۳۳

نظریه سی. پی. اچ. و زمان

مقدمه:

زمان یکی از پیچیده ترین کمیت هایی است که همواره ذهن همگان را بخود مشغول داشته و دانشمندان و فلاسفه بسیاری تلاش کرده اند ماهیت آن را شناسایی و تبیین کنند. در این مورد اندیشه های ملا صدرا عمق و غنای خاصی دارد. شاید دلیل کنجکاوی و حساسیت انسان نسبت به زمان ناشی از عمر کوتاه وی و آرزوی برخورداری از یک زندگانی جاوید باشد. همین کنجکاوی و حساسیت موجب پیدایش سئوالات بسیاری در مورد زمان شده که اساسی ترین آنها را می توان در سئوالات زیر خلاصه کرد:

۱ – ماهیت زمان چیست؟

۲ – آغاز و پایان جهان چگونه است؟

۳– آیا می توان حرکت زمان را کندتر یا تندتر کرد؟

٤– آیا می توان گذشته را بازسازی کرد؟

۵ – چرا جهت زمان از گذشته به آینده است؟

هدف این فصل پاسخ فیزیکی به سئوالات بالا با استفاده از نظریه سی. پی. اچ. است. در فصول گذشته زمان از نقطه نظر مکانیک کلاسیک و نسبیت تشریح شد، اما در اینجا زمان نسبیتی بگونه ای متفاوت که در قبلا در این کتاب بیان نشده، توضیح داده می شود تا زمینه توجیه بهتر زمان از دیدگاه نظریه سی. پی. اچ. فراهم گردد.

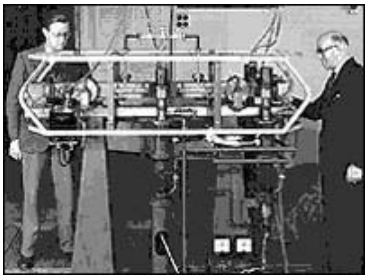
۳۳ - ۱ ساعت

ساعت ابزاری است که تکرار پدیده ای خاص را نشان می دهد. زمین یک ساعت است، زیرا دائما تکرار طلوع و غروب خورشید را نشان می دهد. قلب انسان نیز یک ساعت است، زیرا ضربانش پدیده ای تکراری است. اما برخی ساعتها منظم تر از برخی دیگر هستند. در مقام مقایسه زمین از قلب منظم تر است. زیرا با دویدن یا بیماری آهنگ ضربان قلب تغییر می کند. بنابراین زمین و قلب را نمی توان دو ساعت یکسان دانست، زیرا گاهی فاصله دو طلوع خورشید با تعداد x و گاهی با تعداد y ضربان قلب اتفاق می افتد. بنابراین برخی از ساعتها بهتر از ساعت های دیگر هستند و بهترین ساعت شناخته شده، ساعت اتمی است.

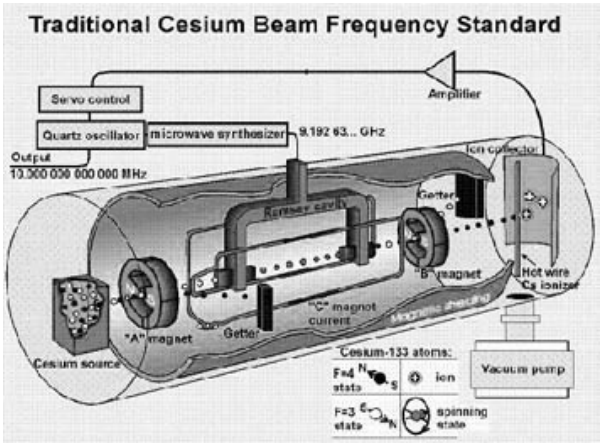
ساعت اتمی عبارت از نمایشگری است که بسامد گذرهای اتمی را شمارش می کند و آن را مانند ساعت نشان می دهد. می دانیم که هرگاه الکترون از مدار بالا به مدار پائین سقوط کند، امواج الکترومغناطیسی تابش می کند. بسامد موج تابیده شده برای اتمهای مختلف و ترازهای مختلف متفاوت است. هرچند که بسامد تابش را از روی زمان تعریف می کنند، اما می توان معیار سنجش زمان را نیز بسامد تابش الکترومغناطیسی قرار داد. اندیشه استفاده از اتم به عنوان ساعت، نخستین بار در سال ۱۸۷۹ توسط کلوین مطرح شد. وی اظهار داشت برای اندازه گیری فاصله زمانی، اتم از هر چیزی بهتر است. اما در زمان کلوین ساختار اتم و ترازهای انرژی اتمی هنوز شناخته نشده بود. پس از پیشرفت مکانیک کوانتوم و پذیرش ترازهای انرژی توسط فیزیکدانان، اندیشه استفاده از ساعت اتمی دوباره زنده شد و نخستین ساعت اتمی توسط لوییس اسن[۱]، اختراع شد (شکل۳۳-۱).

روش کار به این شکل است که منبع اتم سزیوم در یک حفره کوچک قرار دارد و آن را تا ۹۰ درجه سلسیوس گرم می کنند. اتمهای برانگیخته شده، تابش می کنند و دوباره به تراز های قبلی بر می گردند. در این تابش انواع بسامد های مربوط به تراز های مختلف وجود دارد. به دلیل درهم بودن بسامد های مختلف، به عنوان ساعت قابل استفاده نیست. اما اگر بتوان تابش خاصی مثلا سقوط الکترون از n=٤ به n=۳ را جدا کرد، در این صورت می توان تعدادی از این بسامدها را به عنوان واحد زمان انتخاب کرد (شکل۳۳-۲ الف و ب).

[۱] - Louis Essen (۱۹۰۸-۱۹۹۷)



شکل۳۳-۱:در سال ۱۹۵۵ لوییس اسن، فیزیکدان انگلیسی نخستین ساعت اتمی را ساخت.



شکل۳۳- ۲ الف: شکل بالا طرز کار ساعت اتمی لوییس اسن را نشان می دهد.

شکل۳۳-۲ ب: لوله گذر تابش اتم سزیوم

فرض کنیم بسامد تابش مزبور در شرایط تحمیل شده به سامانه V باشد، در صورتی که همین شرایط دوباره برقرار گردد، بسامد مورد نظر را تولید خواهد کرد. اما اگر شرایط کمی تغییر کند، بسامد تابش نیز تغییر خواهد کرد. با در نظر گرفتن تغییر بسامد مورد نظر، می توان نقش عامل تغییر دهنده را مشخص کرد.

به عنوان مثال اگر ارتفاعی که دستگاه در آنجا نسب شده h باشد، چنانچه دستگاه (که اکنون ساعت نامیده می شود) را به ارتفاع h_1 ببریم، اگر بسامد ν نیز تغییر کند، در این صورت می توانیم نقش پتانسیل گرانشی را در آهنگ ساعت تعیین کنیم. با استفاده از ساعت اتمی سزیوم ۱۳۳ (Cs-۱۳۳) واحد زمان و واحد طول به صورت کاملا وابسته تابش اتمی تعریف شد.

تعریف واحد زمان: یک ثانیه فاصله زمانی است که تابش یکنوع ایزوتوپ اتم سزیوم ۱۳۳ به تعداد 9,192,631,770 Hertz ارتعاش کند. دستگاه اختراعی لوییس اسن، دقیقا همین کار را انجام می دهد.

۳۳ – ۲ زمان ویژه

زمان ویژه زمانی است که ناظری که در فضا – زمان حرکت می کند، بوسیله ساعت خود اندازه گیری می کند. زمان ویژه در نسبیت عام اهمیت زیادی دارد، زیرا آثار انبساط زمان را ناظر توسط آن می تواند در موقعیت های مختلف و در مسیر های متفاوتی که در فضا – زمان طی می کند، بسنجد. فرض کنیم زمانی که ناظری مسیر p را در فضا – زمان طی می کند، برابر T باشد، در این صورت زمان ویژه ناظر از انتگرال زیر به دست می آید:

$$T = \int_p dT \qquad (۱-۳۳)$$

که در آن dT اندازه زمانی است که در مسافت کوتاه dp اندازه گیری شده که از رابطه زیر به دست می آید:

$$dT = \sqrt{g_{\mu\nu} dx_{\mu} dx^{\mu}} \qquad (۲-۳۳)$$

زیر رادیکال طول ژئودزیک مسیر ناظر در فضا – زمان نسبیت عام است که اگر آن را با استفاده از فضا – زمان مینکوفسکی بیان کنیم به صورت زیر خواهد شد:

$$dT = \int_p \sqrt{dt^2 - \frac{dx^2 + dy^2 + dz^2}{c^2}} \qquad (۳-۳۳)$$

دیسک دوار

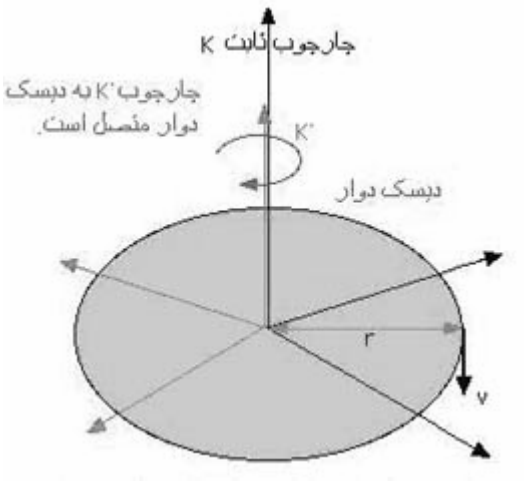
از آنجاییکه در نسبیت عام چارچوبهای شتاب دار مورد بررسی قرار می گیرد، لذا می توان دیسک دوار را یک چارچوب شتابدار در نظر گرفت و رویدادها از جمله مسئله ی زمان را در آن مورد بررسی قرار داد. دیسک

چرخانی را در نظر بگیرید که با سرعت دورانی ω در حال چرخش حول محوری است که از مرکز آن می گذرد. زمان ویژه برای ناظر دوار که به دور ناظر دیگری می چرخد، از رابطه زیر به دست می آید (شکل۳۳-۳).

$$dT = \sqrt{1-(\frac{r\omega}{c})^2} = \sqrt{1-(\frac{\mathrm{v}}{c})^2} \qquad (٤-٣٣)$$

که نشان می دهد زمان ناظر چرخان کمتر از زمان ناظر ثابت است. از دید ناظر ساکن K، محیط دایره برابر $2\pi\mathrm{r}$ است. اما از دید ناظر K' این محیط برابر است با:

$$\frac{2\pi r}{\sqrt{1-(\frac{\mathrm{v}}{c})^2}} \qquad (٥-٣٣)$$



شکل۳۳-۳: دیسک چرخان

در نسبیت خاص زمان تابع سرعت و در نسبیت عام تابع شتاب دستگاه است. در هر صوردت دو مسئله در اینجا قابل توجه و جمع بندی است:

۱ – افزایش سرعت خطی **v** موجب کند شدن زمان می شود. این کاهش تا جایی ادامه می یابد که اگر سرعت **v** بسمت سرعت نور میل کند، زمان کاملا متوقف می شود.

۲ – در نسبیت عام، افزایش شتاب گرانشی یا شدت میدان گرانش موجب کند شدن زمان می شود. پیدا کردن رابطه ای بین دو ساعت که یکی در میدان گرانشی قوی تر است و دیگری در میدان گرانشی ضعیف تر قرار دارد، بستگی به جسم و دوران آن دارد که به راه حل های متفاوتی می رسد. یک حالت عمومی از اتساع زمان در نسبیت عام، با استفاده از متریک شوارتس شیلد به دست می آید. این معادله برای یک جسم کروی متقارن و غیر چرخان بکار می رود که به صورت زیر است:

$$t_0 = t_f \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}} \qquad (٦-٣٣)$$

که در آن t_0 زمان ویژه بین دو رویداد A , B برای ناظر درون میدان گرانشی است و t_f زمان ویژه برای ناظری است که خارج از میدان گرانشی است که همان دو رویداد A , B مشاهده می کند. همچنان که رابطه (۳۳–٦) نشان می دهد، ساعت در میدان گرانشی کندتر کار می کند.

۳۳ – ۳ نظریه سی. پی. اچ. و زمان

در نظریه سی. پی. اچ. برای بررسی آهنگ یک ساعت باید دید که سی. پی. اچ. های سازنده ی آن در شرایط مختلف فیزیکی چگونه رفتار می کنند. قبل از هرچیز به این مسئله باید توجه داشت که سی. پی. اچ. همواره با سرعتی بالاتر از سرعت نور حرکت می کنند، یعنی:

$$V_{CPH} = V + V_S = cons\tan t > c \qquad (٧-٣٣)$$

که در آن V_S سرعت اسپینی و V سرعت انتقالی است. چون سی. پی. اچ. همواره با مقدار سرعتی بیشتر از سرعت نور حرکت می کند، بنابراین گذشت زمان شامل سی. پی. اچ. نمی شود. به عبارت دیگر سی. پی. اچ. نه تغییر می کند و نه نابود می شود. این نتیجه ی دور از انتظاری نیست، زیرا طبق قانون بقای جرم– انرژی نیز، چیزی نابود نمی شود. تنها در اینجا باید نیرو را نیز به آن افزود. رابطه (۳۳–۷) نشان می دهد که مجموع سرعت اسپینی و انتقالی سی. پی. اچ. همواره ثابت است. طبق اصل سی. پی. اچ. نیز تمام سرعت سی. پی. اچ. از انتقالی به اسپینی یا بالعکس قابل تبدیل است. در این تغییر سرعت ها است که بر اثر خواص بار–رنگی سی. پی. اچ. ها ایجاد می شود، ذرات مختلف بوجود می آیند که با سرعتی کمتر از سرعت سی. پی. اچ. حرکت می کنند و زمان بر آنها می گذرد. به عبارت دیگر همه ذرات (بجز سی. پی. اچ.) حتی فوتونها نیز مشمول گذر زمان

هستند، به همین دلیل فوتون نیز نابود یا تولید می شود. برخی ذرات عمر بیشتری دارند و برخی دیگر، عمری کوتاه تر دارند، اما همه ی آنها سرانجام متلاشی می شوند.

جسم ساکنی را در نظر بگیرید که ساعت متصل به آن با آهنگ خاصی حرکت می کند. سرعت آن را افزایش می دهیم، هرچه مقدار این سرعت به سرعت سی. پی. اچ. نزدیکتر شود، کار ساعت کندتر می شود. هنگامی که سرعت آن به سرعت نور برسد (فوتونها)، تقریبا زمان برای آن بسمت صفر می کند، اما متوقف نمی شود.

در نسبیت عام، ساعتی که در میدان گرانشی قوی تر قرار دارد، کندتر از ساعتی که در میدان گرانشی ضعیف تر قرار دارد، کار می کند. از طرف دیگر در نظریه سی. پی. اچ.، هرچه چگالی گراویتون بیشتر باشد، بار- رنگها بیشتر بر هم اثر می کنند و مانع تبدیل سرعت اسپینی سی. پی. اچ. ها به سرعت خطی می شوند. به همین دلیل مانع از انتشار سی. پی. اچ. ها (کوانتومهای انرژی) در فضا می شوند. یعنی در مقابل حرکت ساعتها، ممانعت ایجاد می شود. لذا در سطح زمین، ساعت کندتر از بالای کوه کار می کند.

حال اگر گذشت زمان در نسبیت عام و نسبیت خاص را تواما در نظر بگیریم متوجه خواهیم شد که زمان از دو طریق قابل اتساع است، یکی افزایش سرعت انتقالی، بطوریکه هرچه سرعت انتقالی بیشتر و به سرعت سی. پی. اچ. نزدیکتر شود، و دیگری تبدیل سرعت انتقالی به اسپین. بنابراین زمان تابع اسپین است، یعنی:

$$T=T(s, v) \qquad (۸-۳۳)$$

رابطه (۳۳-۸) از دو طریق بیشینه می شود. یکی زمانیکه v بسمت V_{CPH} میل کند، و دیگری هنگامیکه S افزایش یابد. توجه شود که در اینجا از نظر تغییر آهنگ ساعتها چیزی به نسبیت افزوده نمی شود، فقط ماهیت فیزیکی و دلیل شهودی کند شدن یا تند شدن ساعتها بیان می شود. اما مطلب مهمی که می توان به نسبیت افزود توضیح زمان است که در نسبیت به آن توجه نشده است.

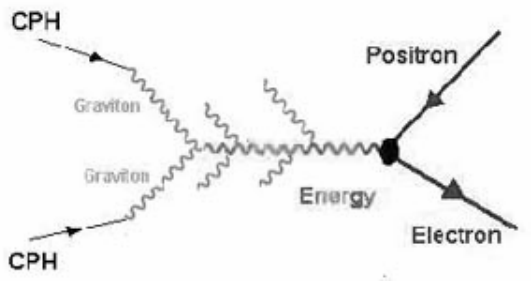
۳۳ – ٤ ماهیت زمان

در نظریه سی. پی. اچ. همه ذرات از سی. پی. اچ. تشکیل می شود. سی. پی. اچ. ها بر اثر خاصیت بار-رنگی که دارند، بیکدیگر گشتاور وارد می کنند و اسپین می گیرند. با هم ترکیب شده و کوانتومهای انرژی پدید می آیند و ساعت درست می شود. این ساعت (کوانتوم انرژی) متلاشی می شود (تولید زوج ذره - پاد ذره) و ساعتهای جدید بوجود می آیند. بنابراین هر ذره یا جسمی در طبیعت یک ساعت است (شکل۳۳-٤) که در

لحظه ای خاص تولید می شود و تعدادی تیک تاک انجام می دهد و دوباره به سی. پی. اچ. یا ذرات دیگر واپاشیده می شود. یعنی هر چیزی در جهان حتی خود جهان قابل رویت نیز یک ساعت است.

لذا از دیدگاه نظریه سی. پی. اچ.، جهان انباشته از ساعت ها است، یعنی فقط ساعت وجود دارد. لذا ناظر تنها ساعتها را می بیند و آهنگ حرکت ساعتها را. بنابراین زمان بیان یا نام آهنگ تیک تاک ساعت ها است و بالنفسه بیان کننده هیچ کمیت یا ماهیت خاصی نیست. به عبارتی صریح و روشن، زمان تنها یک نام است و موجودیت دیگری ندارد. زمان نام پدیده ی خاصی است که در طبیعت روی می دهد و آن تیک تاک ساعت است، مانند نامی که به حرکت خاصی مثلا حرکت دورانی یا پرتابه می دهیم.

بنابراین در جهان فقط ساعتها وجود دارند و رابطه بین ساعتها و زمان تنها بیان کننده ی نوعی حرکت یا ارتباط بین پدیده ها با یکدیگر است. از این دیدگاه همچنانکه زمان بر سی. پی. اچ. ها نمی گذرد، هستی نیز فاقد زمان است، یعنی لحظه ای از عمر کل هستی نمی گذرد، پس لحظه ی آفرینش هم اکنون است. اما هر چیزی در نظام هستی، یک ساعت است. در لحظه ای خاص شکل می گیرد و پس از آنکه یکسری حرکت انجام داد، از حرکت باز می ماند و ساعتی دیگر بوجود می آید.



شکل۳۳-٤: سی. پی. اچ. به انرژی و انرژی به ماده و پاد ماده تبدیل می شوند.

با در نظر گرفتن هم ارزی جرم و انرژی، می توانیم بگوییم فضا- زمان چیزی بجز انرژی نیست. اما اگر بخواهیم دقیقتر بیان کنیم، باید گفت که در نظریه سی. پی. اچ.، فضا- زمان یعنی توده های سی. پی. اچ. و کنش آنها با یکدیگر. حال می توانیم سئوالات مطرح شده در آغاز این فصل را بررسی کنیم.

۱ - ماهیت زمان چیست؟

همچنان که در سطور بالا بیان شد، زمان هیچگونه موجودیت فیزیکی ندارد، تنها نام یا اصطلاحی است که برای حرکت یا آهنگ ساعت ها بکار می رود.

۲ - آغاز و پایان جهان چگونه است؟

اگر منظور از جهان کل نظام هستی است، جهان هیچ آغاز و پایانی ندارد، نه از نظر زمانی و نه از نظر مکانی. اما جهان قابل مشاهده، مانند همه ی ساعت ها، لحظه ای تشکیل شده و پس از تعدادی تیک تاک، فرو میریزد یا واپاشیده می شود. مانند منظومه شمسی یا ستارگان.

۳- آیا می توان حرکت زمان را کندتر یا تندتر کرد؟

اگر به جای زمان، ساعت بگذاریم، می توان حرکت آن را کندتر یا تندتر کرد. تنها مشکل شناخت مکانیزم عمل و فناوری است. یعنی تا جایی می توان آهنگ ساعت ها را کند کرد که تیک تاک آنها بسمت صفر میل کند، اما نمی توان مانع از تیک تاک آنها شد. یعنی ساعت ها را نمی توان از کار انداخت بطوریکه ماهیت ساعت بودن خود را حفظ کنند، اما می توان سرعتشان را کم یا زیاد کرد.

٤- آیا می توان گذشته را بازسازی کرد؟

هیچ دلیل منطقی و فیزیکی وجود ندارد که نتوان گذشته را بازسازی کرد. تنها مشکل در شناخت ویژگیهای گذشته و مکانیزم بازسازی آنها است.

۵ - چرا جهت زمان از گذشته به آینده است؟

چون ما با ساعت ها سر و کار داریم و ساعت ها نیز آغازی دارند، چنین تصور می کنیم که زمان تنها یک جهت و آنهم از گذشته به آینده دارد. در حالیکه اصولا زمان موجودیتی ندارد که جهت داشته باشد. ولی اگر منظور از زمان همان حرکت ساعت ها باشد، می توان گذشته آنها را بازسازی کرد، در این صورت نمی توان گفت که زمان فقط یک جهت دارد.

۳۳ – ۵ فشار میدان گرانشی

برای بررسی علت کند شدن ساعت در میدان گرانشی، لازم است میدان گرانشی و تاثیر آن بر اتمها بررسی شود. هر جسمی در اطراف خود ایجاد میدان گرانش می کند. میدان گرانشی موجب می شود که هر ذره/جسمی که در میدان گرانش جسم قرار می گیرد، به آن نیروی گرانشی وارد شود. میدان گرانشی را می توان مانند یک

پوشش لاستیکی در نظر گرفت که دور جسم کشیده شده و مانند خاصیت ارتجاعی لاستیک می خواهد توده ی درون خود را متراکم کند و نوعی فشار به آن وارد می کند. این فشاری که میدان گرانشی از هر سو به جسم وارد می کند، موجب متراکم شدن جسم و در نتیجه فشردگی آن می شود. به همین دلیل غبار موجود در فضا بتدریج متراکم می شوند و بر اثر این تراکم، حجم نیز کاهش می یابد و با افزایش جرم توده، مواد موجود در توده با یکدیگر برخورد کرده و به اطراف پراکنده می شوند و دوباره تحت تاثیر گرانش بطرف هم رانده می شوند. هنگامی که انرژی اتمها به اندازه ی کافی افزایش یابد، عناصر سبک (نظیر هیدروژن) با هم ترکیب شده و عناصر سنگینتر را تولید می کنند و مقداری انرژی آزاد می شود. و بدین ترتیب ستارگان پدید می آیند. فشار تشعشع از درون و فشار گرانش از بیرون موجب می شود اتمها بطرف بیرون رانده و دوباره به درون برگردند. این روند دائم تکرار می شود. اما فشار گرانشی که از خارج اعمال می شود و فشار تشعشع که از درون وارد می شود موجب ایجاد شرایطی می شود که در ستاره شناسی بسیار جالب و مهم است. اما در اینجا حجم اجسام مورد توجه است که در چند حالت زیر خلاصه می شود:

۱ - حالت پایداری (تعادل)

در این حالت فشار گرانشی که از خارج وارد می شود و فشار ناشی از تشعشع داخلی تقریبا برابرند و ستاره پایدار است. البته پرتو افشانی ستاره موجب می شود که بتدریج از جرم ستاره کاسته شود، اما این کاهش حجم آنقدر کم و طولانی مدت است که در اینجا نادیده گرفته می شود. یک نمونه از این ستارگان خورشید است که میلیاردها سال عمر کرده و پیش بینی می شود میلیاردها سال دیگر در همین وضعیت بماند.

۲ - حالت انفجاری

در این حالت شدت گرانش نمی تواند در مقابل فشار تشعشع مقاومت کند و ستاره متلاشی می شود.

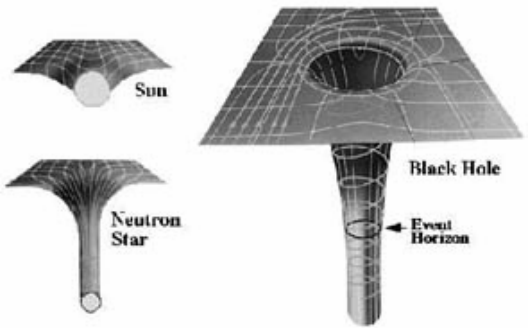
۳- حالت تراکم

در این حالت گرانش قوی تر از فشار تشعشع است و موجب متراکم شدن توده شده و حجم کاهش می یابد که اصطلاحا فروپاشی نامیده می شود. حال این روند را از دیدگاه نسبیت بررسی می کنیم. از دیدگاه نسبیت فضا- زمان در اطراف یک جسم آسمانی خمیده است و میزان خمیدگی فضا- زمان تابع جرم (چگالی) است. در مورد ستارگانی نظیر خورشید، خمیدگی فضا بقدری نیست که بتواند همه ی ذرات یا پرتوهای نوری را که در میدان گرانشی آن قرار دارند، جذب کند. اما با افزایش جرم، خمیدگی فضا بیشتر شده و بر میزان جذب نیز

http://cph-theory.persiangig.com

افزوده می شود. انحنا در اطراف ستارگان نوترونی بیش از خورشید است. اگر خمیدگی فضا باز هم افزایش یابد (جرم زیاد شود) ستاره تبدیل به سیاه چاله می شود (شکل ۳۳-۵). در این حالت حجم سریعا کاهش می یابد و چگالی زیاد می شود. بنابراین با افزایش جرم، فشار گرانشی ماده را شدیدا متراکم می کند و همراه با کاهش حجم، چگالی افزایش می یابد. معادلات میدان نسبیت عام نشان می دهد که چگالی تا بینهایت قابل افزایش است و به همین ترتیب حجم تا صفر می تواند کاهش یابد. اما از دیدگاه نظریه سی. پی. اچ. کاهش حجم و افزایش چگالی محدود است که در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد.

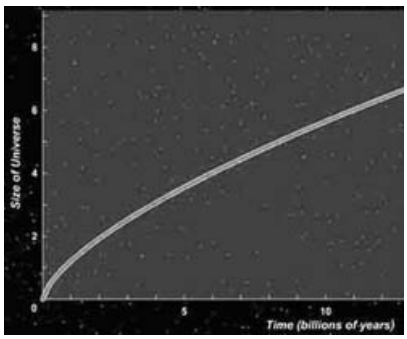
اما در نسبیت خمیدگی فضا -زمان در یک میدان گرانشی قوی موجب کند شدن حرکت ساعت می شود. این پدیده را اینگونه می توان تجسم کرد: فرض کنیم ساعتی در سطح یک جسم آسمانی قرار دارد و ناظر دور دست آهنگ حرکت ساعت را مشاهده می کند. جرم جسم افزایش می یابد و به همین ترتیب ساعت کندتر می شود. با افزایش جرم (انحنای بیشتر فضا - زمان) ساعت کندتر و کندتر می شود تا جاییکه کاملا متوقف می شود.



شکل۳۳-۵: سیاه چاله مانند یک حفره بی انتها همه چیز را می بلعد.

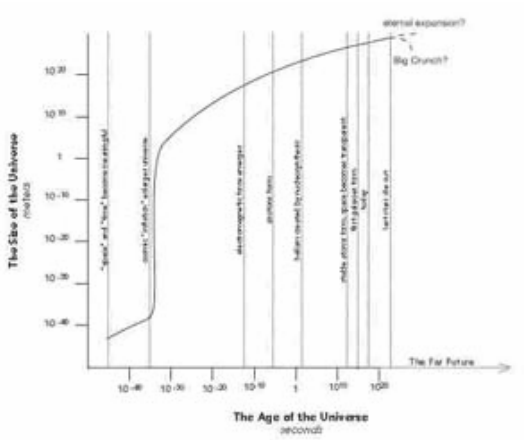
۳۳ – ٦ حجم و زمان

مدل انفجار بزرگ نیز بر اساس حجم صفر و چگالی بینهایت پیشنهاد شده است (شکل ۳۳-٦). این مدل در صورتی قابل پذیرش است که فرض کنیم جهان قبل از انفجار بزرگ انرژی خالص بوده و علاوه بر آن انرژی دارای حجم نیست. اما واقعیت های تجربی خلاف آن را نشان می دهند. زیرا کوانتومهای انرژی (فوتونها) جرم دارند، اندازه حرکت خطی و اندازه حرکت زاویه نیز دارا می باشند. علاوه بر آن تولید ماده و پاد ماده از کوانتومهای انرژی در صورتی از نظر منطقی درست به نظر می رسد که برای انرژی نیز حجم قائل باشیم.



شکل۳۳-٦: در مدل انفجار بزرگ جهان تقریبا از حجم صفر و چگالی بینهایت آغاز شده است.

در نمودار (شکل۳۳-٦) مراحل انبساط جهان که بطور دقیق تری نسبت به زمان ترسیم شده است، برای نخستین لحظه ی انفجار (و قبل از انفجار بزرگ) هیچ اطلاعی داده نمی شود. اما در مراحل بعدی، نظریه انفجار بزرگ بخوبی می تواند دوره های مختلف شکل گیری ستاره ها و کهکشانها را توجیه کند.

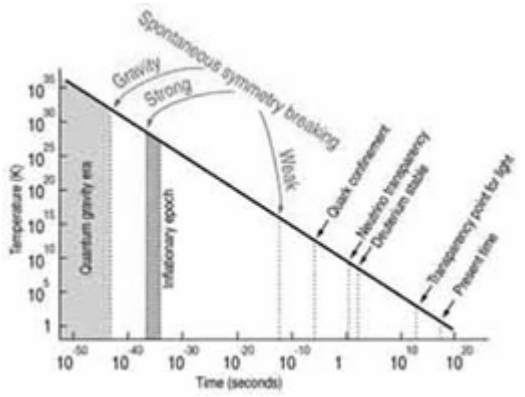


شکل۳۳-٦: در نمودار بالا، جهان در یک مرحله با سرعت زیاد منبسط شده است.

نکته ی قابل توجه دیگری که در اینجا مطرح است، دمای فوق العاده بالای جهان در لحظه ی آغاز است که به صورت غیر قابل تصوری بالا است که با نظریه تورم قابل توجیه است. همچنانکه جهان منبسط می شود، دما نیز کاهش می یابد (شکل۳۳-۷).

http://cph-theory.persiangig.com

در نسبیت خاص عامل تعیین کننده اتساع زمان سرعت و در نسبیت عام عامل موثر پتانسیل گرانشی است. هر دو نظریه نشان می دهند که با افرایش عامل موثر (در نسبیت خاص سرعت و در نسبیت عام پتانسیل گرانشی)، زمان کند می شود و همراه با آن حجم کاهش می یابد و چگالی افزایش می یابد (جدول۳۳-۱).



شکل۳۳-۷: جهان از یک نقطه فوق العاده داغ شروع شده و بتدریج دمای آن کاهش می یابد.

جدول۳۳-۱: مقایسه نسبیت خاص و عام

نظریه	عامل موثر	زمان	حجم	چگالی
نسبیت خاص	افزایش سرعت	کند می شود	کاهش می یابد	افزایش می یابد
نسبیت عام	افزایش پتانسیل گرانشی	کند می شود	کاهش می یابد	افزایش می یابد

در اینجا دو نکته قابل توجه و بررسی است:

۱ – در نسبیت خاص سرعت محدود به **C** است، اما کاهش حجم تا حد صفر و افزایش جرم بطور نامتناهی، با تجربه سازگار نیست. هرچند که در توجیه رابطه جرم نسبیتی گفته می شود منظور از رابطه این است که عملا هیچ جسمی نمی تواند به سرعت نور برسد، اما هیچ مکانیزمی در مورد ساختار درونی ماده ارائه نمی شود که کاهش حجم و افرایش نامتناهی جرم را توجیه کند.

۲ – در نسبیت عام نیز هیچ محدودیتی برای افزایش جرم وجود ندارد، با این وجود کاهش حجم تا حد صفر قابل قبول است.

پذیرش حجم صفر و چگالی بینهایت، توجیه بسیاری از پدیده ها از جمله قبل از انفجار بزرگ و علت آن را با مشکل جدی مواجه می کند. اگر به درک شهودی خود اعتماد کنیم و بپذیریم که حجم صفر و چگالی بینهایت منطقی نیست، آنگاه می توانیم با فیزیک و جهان برخوردی واقعی داشته باشیم. منظور از واقعی این است که با پذیرش کاهش حجم، با توجه به ساختار درونی ماده ببینیم که این کاهش حجم تا کجا امکان پذیر است و چه مکانیزمی می تواند محدودیت کاهش حجم را توضیح دهد؟ از آنجایی که در نظریه سی. پی. اچ. هر چیزی در جهان یک ساعت است، خود جهان قابل مشاهده نیز به عنوان یک ساعت می تواند مورد بررسی قرار گیرد. چون سی. پی. اچ. ها دارای اسپین هستند، بمحض تماس با هم به اطراف پراکنده می شوند (جدول۳۳-۲).

جدول۳۳-۲: مقایسه نتایج نسبیت خاص و نظریه سی. پی. اچ.

نظریه	عامل موثر	زمان	حجم	چگالی
نسبیت خاص	افزایش سرعت	کند می شود	کاهش می یابد تا صفر	افزایش می یابد
سی. پی. اچ.	افزایش سرعت	کند می شود	کاهش می یابد تا تماس سی. پی. اچ. ها	افزایش می یابد تا تماس سی. پی. اچ. ها

در نظریه سی. پی. اچ. هر جسمی قبل از آنکه حجمش به صفر برسد، منفجر می شود. نسبیت خاص می گوید هیچ جسمی نمی تواند به سرعت نور برسد، به همین دلیل جرم حالت سکون فوتون (هر ذره ای که با سرعت نور حرکت کند) صفر است. اما توجیه شهودی برای آن ارائه نمی دهد. در حالیکه فوتون در شرایط سرعت نور شکل می گیرد و اصولا بحث حالت سکون در مورد فوتون بیمورد است. اگر ما می توانستیم فوتون را در یک دستگاه بحالت سکون درآوریم، آنگاه سخن از جرم حالت سکون آن نیز منطقی بود.

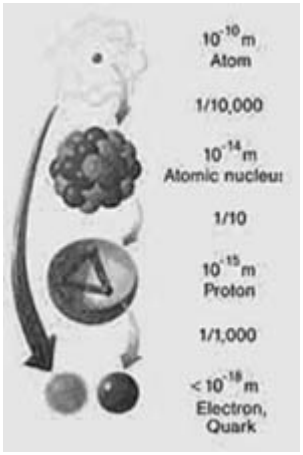
آیا حجم صفر و چگالی بینهایت امکان پذیر است؟

جدول استاندارد ذرات بنیادی بر این اساس پیشنهاد شده که این ذرات فاقد ساختمان هستند، یعنی از ذرات دیگری ساخته نشده اند. این جدول شامل دوازده فرمیون (شش کوارک، شش لپتون) و چهار بوزون استت (اگر بوزون هیگز را هم به آن اضافه کنیم، پنج بوزون خواهد شد). در هرصورت جدول ذرات بنیادی نمی تواند حجم صفر توجیه کند. بنابراین قابل قبول نیست که حجم به صفر برسد و چگالی بینهایت شود، مگر آنکه فرض کنیم که همه چیز سرانجام به انرژی تبدیل می شود و حجم انرژی صفر است. اما این فرض نیز با یک اشکال

اساسی مواجه می شود و آن این است که از حجم صفر انرژی (فوتون) ذراتی با حجم غیر صفر (ذره و پاد ذره – نظیر الکترون و پوزیترون) تولید می شود. علاوه بر آن فوتون اندازه حرکت خطی و اندازه حرکت زاویه ای (اسپین) دارد. تمام این موارد نشان می دهد که پذیرش حجم صفر برای انرژی (فوتون) نیز غیر منطقی و دور از تجربیات فیزیکی است.

اگر حجم اتم و سایر ذرات زیر اتمی نظیر کوارکها و الکترون را در نظر بگیریم، و با در نظر گرفتن نظریه سی. پی. اچ. که می گوید همه چیز از سی. پی. اچ. تشکیل می شود و سی. پی. اچ. ها در کوارک (یا سایر ذرات) با یکدیگر در تماس نیستند (بهم نچسبیده اند)، در اینصورت می توان قبول کرد که حجم کوارکها نیز می تواند کاهش یابد، اما این کاهش حجم تا جایی است که سی. پی. اچ. ها با یکدیگر برخورد نکنند.

با توجه به اندازه اتم و ذرات زیر اتمی (در مورد اندازه کوارکها حدس زده می شود ولی اندازه گیری نشده است)، اگر فرض کنیم ماده متراکم می شود و حتی چگالی آن از چگالی کوارکها نیز بیشتر می شود، باز هم چگالی بینهایت در حجم صفر قابل قبول نیست (شکل ۳۳–۸).



شکل ۳۳–۸: کوارکها نیز دارای حجم هستند.

با توجه به شکل (۳۳–۸) می توان قبول کرد که ماده متراکم شود و چگالی آن افزایش یابد، اما نمی توان پذیرفت که چگالی بینهایت و حجم صفر شود. بر همین اساس نظریه سی. پی. اچ. در مورد انفجار بزرگ دیدگاهی متفاوت از فیزیک مدرن دارد. با توجه به نظریه انفجار بزرگ، جهان از انفجار یک توده یگانه (یا گاز بسیار داغ و عجیب) با فشار نامحدود، چگالی نامحدود (با انحنای نامحدود فضا –زمان) ایجاد شده است. این

شرایطی را که برای زمان قبل از بیگ بنگ ترسیم می کند، قابل پذیرش نیست. با توجه به نظریه سی. پی. اچ. انفجار بزرگ بر اثر انفجار یک **سیاه چاله مطلق** ایجاد شده که آنجا سی. پی. اچ. ها بسیار فشرده شده بودند، اما به یکدیگر متصل نبودند و طبق اصل سی. پی. اچ. با حفظ حالت اسپینی خود دوران می کردند. در یک چنین سیاه چاله ی مطلقی با افزایش جرم، فشار گرانش دائما بیشتر می شود تا جایی که تمام سرعت انتقالی سی. پی. اچ. ها به سرعت اسپینی تبدیل شود و به حالت تماس در آیند که در این صورت بر اثر برخوردی شدید به اطراف پراکنده می شوند. حال این پدیده را با توجه به ویژگیهای سی. پی. اچ. بررسی می کنیم.

با افزایش جرم سیاه چاله مطلق، فشار گرانشی نیز افزایش می یابد و مانع حرکت انتقالی سی. پی. اچ. ها می شود. برای مقایسه به عنوان مثال پرتابه ای را در نظر بگیرید که در سطح زمین با سرعت v_0 تحت زاویه α پرتاب می شود. مسیر پرتابه یک سهمی است که برد آن R از رابطه زیر به دست می آید:

$$R = \frac{v_0 \sin 2\alpha}{g} \qquad (۹-۳۳)$$

رابطه (۹-۳۳) مستقل از جرم پرتابه است و تنها سرعت اولیه و شتاب گرانش عوامل اصلی در تعیین برد هستند. این رابطه شامل نور نیز می شود، پس با در نظر گرفتن سرعت نور c ، چنانچه شدت میدان گرانشی به اندازه کافی قوی باشد، نور مانند یک پرتابه پس از طی مسافتی سقوط می کند. سئوال این است که برد پرتابه در سطح یک سیاه چاله چقدر است؟ با در نظر گرفتن اینکه هیچ سیاه چاله ای با سیاه چاله مطلق قابل قیاس نیست، در این صورت دور از انتظار نیست که برد پرتابه (از جمله نور) در سطح سیاه چاله به صفر برسد، بنابراین در چنین سیاه چاله ای برای سی. پی. اچ. ها می توان نوشت:

$$V_{CPH} \to V_S, E \to S \qquad (۱۰-۳۳)$$

$$|V_{CPH}(x)|+|V_{CPH}(y)|+|V_{CPH}(z)| \to 0$$
$$\text{Spin=maximum}$$

در سطح سیاه چاله مطلق سی. پی. اچ. ها تنها دارای حرکت اسپینی هستند.

علاوه بر آن به علت بالا بودن چگالی ماده، فاصله بین سی. پی. اچ. ها بسمت صفر میل می کند که در این صورت به محص تماس با یکدیگر (مانند دیسکهای دواری که به یکدیگر برخورد می کنند) به اطراف پراکنده می شوند. با برخوردهای زنجیره ای سی. پی. اچ. ها، سیاه چاله مطلق منفجر شده و در کسر بسیار کوچکی از

ثانیه، انبساط جهان با سرعتهای بسیار بالاتر از سرعت نور آغاز می شود و این بخوبی می تواند نظریه تورم را توجیه کند. زیرا سی. پی. اچ. ها بعد از انفجار بزرگ با سرعت $V_{CPH} > c$ به اطراف پراکنده می شوند و این سرعت بسیار بیشتر از سرعت نور است. برای درک شهودی از مقدار V_{CPH} همچنانکه در فصل قبل تاکید شد، سی. پی. اچ. در ساختمان فوتون دارای اسپین است، فوتون نیز دارای اسپین است، اگر معادل سرعت خطی اسپین فوتون و اسپین سی. پی. اچ. به سرعت نور c اضافه شود، آنگاه به مقدار V_{CPH} نسبت به دستگاه لخت خواهیم رسید. یعنی جهان در لحظات اولیه با سرعتی بسیار بالاتر از سرعت نور گسترش یافته است. اما باز هم تراکم (چگالی) سی. پی. اچ. ها به قدری بالا بود که می توانستند همدیگر را حس کرده و با هم ترکیب شوند و کوانتومهای انرژی را تولید کنند. این کوانتومهای انرژی نیز بسیار پر جرم بودند بطوریکه می توانستند بر اثر برخورد با یکدیگر متلاشی شده و ذرات و پادذرات را بوجود آورند (جدول۳۳-۳).

جدول۳۳-۳: مقایسه نتایج نسبیت عام و نظریه سی. پی. اچ.

نظریه	عامل موثر	زمان	حجم کاهش می یابد	چگالی
نسبیت عام	افزایش شدت میدان گرانشی	کند می شود	تا صفر	افزایش می یابد
سی. پی. اچ.	افزایش شدت میدان گرانشی	اسپین افزایش می یابد، زمان کند می شود	تا تماس بین سی. پی. اچ .ها	افزایش می یابد تا تماس بین سی. پی. اچ .ها

هرچه میدان گرانشی شدیدتر باشد، اسپین سی. پی. اچ. ها بیشتر است و ساعت کندتر کار می کند. در حالت کلی آهنگ حرکت ساعت را با استفاده از قضیه کار – انرژی خیلی ساده می توان توضیح داد.

۳۳ – ۷ تابع زمان و قضیه کار انرژی

پیدا کردن تابعی فیزیکی برای زمان که بتوان با استفاده از آن آهنگ حرکت ساعتها را پیش بینی و بررسی کرد، یکی از دغدغه های نظریه سی. پی. اچ. بود. سرانجام این تابع با استفاده از ویژگیهای سی. پی. اچ. و قضیه کار – انرژی به دست آمد. تابع زمان در نظریه سی. پی. اچ. از سادگی و روشنی زیادی برخوردار است بطوری که با

استفاده از این تابع می توان رفتار ساعت ها را بطور کلی در تمامی فرایند های فیزیکی تشریح و پیشگویی کرد. هر فرایند فیزیکی در رابطه با زمان از سیاه چاله گرفته تا ساختار اتم و انفجار بزرگ بخوبی با استفاده از تابع زمان در نظریه سی. پی. اچ. قابل درک و توضیح می باشد.

فرض کنیم یک ساعت در موقیعت A قرار دارد، این ساعت را به موقعیت B می بریم، اگر برای انتقال ساعت از موقعیت A به موقعیت B، کار مثبت روی آن انجام شود، حرکت ساعت کندتر خواهد شد و اگر کار لازم برای این تغییر موقعیت، منفی باشد، حرکت ساعت تندتر خواهد شد.

۱- دستگاه لخت: فرض کنیم ساعتی نسبت به یک دستگاه لخت با سرعت v_1 در حرکت است، برای آنکه سرعت ساعت به v_2 برسد، باید کار W روی آن انجام شود که طبق قضیه کار انرژی اگر $W>0$ باشد، الزاما باید $v_2>v_1$ باشد و ساعت کندتر می شود. چنانچه $W<0$ باشد، بایستی $v_2<v_1$ باشد و ساعت نسبت به این دستگاه تندتر می شود.

۲ - دستگاه شتابدار (میدان گرانشی): فرض کنیم ساعتی در ارتفاع h_1 نسبت به سطح یک جسم آسمانی قرار دارد. اگر ساعت به ارتفاع h_2 برود، در این صورت کار انجام شده توسط جسم (عامل ایجاد میدان گرانشی) W روی آن انجام می شود. اگر $W>0$ باشد، جا به جایی و نیرو همجهت هستند، پس الزاما ارتفاع ساعت نسبت به قبل از تغییر موقعیت کاهش می یابد، یعنی $h_1>h_2$ است و ساعت از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر منتقل می شود و کندتر خواهد شد. چنانچه $W<0$ باشد، نیرو و جا به جایی در جهت مخالف خواهند بود و ارتفاع افزایش می یابد، یعنی $h_2>h_1$ و ساعت از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر می رود و کار آن تندتر خواهد شد (جدول۳۳-٤).

جدول۳۳-٤: تابع زمان و قضیه کار - انرژی

$$E(M_1)=\sum_{i=1}^{k}(T_i+S_i)=kE_{CPH}$$

$$E(M_2)=\sum_{j=1}^{n}(T_j+S_j)=nE_{CPH}$$

$$W=E(M_2)-E(M_1)=(n-k)E_{CPH}$$

اگر $W>0$ باشد، ساعت کندتر کار می کند

اگر $W<0$ باشد، ساعت کندتر کار می کند

در نظریه سی. پی. اچ. هرگاه سی. پی. اچ. وارد ساعت شود، کار ساعت کندتر می شود و هنگامیکه سی. پی. اچ. از ساعت خارج شود، کار ساعت تندتر خواهد شد.

توجه شود که در مورد گرانش بایستی کار خالص گرانش منظور گردد. در مورد ساعتی که هر دو تغییرات (تغییر سرعت و تغییر پتانسیل گرانشی) روی آن انجام می شود، باید کار خالص، یعنی جمع جبری کارهای انجام شده روی ساعت را منظور کرد.

منابع اینترنتی فصل:

http://www.nikhef.nl/

http://www.astrosociety.org

http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_clock
http://tycho.usno.navy.mil/cesium.html
http://www.aero.org/publications/crosslink/winter۲۰۰۰/۰۲_sidebar۱.html

http://www.npl.co.uk
http://www.npl.co.uk
http://home.case.edu
http://www.physics.uc.edu
http://www.astrosociety.org
http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu
http://sadra۱.persianblog.com/

فرم پیش خرید کتاب

http://cph-theory.persiangig.com

«فیزیک از آغاز تا امروز»

از دوستانی که مایل به پیش خرید کتاب «فیزیک از آغاز تا امروز» هستند، خواهشمند است با توجه به جدول قیمتها، پس از واریز مبلغ پیش خرید به یکی از حساب های:

بانک ملی ایران	تهران، شعبه شاهین	کد شعبه ۹۶۲ 962	حساب قرض الحسنه شماره ۷۵۲۵۳۱ - بنام جوادی 752531

ملی کارت – بنام فرشید فروزبخش	۶۰۳۷۹۹۱۰۱۰۳۹۱۲۱۱ 6037991010391211

شماره فیش را با اطلاعات مندرج در جدول زیر تکمیل کرده

نام و نام خانوادگی	شماره فیش واریزی	آدرس گیرنده کتاب و تلفن

و به آدرس:

Javadi_hossein@hotmail.com

ارسال کنند. کتاب از طریق پست در مرداد ماه ۱۳۸۶ ارسال خواهد شد. **هزینه پست کتاب (در ایران) بر عهده ناشر است.**

بهاء پیش خرید کتاب از پنجم خردادماه تا آخر خردادماه ۱۳۸۶

تعداد پیش خرید	قیمت هر چلد ریال
تک جلدی	۸۵,۰۰۰
بین ۲ تا ۵ جلد	۸۲,۵۰۰
بیش از ۵ جلد	۸۰,۰۰۰

این قیمتها تا آخر خرداد ماه ۱۳۸۶ معتبر است.

بهاء پیش خرید کتاب از اول تیرماه تا آخر تیرماه ۱۳۸۶

تعداد پیش خرید	قیمت هر چلد ریال
یک جلدی	۹۰,۰۰۰
بین ۲ تا ۵ جلد	۸۷,۵۰۰
بیش از ۵ جلد	۸۵,۰۰۰

این قیمتها تا آخر تیرماه ۱۳۸۶ معتبر است.

بهاء پیش خرید کتاب از اول مرداد ماه تا آخر مردادماه ۱۳۸۶

تعداد پیش خرید	قیمت هر چلد ریال
یک جلدی	۹۵,۰۰۰
بین ۲ تا ۵ جلد	۹۲,۵۰۰
بیش از ۵ جلد	۹۰,۰۰۰

پیش خریدهای قبلی با قیمتهای واریز شده معتبر است.

شاد و پیروز باشید،

حسین جوادی

Javadi_hossein@hotmail.com