زمین** است اما برای اندازه‌گیری این اثر خیلی کوچک نیست . **تاثیر گرانش روی زمان** اولین بار در سال ۱۹۵۹ توسط پوند و ربکا به صورت تجربی تایید شد.

گرانش: ابزاری برای کشف

توصیف مدرن گرانش آنقدر دقیق نحوه تعامل جرم‌ها را پیش‌بینی می‌کند که به **راهنمای اکتشاف‌های کیهانی** تبدیل شده است.

ستاره‌شناسان آمریکایی »**ورا روبین** «و» **کنت فورد** «در دهه ۱۹۶۰ متوجه شدند که کهکشان‌ها به اندازه کافی سریع می‌چرخند تا ستاره‌ها را مانند سگی که قطره‌های آب را پخش می‌کند، به بیرون پرتاب کنند. از آن جایی که کهکشان‌هایی که مورد مطالعه قرار دادند در حال از هم پاشیدن نبودند، به نظر می‌رسید چیزی به آن‌ها کمک می‌کند تا به هم بچسبند.

مشاهده‌های کامل روبین و فورد شواهد محکمی را ارائه کرد که از نظریه قبلی» **فریتس تسوئیکی**«، ستاره‌شناس سوئیسی که در دهه ۱۹۳۰ ارائه شد، پشتیبانی می‌کرد. بر اساس این نظریه، بعضی از **جرم‌های نامرئی** مختلف **سرعت کهکشان‌ها** را در یک خوشه مجاور افزایش می‌دهند.

بیشتر فیزیکدانان در حال حاضر معتقد هستند که این **ماده تاریک** اسرارآمیز آن قدر **فضازمان** را می‌پیچد تا کهکشان‌ها و **خوشه‌های کهکشانی** را دست‌نخورده نگه دارد. با این حال، برخی دیگر این فرضیه را مطرح کرده‌اند که گرانش ممکن است در مقیاس‌های گسترده کهکشان نیروی بیشتری وارد کند. در این صورت، **معادله‌های نیوتن و انیشتین** هر دو به اصلاح نیاز دارند.

اصلاح نسبیت عام باید در واقع ظریف باشد. زیرا محققان اخیرا یکی از ظریف‌ترین پیش‌بینی‌های این نظریه را شناسایی کرده‌اند، یعنی وجود **امواج گرانشی** یا **امواج در فضازمان** که ناشی از شتاب توده‌ها در فضا است.

از سال ۲۰۱۶، یک همکاری تحقیقاتی شامل سه ردیاب در ایالات متحده و اروپا، **امواج گرانشی** متعددی را که از زمین عبور می‌کنند اندازه‌گیری کرده است. ردیاب‌های بیشتری در راه هستند که عصر جدیدی از نجوم را رقم خواهند زد. در این عصر جدید، محققان **سیاه‌چاله‌های دوردست** و **ستاره‌های نوترونی** را نه با نوری که از خود ساطع می‌کنند، بلکه با توجه به اینکه چگونه هنگام برخورد با بافت فضا سروصدا می‌کنند، مورد مطالعه قرار می‌دهند.

با این حال، **موفقیت‌های تجربی نسبیت عام** فقط ظاهر چیزی است که بسیاری از فیزیکدانان آن را به عنوان یک شکست تئوریک مهلک می‌دانند. چون این **نظریه فضازمان کلاسیک** را توصیف می‌کند، ولی به نظر می‌رسد که جهان در نهایت **کوانتومی** بوده یا از ذره‌ها مانند **کوارک‌ها** و **الکترون‌ها** تشکیل شده است.

مفهوم کلاسیک فضا (و گرانش) به عنوان یک پارچه صاف با تصویر کوانتومی جهان به عنوان مجموعه‌ای از ذره‌های کوچک در تضاد است. نحوه گسترش مدل استاندارد حاکم بر فیزیک ذره‌ها که شامل همه ذره‌های شناخته‌شده و همچنین سه

نیروی بنیادی دیگر (الکترومغناطیس، نیروی ضعیف و نیروی قوی) است تا فضا و گرانش را در سطح ذره پوشش دهد، یکی از عمیق‌ترین **اسرار فیزیک مدرن** محسوب می‌شود.

نتیجه

در نهایت به این نکته میرسیم که همه نظریات و کشفیات برای پیشبرد و پیشرفت زندگی بشر به کار برده می شود. نظریات و کشفیاتی که هر کدام به نوبه خود کمک بزرگی به جامعه بشری کرده است. جاذبه و دیگر کشفیات بشر با مطالعه و بررسی بوجود آمده است. جاذبه پدیده است که انسان را روی کره کروی شکل نگه داشته است. البته باید بگوییم که آسمان نیز شگفتی های عجیبی را در خود جای داده است و شما می توانید با **خرید تلسکوپ** این شگفتی ها را رصد کنید .**خرید تلسکوپ** در **سایت موسسه طبیعت آسمان شب** با بهترین قیمت و کیفیت امکان پذیر است.