١٩١٨

۸۷/۱/۱۰۹۹۰٤
۸۸-۱۲

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده علوم - بخش فیزیک

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد فیزیک(نجوم)

انتشارپرتوهای کیهانی با منشاء ابرنواختری در محیط بین ستاره ای فرکتالی

استاد راهنما:

دکتر سید جلیل الدین فاطمی

دبیرخانه اطلاعات شبکه دانشگاهی

مؤلف:

نیلوفر کتابی

۱۳۸۷/۱۲/۲۷

شهریور ۸۷

۱۰۹۱۸۲

دانشگاه شهید باهنر کرمان

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

بخش فیزیک

دانشکده علوم

دانشگاه شهید باهنرکرمان

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

دانشجو: نیلوفرکتابی

استاد راهنما: دکترسیدجلیل الدین فاطمی

داور۱: دکترسعید عطارد

داور۲: دکترمحمدمهدی یزدانپناه

نماینده تحصیلات تکمیلی: دکترحسن فاطمی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به مولف است.

تقدیم به :

پدر و مادر مهربانم

که با مهر و محبت بی شا یبه خود همواره مشوق و پشتیبان من بودند.

تشکر و قدردانی:

حمد و سپاس خداوند علیمی را سزاست که به انسان منت نهاد و قطرهای از اقیانوس بی کران علم کل را به او ارزانی داشت وبه برکت این نعمت ارزنده راههای کمال و پویش به سمت شناخت نادانسته ها و کشف راز و رمزهای پیچیده هستی را فرا راه او نهاد.

اینجانب برخود لازم میدانم که از زحمات بیدریغ و تلاشها و راهنماییهای استاد بزرگوارم جناب آقای دکترجلیل فاطمی تشکر نمایم.

همچنین بسیار لازم است که اینجانب از جناب آقای دکتر سید حسین زارعی و لیدا خواهر عزیزم که با حمایت ِ کمک و پشتیبانی ایشان اتمام این پایان نامه بر من ممکن گردید نهایت تشکر و قدر دانی را داشته باشم.

از خواهرعزیزم لی لی و همسرشان آقای دکتر شهرام امامی ِ همچنین از جناب آقای مهندس علی هوشیار و دیگر دوستان که مرا در این راه یاری فرمودند نیز تشکر مینمایم.

چکیده:

هدف ما در در این پایان نامه بررسی منشاء ابرنواخترها به عنوان مولد ذرات پرتوهاي كيهاني در گستره انرژي پائين‌تر از انرژي موسوم به زانو ، در محيطهاي بين ستاره‌اي با ساختار فركتالي است. و بر خلاف اينكه معمولاً انتشار ذرات كيهاني در محيطهاي بين ستاره‌اي همگن و آرام در نظر گرفته شده، در اينجا انتشار پرتوهاي كيهاني در محيطهاي بين ستاره‌اي آشوبناك يعني با رژيم ابرپخشي غير عادي و با استفاده از معادله پخش غير عادي مورد بررسی قرار ميگيرد. در اين راستا گستره پارامتری α، مشخصه محيط بين ستاره‌اي، نيز تعيين می شود.

همچنين يك شبيه سازي مونت كارلو با استفاده از معادله پخش غير همگن لاگوتين و همكاران در ماده فركتالي بين ستاره‌اي براي ابرنواختر به عنوان منشاء اصلي پرتوهای كيهاني تا حدود انرژي 10^{16} الكترون ولت انجام و نتايج عددي آن با مدل ابرنواختری ارليكين-ولفندال مقايسه ميگردد.

در نهايت نيز با انجام شبيه سازي ديگری شدت پرتوهاي كيهاني با طيف پرتوهاي كيهاني مشاهده شده مقايسه و در اين همخوانی با بدست آوردن بهترين مقدار آلفا،تائيدي بر مدل برزكو بدست می اوريم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه

۱-۱.سابقه موضوع..... ۲

۱-۲.شرح موضوع..... ٤

۱-۳.معرفي سرفصل هاي پايان نامه..... ٦

فصل دوم: پرتوهای کیهانی و منابع آنها

۱تاریخچه کشف پرتوهای کیهانی ۱۰

۲-۲ منابع پرتوهای کیهانی..... ۱٤

۲ -۲-۱ منشاء خورشیدی پرتوهای کیهانی..... ۱٤

۲ -۲-۲ منشأابرنواختری ۱۵

۲ -۲- ۳ تپنده ها..... ۱۵

۲ -۲- ٤ منابع ماورای کهکشانی پرتوهای کیهانی..... ۱۵

۲-۳ آشکارسازی پرتوهای کیهانی ۱٦

۲-٤ عمر یک پرتو کیهانی..... ۱۸

۲-۵ طیف پرتوهای کیهانی..... ۲۰

۲- ٦ بر هم کنش پرتوهای کیهانی با جو زمین..... ۲۲

عنوان

صفحه

فصل سوم:محیط بین ستاره ای

۳-۱ فضای بین ستاره‌اي ۲۵

۳ -۱-۱ گاز هيدروژن خنثي..... ۲۶

۳ -۱- ۲ ابرهاي مولكولي..... ۲۷

۳ -۱-۳ مناطق هیدروژن یونیزه شده ۲۸

۳-۱-٤ گرد و غبار بین ستاره‌اي..... ۲۸

۳-۲ ساختارهاي فركتالي ۲۹

۳ -۲- ۱عوامل ایجاد ساختارهاي فركتالي ۳۰

۳-۳ محیط همگن و غیر همگن ۳۱

فصل چهارم:ابرنواخترو مکانیزم شتاب ذرات کیهانی

نواختر..... ۳٦

٤- ۱ ابراخترها..... ۳٦

٤ -۱- ۱ ابرنواخترها: ستاره هایی که منفجر وطی مراحل بسیار نورانی می گردند.... ۳۷

٤- ۲ انواع ابرنواختر..... ۳۷

٤-۲- ۱ ابرنواختر نوع I ۳۹

٤-۲- ۲ ابرنواختر نوع II..... ٤۰

٤ -۲-۳ جمع بندی مقایسه ابرنواخترهای نوع اول و دوم ٤٤

٤-۳ باقیمانده ابرنواختری..... ٤٦

٤ -۳- ۱ چرخه زندگی یک باقیمانده ابرنواختری ٤۷

٤-۳- ۲ گونه های مختلف باقیمانده های ابرنواختری..... ٤۹

عنوان صفحه

٤- ٤ موج ضربه ای و جبهه موج حاصل از انفجار ابرنواختر.....٥٠
٤ - ٥ مدلهای ابرنواختری.....٥٢

فصل پنجم:متد و روش

٥-١.بررسی انتشار پرتوهای کیهانی با منشاء ابرنواختری.....٥٩
٥-٢ روش مونت کارلو و تولید اعداد تصادفی.....٦٢
٥-٣ مطالعه آماری و شبیه سازی منشاء ابرنواختری پرتوهای کیهانی ٦٣
٥-٤ شبیه سازی انتشار پرتوهای کیهانی در محیط بین ستاره ای.....٧١
٥-٥ محاسبه چگالی انرژی مدل ارلیکین و ولفندال ٧٦
٥-٦ محاسبه خطا.....٨١
٥-٧ بررسی شدت پرتوهای کیهانی و مقایسه این شدت با طیف شدت تجربی پرتوها..٨٥
نتیجه گیری.....٩١

پیوست

برنامه کامپیوتری نوشته شده برای رسم نمودارهای٥-١و٥-٢.....٩٣
برنامه کامپیوتری نوشته شده برای رسم نمودارهای هیستوگرام.....٩٤
برنامه کامپیوتری نوشته شده برای رسم نمودارهای٥-٨و٥-٩و٥-١١و٥-١٢.....٩٥
برنامه کامپیوتری نوشته شده برای رسم نمودار٥-١٠.....٩٨

مراجع.....١٠١

فصل اول

مقدمه

بسمه تعالي

۱-۱.سابقه موضوع

طي سالهاي اخير، مطالعات و تحقيقات بسيار زيادي در مورد علم پرتوهاي كيهاني و فيزيك ذرات توسط فيزيكدانان صورت گرفته است. تابش كيهاني براي اخترشناسان بسيار مهم است چرا كه در بدست آوردن اطلاعات در مورد مراحل اختر فيزيكي پر انرژي در تحقيقاتي كه درباره كهكشان و فراتر از آن صورت مي‌گيرد، كمك بسياري مي‌كند. همچنين در مطالعه فيزيك ذرات فرصت مناسبي بدست مي‌آيد تا اطلاعاتي در مورد نوترونها و ذرات پر انرژي با منشاء كهكشاني بدست آيد. به علاوه، پرتوهاي كيهاني زمينه‌اي براي انجام تحقيقات براي ذرات خارجي با منشاء كهكشاني و مراحلي مانند واپاشي پروتون و ذرات و دو قطبي‌ها فراهم مي‌آورد. همان معادلاتي كه براي آبشارهاي ذرات در جو زمين برقرار است به توصيف ذرات توليد شده توسط پرتوهاي كيهاني كه به وسيله سقوط يك ستاره و سپس برخورد آن با پوسته اطراف ابرنواختر شتاب داده شده‌اند نيز مي‌پردازد. اطلاعات اساسي در مورد پرتوهاي كيهاني كه مي‌توان به واسطه آنها به منبع اين پرتوها پي برد در مورد فراواني هسته‌هاي مختلف و توزيع انرژي هر يك از اين تركيبات است .

موضوع پرتوهاي كيهاني از سال ۱۹۰۰ آغاز شد. هنگامي كه الكتروسكوپ باردار حتي اگر در يك محل تاريك و عاري از تابش راديواكتيو قرار مي‌گرفت بار آن تخليه مي‌شد. اين تخليه بار در الكتروسكوپ و عمل يونيزاسيون براي دانشمندان به صورت يك معما درآمده بود. لذا در صدد حل اين مسأله برآمدند. تا قبل از ۱۹۱۲ تنها نتايجي كه از آزمايشهاي يونيزاسيون گرفتند اين بود كه علت تخليه بار و يونيزاسيون در الكتروسكوپ ناشي از تابش راديواكتيو از زمين مي‌باشد.

در سال ۱۹۱۲ ويكتور[1] با انجام آزمايش يونيزاسيون در ارتفاعات بالا علت آن را تابش ماوراي زميني دانست و آن را تابش كيهاني ناميد. او با كشف پرتوهاي يونيزه شده

1-Victor Hess

که از فضاي بيرون به جو زمين برخورد مي‌كنند، تحولي در علم فيزيك پديد آورد. اين پرتوها به علت اينكه عمدتا در ميدان مغناطيسي منحرف مي‌شوند داراي بار الكتريكي هستند[۱] .

او به وسيله آشكار سازيهاي زميني و بالوني[1] نشان داد كه شدت اين پرتوها در طول شبانه روز تغيير محسوسي نمي‌كند پس نمي‌توانند منبع خورشيدي داشته باشد همچنين انفجارهاي خورشيدي پرتوهاي كيهاني را تا حدود انرژي ۱۰GeV شتاب مي‌دهد پس خورشيد به تنهايي منبع مناسبي براي آنها نيست چون انرژيهاي پرتوهاي كيهاني از $۱۰^{۲۰}$الكترون ولت هم فراتر مي‌رود. لذا براي آنها منابع قوي‌تر كهكشاني و برون كهكشاني در نظر گرفتند. از جمله منابع پيشنهادي كهكشاني كه مي‌تواند پرتوهاي كيهاني را تا انرژي $۱۰^{۱۵}$ الكترون ولت شتاب دهد، ابرنواختر است.

در ستارگان رشته اصلي وقتي توازن دو نيروي گرانشي به سمت داخل و نيروي حاصل از فشار گاز به سمت بيرون به هم مي‌خورد در آنها واكنشهاي هسته‌اي آغاز مي‌شود. براي ستارگان با جرم بزرگتر از چهار برابر خورشيد بس از آنكه در اثر همجوشي هسته مركزي آن نهايتاً به آهن تبديل شد، متلاشي مي‌شوند و در اثر آن موج ضربه‌اي حاصل مي‌شود كه انرژي حاصل از انفجار آن در حدود $۱۰^{۵۱}$erg است و مي‌تواند پرتوهاي كيهانی را تا انرژيهاي بالا شتاب دهد.

طيف انرژيهای اندازه گيری شده برای پرتوهای كيهانی در انرژيهای $۱۰^{۱۵}$ eV ×۳ و $۱۰^{۱۸}$ eV × ۳ دو شكستگی دارد كه علت آنها را به ترتيب از منشاء كهكشانی و ماورای كهكشانی می دانند. مدل ابرنواختری ارليكين[2] و ولفندال [3] كه با EW نمايش داده می شود و همچنين مدل برزكو كه با B نمايش داده ميشود علت شكست در طيف انرژی پرتوهای كيهانی در انرژی$۱۰^{۱۵}$ eV ×۳را ناشی از تركيبات حاصل از انفجار ابرنواختری ميدانند[۲,۳]. از جمله تركيباتی كه در اين شكستگی موثرند گروههای

1- Balloon-Borne
2-A.D.Erlylcin
3-A.W.Wolfendale

عناصر CNO، هسته های سنگین H(Ne-S) و هسته های خیلی سنگین VH(Fe group) می باشند.

در سال ۲۰۰۱، لاگوتین و همکاران این مشکل منبع پرتوهای کیهانی، البته تا انرژی زیر زانو GeV ۳×۱۰^{۶}، را معطوف به انتشار غیر همگن پرتوها درمحیط بین ستاره ای نمودند. آنها در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که ویژگی خود متشابهی یا فرکتالی محیط بین ستاره ای و توزیع میدان مغناطیسی بیشتر مربوط به نحوه انتشار پرتوهادر این محیط دارد. درواقع، ویژگی فرکتالی محیط بین ستاره ای منجر به موضوعی می شود که به آن انتشار غیر عادی می گویند و چنین انتشاری به ما کمک می کند تا به نحوه شکل گیری هاله پرتوهای کیهانی بی ببریم. در حقیقت ارکیلین و همکاران با استفاده از ویژگی قانون توانی طیف آشوب، یک ساختار خود متشابه فرکتالی ارائه نمودند که البته نه در کل کهکشان ولی در گستره بزرگی از مقیاسهای فضایی که موردنظر ماست کاملاً معتبر است.

۱-۲.شرح موضوع

پرتوهای کیهانی کهکشانی (GCRS) ذرات با انرژی بالا هستند که از نقاط دوری در کهکشان به سمت منظومه شمسی سرازیر می شوند. ترکیبات این مواد بیشتر شامل پروتونها، الکترونها و هسته های اتمی هستند که همگی شامل الکترونهایی اطراف خودبوده اند که در اثر سرعت بالا (معمولاً در حد سرعت نور) در هنگام سیر کهکشان از آنها جدا شده اند. پرتوهای کیهانی نمونه ای از اجرام خارج از منظومه شمسی برای ما هستند. میدانهای مغناطیسی مربوط به کهکشان، منظومه شمسی وزمین آنقدر در مسیر این ذرات با یکدیگر در حال جدال هستند که مانمی توانیم با توجه به مسیر آنها، منابع آنها رادر کهکشان مورد بررسی قرار دهیم. اگر نقشه ای از شدت پرتوها کیهانی در آسمان

تهیه کنیم مشاهده می شود که توزیع شدت آنها کاملاً یکنواخت است[1] .پس باید به دنبال منابع آنها با استفاده از روشهای غیر مستقیم بگردیم.

یکی از روشهای غیر مستقیمی که می تواند ما رادرشناخت منابع پرتوهای کیهانی کمک کند شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده آنهاست. این روش به ما کمک میکند بفهمیم که چه کسری از پرتوها کیهانی پروتونها، چه کسری هسته هلیوم و ... است. بیشتر این المانهای طبیعی در ترکیب پرتوها متناسب با وقوع و حضور آنها در منظومه شمسي است ولي همان تفاوتهاي اندك مي تواند به عنوان مشخصه اي براي شناسايي منابع آنها باشد .

تقريباً بيشتر پرتوهاي كيهاني كهكشانی در موج انفجاري ناشي از باقيماندههاي ابرنواختري شتاب ميگيرند. اين بدان معني نيست كه انفجار ابرنواختري اين ذرات را به چنان سرعت بالايي ميرسانند بلكه باقيماندههاي اين انفجارها، ابرهاي گسترده گاز و ميدان مغناطيسي، ميتوانند هزاران سال باقي بمانند و اين همان جايي است كه پرتوهاي كيهاني شتاب مي گيرند. پرشها و جهشهاي بالا و پائين كاتورهاي ذرات حاصل از اين باقيماندهها در ميدان مغناطيسي به اين ذرات اجازه ميدهد كه انرژي بگيرند و به پرتوهاي كيهاني تبديل شوند. در نهايت آنقدر سرعت كسب ميكنند كه باقيماندههاي ابرنواختري را رها كرده و به سمت كهكشان جاري شوند . با توجه به اينكه پرتوهاي كيهاني سرانجام باقيماندههاي ابرنواختري را رها ميكنند ميتوانند تا يك حد بيشينهاي از انرژي شتاب بگيرند كه اين حد به اندازه منطقه شتابدهندگي و قدرت ميدان مغناطيسي بستگي دارد. ولي اين پرتوها با انرژيهاي بسيار بالاتري هم مشاهده شده اند و همين باعث ايجاد سوال بزرگي براي دانشمندان گشته است.

همچنين مقايسه تركيبات شيميايي ديگر اجرام اختر فيزيكي مانند خورشيد، محيط بين ستاره اي، ابر نواخترها و ستارگان نوتروني نيز ميتوانند سر نخهايي از نحوه شتاب گيري پرتوهاي كيهاني به ما بدهند[٤].

---

[1] -Cosmic rays NASA, What are cosmic rays, http://search.nasa.gov/search/centersearch.jsp?centername=goddard&nasaInclude=cosmic+rays, Lochner J, (2007).

در واقع مشاهدات تجربي كه از ساختارهاي مختلف محيط بين ستاره‌اي صورت گرفته نشان داده كه اين ساختارها رندوم نبوده بلكه از روابط قانون تواني بين اندازه، پهناي خط و جرم حاكي است كه اين قوانين نشاندهنده طبيعت خود متشابه و يا به تعبيري فركتالي براي محيط بين ستاره اي در محدوده ابعادي از ۱۰۰ پارسك تا ۳×۱۰^{-۳} پارسك است. پس مدلي كه در اين جا بررسي مي شود مدل شتاب ذرات توسط شوك حاصل از باقيمانده‌هاي ابرنواختري و درنتيجه انتشار در محيط بين ستاره اي كه البته در مرجع [۵] كاملاً بررسي شده است. انفجارهاي ابرنواختري با زمان به صورت كاملاً رندوم توزيع شده اند. همچنين توزيع فضايي آنها در صفحه كهكشان در اين مدل به صورت استوانه اي در نظر گرفته شده است[۲] . از طرفي مشكل منبع پرتوهاي كيهاني توليد شده در شوكهاي حاصل از انفجارهاي ابرنواختري در انرژيهاي پائين‌تر از ۳×۱۰^{۶} GeV در طيف انرژي آنها و با توجه به انتشارشان در محيط بين ستاره‌اي ناهمگن قابل توضيح است. بر خلاف آنكه توزيع پرتوهاي كيهاني در نزديكي منبع (مثلاً در صفحه كهكشان) به نحوه انتشار آنها بستگي دارد ولي توزيع آنها در فواصل دور از صفحه كهكشان به شدت به خصوصيات انتشار آنها وابسته است. در گذشته محاسبات انجام شده براي پرتوهاي كيهاني در كهكشان با استفاده از تئوري خطي صورت مي‌گرفت ولي اعتبار اين انتشار خطي بسيار محدود و فقط شامل بخش اندكي از اغتشاش بوده است. در اينجا توزيع ماده و ميدان مغناطيسي در كهكشان به صورت بسيار زياد ناهمگن در نظر گرفته شده بدان معني كه ابرهاي گازي با چگاليها، دماها و درجات يونيزاسيون مختلف به صورت كاملاً رندوم در محيط بين ستاره‌اي حركت مي‌كنند. دامنه ميدان مغناطيسي نامنظم در كهكشان كه توسط آشوب تعيين مي‌گردد به طور كل از مرتبه بزرگي ميدان منظم است يعني $B'/B_o \approx 1.5$ [۱] كه البته اين نسبت به طور قطع از محلي به محل ديگر و بسته به نوع ابرنواختر و ميزان قدرت شوكها متفاوت است. بر اساس فرضيه محيط بين ستاره‌اي فركتالي، لاگوتين و همكاران معادله پخش غير عادي در محيط فركتالي را براي شرايط مختلف به طور آناليزي حل كردند با اين فرض كه اتلاف انرژي و بر هم كنشهاي هسته‌اي

1- A.Broadbent etal (1990)

وجود ندارد و يا به قدري كم است كه قابل چشم پوشي است[۲]. ما در اين پايان نامه با در نظر گرفتن چنين محيط بين ستاره‌اي فركتالي و معادله پخش ناهمگن براي انتشار پرتوهاي كيهاني به مسأله نوع منبع ابرنواختری اين پرتوها مي‌پردازيم.

۱-۳.معرفي سرفصل هاي پايان نامه:

پس از توضيحات مختصری در مورد معرفی پرتوهای كيهانی در فصل اول ، محيط بين ستاره ای و ساختار آن در فصل دوم و ابرنواخترها وانواع آن در فصل چهار، در نهايت در فصل پنجم ، با در نظر گرفتن منشاء ابرنواختري پرتوهاي كيهاني به عنوان مولد ذرات گستره انرژي پائين‌تر از انرژي موسوم به زانوGeV ۳×۱۰^{۶}با توجه به پيشنهاد اخير لاگوتين و همكاران[٦]، در اين مورد كه چنين ذراتي در محيط‌هاي بين ستاره‌اي با ساختار فركتالي كه توسط معادله پخش غير عادي ارائه شده انتشار مي‌يابند، مورد بررسي قرار مي‌گيرد و بر خلاف اينكه معمولاً انتشار ذرات كيهاني در محيط‌هاي بين ستاره‌اي همگن و آرام در نظر گرفته شده، نتايج بدست آمده از اين بررسي با انتشار پرتوهاي كيهاني در محيط‌هاي بين ستاره‌اي آشوبناك يعني با رژيم ابرپخشي غير عادي پيشنهادي لاگوتين ، همخواني داشته و گستره پارامتری α، ويژه چنين محيطي $۱/۶<\alpha<۲$ محاسبه مي‌گردد.

در واقع قصد داريم تا پيشنهاد لاگوتين و همكاران در معرفي محيط بين ستاره‌اي با ساختار فركتالي با معادله پخش غير عادي را محك بزنيم. آنها پرامتري به نام α معرفي مي‌نمايند كه پارامتر اساسي براي انتشار پرتوهاي كيهاني در محيط بين ستاره‌اي متلاطم بوده و مقدار آن به طيف بيّ نظمي‌هاي مغناطيسي مربوط مي‌شود. پخش استاندارد ذرات در يك محيط همگن كه به توزيع گوسي ذرات مي‌انجامد، به $\alpha=2$ مربوط است.$\alpha<2$ به رژيم ابرپخشي غير عادی مربوط مي‌شود

همچنين يك شبيه سازي مونت كارلو با استفاده از معادله پخش غير همگن لاگوتين و همكاران در ماده فركتالي بين ستاره‌اي براي ابرنواختر به عنوان منشاء اصلي پرتوهای كيهاني تا حدود انرژي $۱۰^{۱۶}$ eV انجام و در مقايسه، نتايج عددي آن با رجوع به چگالي

انرژي پرتوهاي كيهاني پيش بيني شده از مدل ابرنواختر (EW)، همخواني بسيار خوبي را با پارامترهاي تجربي مشاهده شده (شيب شعاعي كهكشان، درصد انتقال انرژي ابرنواختري به ذرات كيهان و غيره) پرتوهاي كيهاني را نشان مي‌دهد و در نتيجه تائيدي بر منشاء ابرنواختري آنهاست[۲] .

در قسمت بعدي با توجه به پيشنهاد منبع نقطه‌اي پرتوهاي كيهاني، شدت پرتوهاي كيهاني طي يك شبيه سازي با طيف پرتوهاي كيهاني مشاهده شده، مقايسه و در اين همخوانی بهترين مقدار α يعني پارامتر مشخصه محيط بين ستاره‌اي فركتالي برابر با $\alpha = ۱/۷۵ \pm ۰/۰۵$ بدست آمده و در مرحله بعد دو مدل آكسفورد [۷] ،برزكو براي مقدار طيف منبع ابرنواختري با مشخصه p كه به ترتيب برابر با۲و۲/۱۵ مي‌باشد به محك گذاشته شده و در مقايسه با شبيه سازي صورت گرفته، تائيدي بر مدل B پيشنهاد مي‌گردد[۳] .

فصل دوم

پرتوهاي كيهانی و منابع آنها

2-۱.تاریخچه کشف پرتوهای کیهانی

برای مطالعه و شناخت این پرتوهای ناشناخته درسال ۱۹۰۰دانشمندان درچندین آزمایشگاه به بررسی پدیده های یونیزاسیون و هدایت الکتریکی درگازها پرداختند. در آن زمان الکترون، پدیده های رادیواکتیو و اثر تابش در یونیزاسیون هوا که لازمه کارشان بود، برای آنها شناخته شده بود. از جمله کسانی که در این کار پیشقدم شدند، الستر[1] و گیتل[2] بودند. آنها از آزمایشهایشان برای هدایت الکتریکی درهوای آزاد نتیجه گرفتند که عامل هدایت الکتریکی در هوای ازاد یونهای مثبت و منفی می باشند.بعدازاین کوشش کردند تا تغییرات هدایت الکتریکی را با موقعیت جغرافیایی، ارتفاع، زمان و شرایط جوی بررسی کنند. همچنین منابع آنهاوعواملی که در یونیزاسیون و هدایت الکتریکی موثرند را تعیین کنند.

یک سال بعد الستر به کمک ویلسون[3] هنگام آزمایش متوجه شدند وقتی ظرف سربسته هوا را حتی دریک محل تاریک قرار دهند، در آن یونیزاسیون صورت گرفته و تعداد ۲۰ یون در سانتی متر مکعب برثانیه در ظرف تولید می شود. همچنین مشاهده کردند الکتروسکوپی که از اثرات سطحی محافظت شده است ،بعد از مدتی بار آن تخلیه می شود. گیتل احتمال داد که علت این یونیزاسیون مربوط به خواص هوا می باشد.بعدالسترو گیتل تخلیه باری که در الکتروسکوپ باردار صورت می گرفت را ناشی از مواد رادیواکتیوی که از زمین سرچشمه می گرفتند، دانستند. یعنی اینکه عامل یونیزاسیون درهوا تابشهای رادیواکتیوی هستند که از زمین نشات می گیرند. ولی برخی محققین قانع نشدند لذا به انجام آزمایشهای دیگری دست زدند.

بدین ترتیب رادرفورد[4] درسال ۱۹۰۳با قرار دادن الکتروسکوپ باردار در یک محفظه سربی ملاحظه کرد که دراین حالت تعداد یونها نسبت به آزمایشهای قبلی کاهش

1- Elester
2- Geitele
3- C.T.R Wilson
4- Rutherford

می یابد. لذاعلت این کاهش رایونیزاسیونی که توسط تابشهای گامای رادیواکتیوازدیوارهای آزمایشگاهی صورت می گرفت، دانست. همچنین آزمایشهایی هم که آن موقع درسطح دریا انجام شد اثر تابش خارجی در یونیزاسیون را رد می کرد.

بعد ازانجام این آزمایشها بود که به بررسی اثرات تغییر ارتفاع بر یونیزاسیون پرداختند. با توجه به اینکه می دانستند عمق نفوذ پذیری پرتوهای گاما ٥ سانتی متر و برای پرتوهای بتا و آلفا بیشتراست، متوجه شدند که میزان یونیزاسیون با ارتفاع افزایش می یابد. بنابراین گفتند احتمال دارد یک منبع ماورای زمینی در این کار دخیل باشد. ولی در آزمایشهای بعدی که روی سطح دریاچه ها که عاری از آلودگی رادیواکتیو بودند، انجام دادند، متوجه شدند که باز هم یونیزاسیون کاهش می یابد. بر این اساس علت آنرا تابش گامایی که اززمین صورت می گرفت دانستند. ولی این کاهش که به علت ضریب جذب بالای پرتوهای گام $4/5\times10^{-5} cm^{-1}$ صورت میگرفت کاهش خیلی خوبی نبود. تمام این افزایشها و کاهشها در یونیزاسیون و تغییر دادن ارتفاع بهانه ای شده بود تاآنها دنبال منابع ماورای زمینی باشند که باعث همه یا قسمتی از یونیزاسیون شده بود.

درسال ۱۹۱۰ ولف[1] هنگام انجام آزمایش در ارتفاع ۳۳۰ متری مشاهده کرد که تعداد یونها به طور متوسط از ٦ یون درزوی زمین به ۳/٥ یون درسانتی متر مکعب بر ثانیه دراین ارتفاع میرسددرصورتیکه اگرتنها عامل یونیزاسیون تابش گاما باشد باید در ارتفاع ۸۰ متری به نصف برسد. اینجا بود که دیگر توجیهی برای این آزمایش نداشتند. چون با افزایشی که درارتفاع صورت گرفته بود دیگر عامل یونیزاسیون نمی توانست تابش رادیواکتیو باشد. پس باید علت دیگری بجز تابش رادیواکتیواززمین دراین مورد موثر باشد.

آزمایشهایی که تابه حال بررسی کردیم در آنها یونیزاسیون تا حد کمی با آلودگی رادیواکتیو مربوط می شد. اما برای باقیمانده یونیزاسیون دنبال اثرات منابع دیگری بودند. بدین منظور ویکتور هس و کلهرستر[2] بر آن شدنداین اثرات را بافرستادن بالنهایی به ارتفاعهای بالاتر بررسی کنند. در سپتامبر ۱۹۱۲ هس با فرستادن چندین بالن تا ارتفاع

1- Wulf
2- Kolhorster