گاهی ستارگان منفجر می شوند، از هم می پاشند و به ابر نواختر (Supernova)تبدیل می شوند. در این مقاله آنچه تاکنون درباره ابرنواختران معلوم شده است توضیح داده میشود و اجرام شگفت انگیزی که پس از انفجار ستاره ای برجای می مانند، شرح داده می شود.

ابرنواختران

ستارگانی که جرم کم یا متوسط دارند، مراحل نهایی زندگی خود را – به صورت غول های سرخ – به آرامی سپری می کنند، اما ستارگان بسیار پرجرم تر از خورشید به طریقی ظاهرا عجیب می میرند و به اجرامی با ویژگیهای باور نکردنی تبدیل می شوند. انهدام انفجاری ستاره به آنچه ابرنواختر نامیده میشود، می انجامد (که بسیار نورانی تر از نواختر است) و باقیمانده ستاره را به صورت یک تپ اختر) پالسار)، یا ستاره نوترونی و یا شاید سیاهچاله برجای می گذارند.

درخشندگی ابرنواختران

هنگامی که آتش ابرنواختر بر می فروزد، نورانیت ستاره به طور اعجاب آوری افزایش می یابد که بسیار بیشتر از افزایش نورانیت در مورد نواختران است. در حالی که نواختر حداکثر به درخشندگیی می رسد که آن را به یکی از نورانی ترین ستارگان کهکشان بدل می کن ، ابرنواختر به چنان نورانیتی دست می یابد که با مجموع نورانیت های تمام ستارگان یک کهکشان برابری می کند. نورانی ترین ابرنواختران مشاهده شده در کهکشانهای دیگر ، گاه چندین بار نورانی تر از کل کهکشان بوده اند. درخشندگی کل یک ابرنواختر تا مقادیری در حدود یک میلیارد برابر نورانیت خورشید می رسد.

منحنی های نور و طیف

در فواصل نزدیک، تنها معدودی ابرنواختر مشاهده شده، اما در کهکشان های دیگر در بخشهای مختلف کیهان ، صدها ابرنواختر عکسبرداری شده و از این مشاهدات ، دانشی درباره ویژگیهای مختلف آنها به دست آمده است. هنگامی که ابرنواختر منفجر می شود نورانیت آن در خلال یک روز یا بیشتر ، به حداکثر می رسد. طیف ابرنواختر ، در موقع نورانیت حداکثر، بسیار پیچیده است. طیف ابرنواختران ، دست کم دو رده مختلف دارد ، و هردو این رده ها چنان پیچیدگی هایی دارند که اختر شناسان تاکنون نتوانسته اند از روی شواهد طیفی ، ویژگیهای فیزیکی جسم منفجر شونده را دریابند.

پس از رسیدن ابرنواختر به حداکثر، طیف تغییر می کند و درخشندگی کاهش می یابد. الگوی کاهش درخشندگی در هرکدام از دونوع ابرنواختر متفاوت است. نوعا ، نورانیت به آرامی کاهش می یابد و چند ماه طول نمی کشد که ابرنواختری در یک کهکشان نزدیک از نظر ناپدید شود .هنوز تجهیزات نوین اخترشناسی برای رصد ابرنواختری در کهکشان خودمان به کار گرفته نشده اند و از این رو ، تاکنون جزئیات فرایند فوران ابرنواختری از نزدیک مشاهده نشده است. به همین دلیل است که ما هیچ اطلاعی از درخشندگی های پیش – انفجاری ابرنواختران نداریم و آن ابرنواخترانی که به اندازه کافی نزدیکند که به خوبی مشاهده می شوند، بسیار پیش تر از مشاهدات تلسکوپی منفجر شده اند.

ابرنواختران کهکشانی

نخستین اسناد مربوط به انفجار ابرنواختری در کهکشان ما در سال ۱۰۵۴ میلادی ثبت شده است. اسناد ثبت شده این رویداد به وسیله چینی ها، ژاپنی ها و سرخپوستان آمریکا، همگی نشان می دهند که درخشندگی این اجرام کیهانی به حد کافی زیاد و برای مدتی به هنگام روز نیز قابل مشاهده بوده است. مکان این جرم در آسمان مطابق است با جرم گسترده و عجیبی که سحابی خرچنگ نامیده میشود، بعدها معلوم شد این جرم ابرگازی عظیمی است که در تمام گستره طیف الکترومغناطیسی، از امواج رادیویی گرفته تا پرتوی Xو پرتوهای گاما، انرژی شدیدی منتشر می کند. ابرنواختر ثبت شده بعدی در کهکشان ما، ابرنواختر تیکو نامیده میشود که در سال ۱۵۷۲ میلادی روی داد و اخترشناس بزرگ، تیکوبراهه بطور گسترده ای آن را مطالعه کرد. این جرم نیز به قدر کافی نورانی بوده و به هنگام روز نیز دیده می شده است. در سال ۱۶۰۴ ، افتخار رصد ابرنواختر سوم در کهکشان ما ، نصیب کپلر شد. این ابرنواختر گرچه از ابرنواختر تیکو کم فروغتر بود اما از هر جسم ستاره ای در آسمان نورانیتر دیده می شد. آن را ابرنواختر کپلر می نامند.

آهنگ ابرنواختران

از مطالعه آمار ابرنواختران در کهکشانهای دیگر معلوم شده است که در هر کهکشان ، به طور میانگین در هر سال (یا بیشتر (یک انفجار ابرنواختری روی میدهد. اینکه ما از سال ۱۶۰۴ تا حال ابرنواختری در کهکشان محلی خود آشکار نکرده ایم ، به احتمال ، عمدتا به آمار مربوط می شود و می توان امید داشت که در آینده نزدیک احتمالا یکی از این اجرام تماشایی را ببینیم .ستاره‌شناسان و دانشمندان ناسا نیز عنوان کردند که در ۵۰ سال آینده، شاهد تولد ابرنواختری و مرگ یک ستاره در کهکشان راه شیری، خواهیم بود و این پدیده با استفاده از تلسکوپ و اشعه مادون قرمز از زمین قابل رؤیت خواهد بود و پس از مدتها آرامش ۴۰۰ ساله کهکشان ما به پایان خواهد رسید.

بقایای ابرنواختران

ابرنواختران بقایایی مادی برجای می گذارند که قابل مشاهده اند و معمولا در طول موج های رادیویی بسیار واضح دیده می شوند. طیف تابش رادیویی به همان شکل طیف تابش تولید شده در اتم شکن های بزرگ است. فیزیکدانها ، از این اتم شکن ها در مطالعه ویژگیهای ذرات بنیادی استفاده می کنند. این ماشینها، سنکروترون نامیده می شوند و تابشی که در سنکروترون به وسیله دسته ای از ذرات گسیل می شود، تابش سنکروترون نام دارد .نحوه تولید این نور کاملا متفاوت است با نحوه تولید نوری که به طور عادی از اجسام ستاره ای گسیل می شود. تابش سنکروترون، به عوض آن که از حرکت الکترون ها از یک مدار به مدار دیگر در حول هسته اتم تولید شوند ، به توسط الکترون هایی تولید می شوند که با سرعت بسیار زیادی در میدان مغناطیسی می چرخند.

پیش از آنکه تابش سنکروترون شدیدی گسیل شود ، می باید سرعت الکترون ها تقریبا به بزرگی سرعت نور برسد و از ایت رو بدیهی است که تابش های سنکروترون بسیار نورانی حاصل از بقایای ابرنواختران می باید ناشی از رویدادهای بسیار آشوبناک باشند. ویژگی های رادیویی بقایای ابرنواختران در کهکشان ما اخترشناسان را قادر ساخته است تا از روی تابشهای رادیویی آنها ، دهها عدد از این اجسام را تشخیص دهند. این تابش ها ، از روی شکل طیف مشخصه خود ، از دیگر منابع رادیویی قابل تمییز هستند. بسیاری از بقایای ابرنواختارن را تنها می توان از تابش های رادیویی آنها آشکار کرد ، زیرا وجود غبار در سر راه دید ، در بسیاری از موارد ، بخشهای مرعی طیف را تیره می کند. در موارد کمی ، شامل سحابی خرچنگ و ابرنواختر ۱۵۷۲ (نواختر تیکو) ، نمودهای اپتیکی کشف شده است.

مدل های نظری ابرنواختران

محاسباتی که در مورد سرنوشت ستاره های غول سرخ بسیار پر جرم تر از خورشید صورت گرفته است، علت انفجار های ابرنواختری را مشخص کرده است. معلوم شده که در اواخر فاز غول سرخی، مغزی کربنی به آرامی می رمبد و سرانجام به دمایی بس بالا می رسد. ستاره های کم جرم تر هرگز به چنین دماهایی نمی رسند ، اما در ستاره های پر جرم ، رسیدن به دمایی تا ۶۰۰ میلیون درجه امکانپذیر است. محاسبات و آزماش ها نشان می دهند که اگر چنین دمایی حاصل شود ، کربن مغز ستاره واکنش همجوشی را همانند همجوشیی که پیشتر هلیوم و هیدروژن داشتند، آغاز می کند و عناصر بازهم سنگینتری مانند سیلیسوم و منیزیم پدید می آورد. سپس، این همجوشی مغزی را باز هم داغتر می کند و فشار تولید شده از این انرژی ، موقتا جلوی انقباض مغزی را می گیرد. اما ، پس از دوره ای کوتاه ، کربن مغزی تمام می شود و مغزی به دلیل نبودن هیچ منبع تولید فشار رو به بیرون ، دوباره انقباض را شروع می کند. هنگامی که مغزی بیشتر و بیشتر منقبض شد و به دمای باز هم بیشتری رسید، بار دیگر واکنش های هسته ای دیگری ، مانند سوزاندن سیلیسیوم ، می تواند آغاز شود.

این مراحل متوالی ، تا تولید عناصر سنگین متعددی در مغزی ، ادامه می یابند. فرایند نسبتا سریع روی می دهد و بسته به جرم ستاره در طی تنها چندهزار سال یا کمتر ، سرانجام وقفه ای طبیعی در توالی این مراحل پیش می آید. دلیل توقف نهایی در عنصرسازی، در ماهیت کاملا خاص عنصر آهن نهفته است. برخلاف سابق ، که عنصر های سبکتر شکل می گرفتند و انرژی آزاد می کردند ، شرکت آهن در چنین واکنش هسته ای انرژی آزاد نمی کند بلکه آن را جذب می کند. بنابراین هنگامی که آهن شکل می گیرد ، به عوض تامین انرژی بیشتری برای مغزی ستاره، انرژی آن را مصرف می کند. از این رو ، آهن عنصر نهایی است و مرحله نهایی را در رمبش مغزی تدارک می بیند. در ویدئوی زیر نحوه ی انفجار ابرنواختری ستارگان شبیه سازی شده است :

به سبب نبودن هیچ منبع انرژی، مغزی آهنی ستاره ابزاری برای جلوگیری از انقباض بیشتر خود ندارد ، مغزی آهنی بر روی خود خراب میشود و این رویداد چنان سریع اتفاق می افتد که در خلال فقط چند ثانیه اندازه آن به ۱۰ تا ۵۰ کیلومتر می رسد. در این نقطه ، چگالی چنان بالا و دما چنان افزاینده است که حتی عناصر سنگینتر از آهن نیز می توانند تولید شوند ، اما فقط در لحظه هایی بس کوتاه. در واقع ، احتمالا به این دلیل است که می بینیم در طبیعت ، عناصر سنگینتر از آهن بسیار کمیاب تر از عناصر سبکتر از آهن هستند. رمبش مغزی در این زمان چنان شدید صورت می گیرد که در پی خود ، ماده را به همان شدت وامی جهاند و ماده با انرژی گزافی به فضا پرتاب میشود. این همان انفجار است که به صورت فوران ابرنواختری می بینیم . مواد پراکنده شده از آن در فضا ، سرانجام باقیمانده ابرنواختر را تشکیل می دهند.

در خلال انفجار ، کسر بزرگی از جرم کل ستاره و شاید نصف آن ، برای همیشه از ستاره دور میشود. این موارد نهایتا در محیط عمومی میان ستاره ای پراکنده میشوند و با گاز هیدروژن که فراوان ترین گاز میان ستاره ای است ، درهم می آمیزند. از روی این شواهد است که اخترشناسان عقیده دارند بیشتر عناصر سنگین تر از هیدروژن و هلیوم در جریان فوران های ابرنواختری شکل گرفته اند. خورشید و زمین، که حاوی مقادیر قابل توجه ای از چنین عناصر سنگینی هستند، آنها را از انفجار های ابرنواختری کسب کرده اند که در دوره ای از تاریخ کهکشان ما ، پیش از شکل گیری خود خورشید از مواد میان ستاره ای منفجر شده اند. از این رو ، بسیاری از اتم های سازنده زمین در طی رویداد های آشوبناکی که به انفجار ابرنواخترهایی پیشتر از پنج میلیارد سال پیش انجامیده ، شکل گرفته اند.