بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فیزیک

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته فیزیک گرایش نجوم ذره ای

پالسارها به عنوان منابع پرتوهای کیهانی پر انرژی

مولف:

فاطمه سنجری

استاد راهنما:

دکتر سید جلیل الدین فاطمی

شهریور ۱۳۹۱

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه فیزیک

دانشکده فیزیک

دانشگاه شهید باهنرکرمان

تسلیم شده است و هیچ گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: فاطمه سنجری

استاد راهنما: دکترسیدجلیل الدین فاطمی

استاد مشاور: دکترحمید ارجمند کرمانی

داور ۱: دکترمحمدآقا بلوریزاده

داور ۲: دکتر حسین جلال کمالی

نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتررضا فتحی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر است.

تقدیم به

پدرم بزرگوارم

مادر مهربانم

هزاران بوسه بر دستان پر مهرشان

و

همسرم عزیزم

تشکر و قدردانی

با تشکر از جناب آقای دکتر فاطمی که در طول مراحل تحصیل همواره راهنما و مشاور بوده و بزرگوارانه بنده را یاور و راهنما بودند.
همچنین با تشکر فراوان از استاد مشاور گرانقدرم جناب آقای دکتر ارجمند و همچنین آقایان دکتر بلوری زاده و دکتر جلال کمالی که داوری این جناب را قبول زحمت نمودند.

چکیده:

هدف از انجام این پایان نامه بررسی پالسارها به عنوان منابع پرتو های پر انرژی بالاتر از 10^{19} الکترون ولت است که برای این منظور انواع مختلف پالسارها و خواص آنها را در رابطه با بهمن های گسترده هوایی مورد بررسی و همخوانی قرار می دهیم و همبستگی احتمالی پالسارها با بهمن ها ی بسیار پر انرژی ارائه می‌شود.

کار دیگری که در این پایان نامه ا نجام شده تفکیک جرمی پرتوهای کیهانی پر انرژی با توجه به مولفه میونی بهمن ها و استفاده از شبیه سازی که قبلا در این زمینه انجام شده می باشد . همچنین تقسیم بندی جرمی بهمن ها با توجه به چگالی نسبی میونی به چگالی نسبی الکترونی در فاصله ۶۰۰ متری از مرکز بهمن است . که در تمامی این موارد از داده های تجربی الکترونی و میونی آرایه بهمن های گسترده هوایی یاکوتسک استفاده کرده ایم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده .....

فصل اول

معرفی ۲

فصل دوم

۲ ۱ پرتوهای کیهانی ۴

۲ ۲ کشف پرتوهای کیهانی ۵

۲ ۳ طیف وشارپرتوهای کیهانی ۵

۲ ۴ منابع ۷

فصل سوم

۳-۱- پالسار ۱۰

۳-۲- کشف پالسار ۱۰

۳-۳-نام گذاری پالسارها ۱۲

۳-۴-بررسی پالسارها ۱۲

۳-۴-۱-ستاره نوترونی ۱۲

۳-۴-۲- مشخصات ستاره نوترونی ۱۳

۳-۵- توزیع پالسارها در مختصات کهکشانی ۱۳

۳-۶- ویژگی های مهم پالسارها ۱۴

۳-۷- روابط حاکم برپالسارها ۱۵

۳-۸- انواع پالسارها ۱۸

فصل چهارم

۴-۱- بررسی انواع پالسارها وبهمن های هوایی..... ۲۲

۴-۱-۱- تقسیم بندی پالسارها ۲۳

۴-۱-۲- نمودارهای توزیع پالسارهاو بهمن ها در مختصات کهکشانی..... ۲۳

۴-۱-۳- درصد همخوانی پالسارها وبهمن های هوایی..... ۴۳

۴-۱-۴- بررسی خواص مختلف پالسارها ۴۴

۴-۲- نگاهی به تغییر ناپذیری لورنس با توجه به نشر انرژی های خیلی بالا از پالسارها..... ۴۸

فصل پنجم

۵-۱- بهمن های گسترده هوایی..... ۵۱

۵-۲- مولفه میونی..... ۵۲

۵-۳- تقسیم بندی میونی بهمن های هوایی ۵۳

۵-۴- معرفی داده ها..... ۵۴

۵-۵- بررسی مولفه میونی بهمن های هوایی پرانرژی..... ۵۷

۵-۵-۱- بررسی همخوانی بهمن های هوایی دارای مولفه میونی با پالسارها..... ۵۸

۵-۵-۲- بررسی بهمن های هوایی با پالسارهای نزدیک..... ۶۴

۵-۶-بررسی ترکیبات جرمی بهمن های هوایی دارای مولفه ی میونی..... ۶۵

فصل ششم

۶-۱- نتیجه گیری..... ۷۰

۶-۲- کارآتی..... ۷۰

منابع ۷۱

چکیده:

هدف از انجام این پایان نامه بررسی پالسارها به عنوان منابع پرتو های پر انرژی بالاتر از 10^{19} الکترون ولت است که برای این منظور انواع مختلف پالسارها و خواص آنها را در رابطه با بهمن های گسترده هوایی مورد بررسی و همخوانی قرار می دهیم و همبستگی احتمالی پالسارها با بهمن ها ی بسیار پر انرژی ارائه می-شود.

کار دیگری که در این پایان نامه انجام شده تفکیک جرمی پرتوهای کیهانی پر انرژی با توجه به مولفه میونی بهمن ها و استفاده از شبیه سازی که قبلا در این زمینه انجام شده می باشد . همچنین تقسیم بندی جرمی بهمن ها با توجه به چگالی نسبی میونی به چگالی نسبی الکترونی در فاصله ۶۰۰ متری از مرکز بهمن است. که در تمامی این موارد از داده های تجربی الکترونی و میونی آرایه بهمن های گسترده هوایی یاکوتسک استفاده کرده ایم.

فصل اول

معرفی

بحث پرتو های کیهانی، مبحث جدیدی ست که ناشناخته های بسیار دارد . دانسته های ما درمورد پرتو های کیهانی در مقابل مجهولات ما بسیار اندک اند .در مورد طیف و انرژی آنها مطالبی هست که هنوز ناشناخته اند.

اینکه منشأ ومنبع آنها دقیقاً چه اجرامی می توانند باشند؟آیا این منابع درون کهکشانی اند یا ماورأ کهکشانی؟چه اجرامی چه طیف انرژی از پرتو های کیهانی را ساطع می کنند؟ مکانیسم شتابدهی آنها به چه صورت است؟.....

همه وهمه سوالاتی اند که هنوز در جواب آنها ابهاماتی است.

اما در مورد ترکیبات جرمی پرتوهای کیهانی به نتایج خوبی دسترسی داریم که در اینجا ما نیز از آنها استفاده خواهیم کرد.

ما در این پایان نامه بر آنیم که بتوانیم به بعضی از این سوالات پاسخ دهیم .از جمله اینکه آیا پالسار ها می توانند به عنوان منابع پرتوهای کیهانی پر انرژی باشند؟

اگر چنین است با چه گستره ی مولفه ی میونی؟

امید است که بتوان درجهت پیشبرد این موضوع کیهان شناسی جدید و نوین، قدمی برداشت.

فصل دوم

۲-۱- پرتوهای کیهانی:

جو زمین همواره در معرض برخوردبا پرتوهای کیهانی وذرات پرانرژی است . اصطلاح "پرتو کیهانی" اشاره می کند به ذره بنیادی، هسته اتمی یا تابش الکترومغناطیسی که منشاء خارج از زمین دارد. این منشاء می تواند در منظومه شمسی یا در کهکشان راه شیری یا ماوراء کهکشان باشد.

در انرژی های پائین تقریباً ۸۹٪ پرتوهای کیهانی را پروتون ها یا هسته های هیدروژنی تشکیل می دهند، ۱۰٪ پرتوهای کیهانی را هسته هلیم یا ذرات α و ۱٪ باقیمانده هم از هسته های عناصر سنگین تر و الکترونهای انفرادی[1] که به ذرات β بسیار شبیه اند تشکیل شده است.

اساساً می توان پرتو کیهانی را به دوگروه متفاوت تقسیم بندی کرد:

۱ -پرتو کیهانی اولیه: که منشا آنها منابع اختر فیزیکی اند.
۲ -پرتو کیهانی ثانویه: که از برخورد پرتوهای کیهانی اولیه با ماده بین ستاره ای به وجود می آیند.

از برخورد پرتوهای کیهانی با جو زمین پدیده ای به نام بهمن های گسترده هوایی به وجود می آید. که در این بهمن ها ذراتی تولید می شوند که از خصوصیات این ذرات تولید شده می توان انرژی ونوع ذره اولیه‌ای که به جو برخورد کرده را مشخص کرد.

1-Solarity
2-Victor Hess

۲-۲- کشف پرتوهای کیهانی

وجود تابش های کیهانی برای اولین بار در سال ۱۹۱۲ توسط ویکتورهس، فیزیکدان استرالیایی کشف شد. این کشف به دنبال بررسی معمای کم شدن بار اجسام باردار شده ظاهراً ایزوله، به وقوع پیوست. درطی آزمایش هایی که وی برروی عناصر نا پایدار و مواد رادیواکتیو انجام داد متوجه شدکه الکتروسکوپ ها در حضور ماده رادیواکتیو به صورت خود به خود تخلیه می شوند. سرعت تخلیه یک الکتروسکوپ به‌عنوان اندازه گیری میزان تابش استفاده می شد.

این تخلیه بار در غیاب ماده رادیو اکتیو هم ادامه پیدا کرد که علت آن باید یک تابش ناشناخته باشد بنابراین وی تجهیزات آزمایشی خود را سوار بربالن کرد ودر ارتفاعات مختلف آزمایش خود را انجام داد وملاحظه کرد که با افزایش ارتفاع میزان تابش (سرعت تخلیه شدن الکتروسکوپ) هم افزایش می یابد. هس آزمایشات خود را در ارتفاع ۱۷۵۰۰ پایی در بالونش انجام داد وسرانجام این تفسیر را برای نتایج خود به کاربرد که "یک تابش در حال ورود به آتمسفر زمین و از خارج از آن است." او این پدیده را "تابش کیهانی" نام نهاد که بعدها تکامل یافت وبه "پرتوهای کیهانی" تغییر نام پیدا کرد. هس بخاطر این کشف برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۳۶ شد.

۲-۳- طیف وشار پرتوهای کیهانی:

پرتوهای کیهانی دارای طیف گسترده ای از انرژی هستند . پرتوهای کیهانی می توانند انرژی هایی تا بیش از $۱۰^{۲۰}$ الکترون ولت داشته باشند. این مقدار خیلی بیشتر از ماکزیمم انرژی است که عظیم ترین شتاب دهنده ها باانرژی $۱۰^{۱۳}$GeV می توانند در روی زمین تولید کنند.

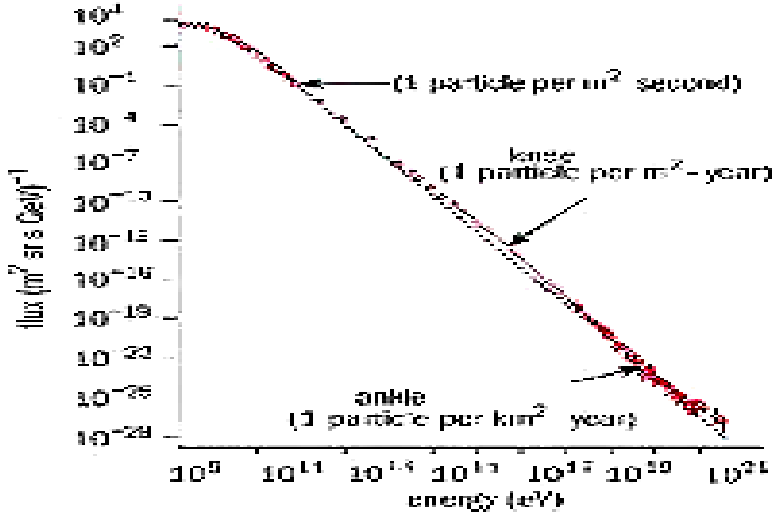
شار پرتوهای کیهانی با افزایش انرژی به شدت کاهش می یابد به طوری که ما در انرژی های حدود $۱۰^{۵}$eV یک ذره در ثانیه درسانتیمتر مربع داریم ولی در انرژی هایی از مرتبه $۱۰^{۱۸}$ eV شاری معادل با یک ذره در سال در کیلومتر مربع داریم.

در نمودار شار- انرژی پرتوهای کیهانی دو شکستگی وجود دارد . شکستگی اول در حدود انرژی ۵×۱۰^{۱۵}eV است که زانو[1] نام دارد و شکستگی دوم در حدود انرژی ۵×۱۰^{۱۷}eV قوزک[1] نام دارد.این موضوع را در نمودار ۲-۱ می توان ملاحظه کرد.

[2] Knee

انرژی و شار در پرتوهای کیهانی به صورت زیر با هم در تناسب اند: $\frac{dN}{\mathrm{dE}} \alpha \quad E^{-\alpha}$

که در آن αیک شاخص کلی تقریباً برابر با ۲/۸است.



نمودار ۲-۱ ، نمودار شار برحسب انرژی پرتوهایی کیهانی[۲]

شکستگی های موجود در طیف پرتوهای کیهانی به نظر می رسد که به تغییر در ترکیب ومنبع ذرات وابسته اند. اعتقاد براین است که زیر "زانو" بیشتر پرتوهای کیهانی، پرتوهای شتابدار شده در بقایای سوپر نواهای داخلی کهکشان هستند . در این تصویر کاهش شارژ در زانو به عنوان یک تغییر در حبس مغناطیسی پرتوهای کیهانی تفسیر می شود به هر حال شواهد بدون ابهام برای شتاب گیری پرتوهای کیهانی در هر منبع شناخته شده وجود ندارد.

میزان شار ورودی پرتوهای کیهانی در بالای جو به عواملی هم چون : بادهای خورشیدی، میدان مغناطیسی زمین، وانرژی پرتوهای کیهانی وابسته است.

میزان باد خورشیدی به علت تغییرات در فعالیت های خورشیدی ثابت نیست بنابراین سطح شار پرتوهای کیهانی با فعالیت های خورشیدی تغییر می کند.

---

[3]. Ankel
[4]. Http://Science. nasa. gov.

میدان مغناطیسی زمین، برخی از پرتوهای کیهانی را به سمت قطب هامنحرف می کند . از مشاهدات بدست آمده مشخص شده است که شار، آشکارا به طول وعرض جغرافیایی وزاویه سمت وابسته است.

۲-۴- منابع :

پرتوهای کیهانی می توانند منابع مختلف داشته باشد . ممکن است منشاء آنها در داخ ل منظومه شمسی یعنی خورشید باشد. که انرژی در حدود GeV دارند . همچنین این پرتوها می توانند منابع داخلی کهکشانی مانند : ستاره های نوترونی، پا لسارها، باقی مانده ابر نواختر داشته باشند . و نهایتاً منابع بیرون کهکشانی مانند خوشه های کهکشانی وهاله های کهکشانی پیشنهاد می شود.

چیزی که مشخص است این است که تنوع موجود در انرژی پرتوهای کیهانی دلیل این تنوع وسیع از منابع است. دربرخی از متون منابع پرتوهای کیهانی از انرژی کم به زیاد را به صورت زیر بیان می کنند:

لکه های خورشیدی، فضای میان سیاره ای باقیمانده، کوتوله سفید، باقیمانده ابر نواختر، ستاره های نوترونی، دیسک کهکشانی و نهایتاً خوشه های کهکشانی و هسته های فعال کهکشانی.

ما دراین پروژه برآنیم که تحقیق کنیم که آیا پالسارها می توانند به عنوان یکی از منابع پرتوهای کیهانی پرانرژی درون کهکشانی باشند.

فصل سوم

۳-۱- پالسار:

چنانچه در فصل قبل اشاره کردیم، پالسارها می توانند یکی ازمنابع پرتوهای کیهانی پر انرژی باشند.

در این فصل به بررسی وساختار این اجرام سماوی می پردازیم ودر ابتدا به کشف و تاریخچه ی پالسارها اشاره ای خواهیم داشت.

۳-۲-کشف پالسارها:

کشف پارلساره ا به حدود ۸۰ سال قبل برمی گردد . هنگامی که آقای تونی هویش [1] به همراه دانشجوی خود خانم بل[2] در آزمایشگاه بزرگ رادیوئی مولار واقع در کمبریج مشغول به بررسی منابع گسیل رادیویی بودند . در این حین خانم بل متوجه علائم رادیویی از یک نقطه خاص از آسمان شد . با مجهز کردن تلسکوپ رادیویی به یک رسم کننده ی نمودار، دریافتند که دوره تناوب این علائم s ۱/۳۳۷۲۴ است. رصدهایی با دیگرتلسکوپ ها در کمبریج وجود این چنین علائم منظم را تائید کردند.

به علت اینکه در آن زمان ایده وجود موجودات هوشمند در دیگر نقاط عالم براذهان حاکم بود، نام این اجرام را LGM مخفف Little Green Men نهادند . اما طولی نکشید که یک منبع رادیویی با دوره s ۱/۲ کشف شد وهمچنین منابع رادیویی دیگری هم یافت شدند بنابراین به این نتیجه رسیدند که منشأ این سیگنالهای بسیار منظم برخی از پدیده ای طبیعی است.

بنابراین نخستین پالسار CP1919 نام گرفت به معنای "پالسار کمبریج واقع در بعد 19h19m" جدول (۳-۱) مشخصات نخستین ۹ تپنده ای که کشف شده را نشان می دهد.

تپ اختر	بعد	میل	دوره ی (s)تناوب	فاصله (pc)
CP1919	19h 19m 37s	+21 47	1.337301	۱۲۶
CP095	09h 50m 29s	+08 11	0.253065	۳۰
CP1133	11h 33m 36s	+16 08	1.187911	۵۰
CP0834	08h 34m 22s	+06 07	1.273764	۱۲۸

1-Tony Hewish
2-Jocelyn Bell

۲۰۰	0.739678	+55 41	15h 06m 50s	HP1506
۲۷۰	0.714463	+54 23	03h 28m 52s	CP0328
۶۰	1.292231	+74 42	08h 08m 50s	CP0808
۵۰۰	0.562645	-28 06	17h 49m 49s	PSR1749
۱۱۵	1.961663	-16 28	20h 45m 48s	PSR2045

جدول ۳-۱ مشخصات نخستین ۹ پالساری که کشف شد [۱]

در ابتدا چنین تصور می کردند که این علائم منظم ناشی از یک ستاره ی نوترونی است که در حال نوسان است . امابعد آقای توماس گلد [1] اظهار داشت که این تابشها ناشی از یک ستاره نوترونی است که به شدت در حال چرخش به حول محور خود ست. این چرخش به همراه میدان مغناطیسی که خیلی هم قوی است ذرات کیهانی را در این کره مغناطیسی چرخان شتاب می دهد ودر سرعتهای نسبیتی باعث نشر امواج رادیویی تا گاما می شوند . برای مثال دو دسته پرتو رادیوئی پیوسته را در قطبین مغناطیسی ستاره تولید می کند که ای ن دو دسته پرتو هنگامی که اطراف آسمان را جاروب می کنند مانند فانوس دریایی اند. اگر یکی از پرتوها از آسمان محل ما عبور کند تلسکوپ رادیویی آن را به صورت پالسهای منظمی آشکار می کند که دوره تناوب این پالسارها باسرعت چرخش ستاره رابطه مستقیم دارد.

۳-۳- نام گذاری پالسارها

از نهادPSR به عنوان مخفف Pulsar استفاده می شود وبعد از آن از۴ رقم به عنوان بعد و۲تا ۳ رقم به عنوان میل استفاده میکنند . به عنوان مثال PSR 1937+21 به عبارتی با داشتن نام یک پالسار می توان مکان آن را در آسمان مشخص کرد . اگر مشخصات پالسارمربوط به دوره۱۹۵۰باشد ازحرف B که ابتدای اسم آقای "براهام"[2] است استفاده می کنند واگر مربوط به سال ۲۰۰۰ باشد از حرف J که مربوط به لحظه ساعت ۱۲ روز ۱ ژانویه ۲۰۰۰است استفاده می شود.

۳-۴- بررسی پالسارها:

پالسار را چنین تعریف می کنیم که : ستاره نوترونی چرخانی است که میدان مغ ناطیسی بسیار قوی دارد وپرتوهای رادیو منتشر می کند . در مواردی که پالسار جوان باشد در نواحی دیگر طیف الکترومغناطیسی هم تابش دارند.

1-Thomas Gold

2-Barham

۳-۴-۱ ستاره نوترونی

اما ستاره نوترونی چیست؟ باید گفت که ستاره ها مانند انسانها متولد می شوند تکامل می یابند و در نهایت هم می میرند. بسته به جرم ستارگان در هنگام مرگ به یکی از موارد زیر تبدیل می شوند.

۱ -اگر جرمی برابر با ۱/۵تا۲ برابر جرم خورشید ویا کمتر داشته باشند به کوتوله سفید تبدیل می شوند

۲ -اگر جرمی برابر ۲/۵تا۳ برابر جرم خورشید داشته باشند به ستاره نوترونی تبدیل می شوند.

۳ -ونهایتاً اگر جرمی برابر یا بزرگتر از ۳برابر جرم خورشید داشته باشند به یک سیاه چاله تبدیل
می شوند.

طبق نظریه تحول ستاره گان هنگامی که مواد درون ستاره متراکم می شوند تا حدی که چگالی آن به بیش از kg/m^3 ۱۰^۱۲ برسد الکترونها با پروتونهای موجود در هسته ها ترکیب شده وتشکیل هسته های پرتون را می دهند وسرانجام در چگالی های متجاوز از kg/m^3 ۱۰^۱۵تقریباً همه ی مواد به شکل نوترون همراه با درصد بسیار کمی از الکترونها، پروتونها وهسته های سنگین تر می باشند.

به علت عدم دسترسی مستقیم به معادله حالت مواد در چگالی های ستاره نوترونی و ه مچنین وجود اختلافات بسیار زیاد بین تخمین های نظری، نمی توان یک رابطه جرم - شعاع بدون ابهام برای ستاره های نوترونی ارائه داد.

۳-۴-۲-مشخصات ستاره نوترونی:

از مشخصات ستاره نوترونی یکی قطر کوچک آنها است حدود ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر است. دوم چگالی بسیار زیاد آنها در حدود ۲۰۰ تریلیون گرم بر سانتی متر مکعب است و بالاخره میدان مغناطیسی بسیار قوی آنهاست که علت آن تراکم بسیار زیاد ستاره است شار میدان (تعداد خطوط در واحد سطح) که تغییر نمی کند چیزی که همراه با تراکم ستاره به شدت تغییر می کند سطح ستاره است که با ضریبی حدود ۱۰^۱۰ کاهش می یابد در نتیجه میدان هم با ضریبی حدود ۱۰^۱۰ افزایش پیدا می کند. بنابراین ستاره های نوترونی در قالب پالسارها قابل شناسایی اند.