

همجویشی هسته ای

در  
خورشید



خورشید در هر ثانیه ۵۰۰ میلیون تن  
هیدروژن را به هلیوم تبدیل می کند.





**انرژی تابشی خورشید و ستاره‌ها از واکنش‌های هسته‌ای تامین می‌شود.**

**اغلب مواقع واکنش تبدیل هیدروژن به هلیم به صورت یک واکنش کلی نوشته می‌شود اما در واقع این واکنش نتیجه یک سری از واکنش‌ها است که تشکیل یک چرخه می‌دهند.**

**از واکنش‌های یک چرخه، به نام واکنش‌های گرما – هسته‌ای یاد می‌شود.**

**واکنش‌های همجوشی در خورشید، نوعی واکنش گرما – هسته‌ای است.**





علیرغم وجود الکترون های فراوان در ستاره های داغ (از جمله خورشید) در واکنش های هسته ای با نوکلئیدها (هسته های بدون الکترون) روبرو هستیم. (دمای بسیار بالای ستاره اتم ها را یونیزه می کند)

در نوشتن واکنش های هسته ای، مرسوم نیست که بار الکتریکی اتم های شرکت کننده را بنویسند. برای نمونه منظور از تولید هلیم در خورشید، تولید هسته هلیم (ذره آلفا) است.



اغلب واکنش های هسته ای (همانند واکنش های شیمیایی) یک چرخه دارند که از آن با عنوان **زنجیره واکنش های گرما – هسته ای** یاد می شود.

دو تا از مهم ترین این چرخه ها که در ستاره ها شناسایی شده اند به چرخه (پروتون – پروتون) و چرخه CNO مشهور هستند.

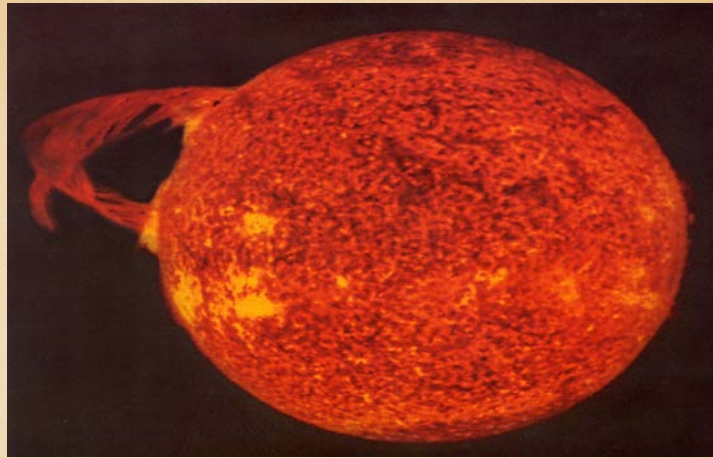
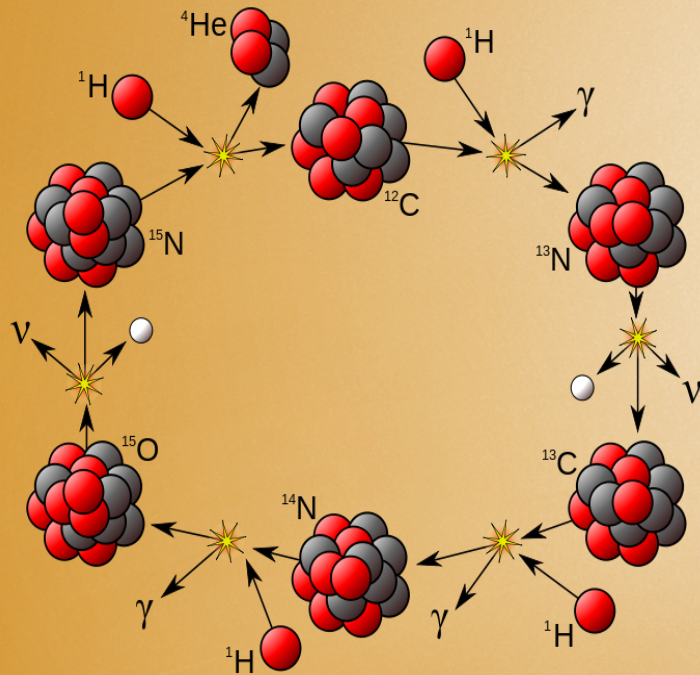
از انجام هر دو چرخه یاد شده، در خورشید شواهدی وجود دارد اما سهم چرخه CNO بسیار کم است.

واکنش ها و چرخه های دیگری نیز بصورت تئوری پیشنهاد شده اند که هنوز شواهد طیف سنجی آنها را تأیید نکرده است. (احتمالاً به دلیل سهم بسیار اندک آنها)

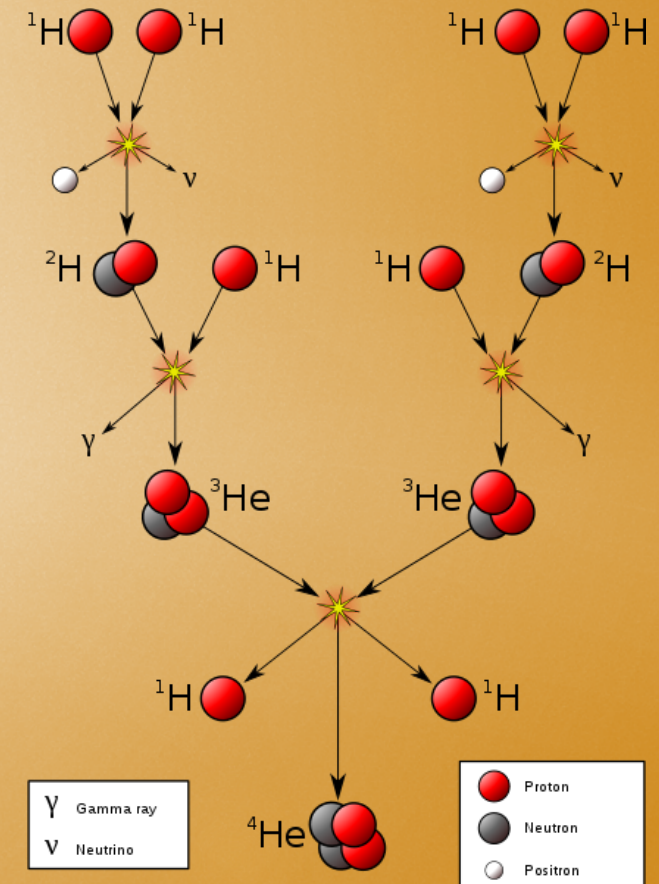


# دو تا از مهم ترین این چرخه ها که در ستاره ها شناسایی شده اند به چرخه (پروتون-پروتون) و چرخه CNO مشهور هستند.

## چرخه CNO



## چرخه پروتون-پروتون





# مراحل چرخه پروتون - پروتون مرحله اول -

پروتون ها همزمان با همجوشی و تشکیل دوتریم اقدام به نشر پوزیترون و نوترینو می کنند.

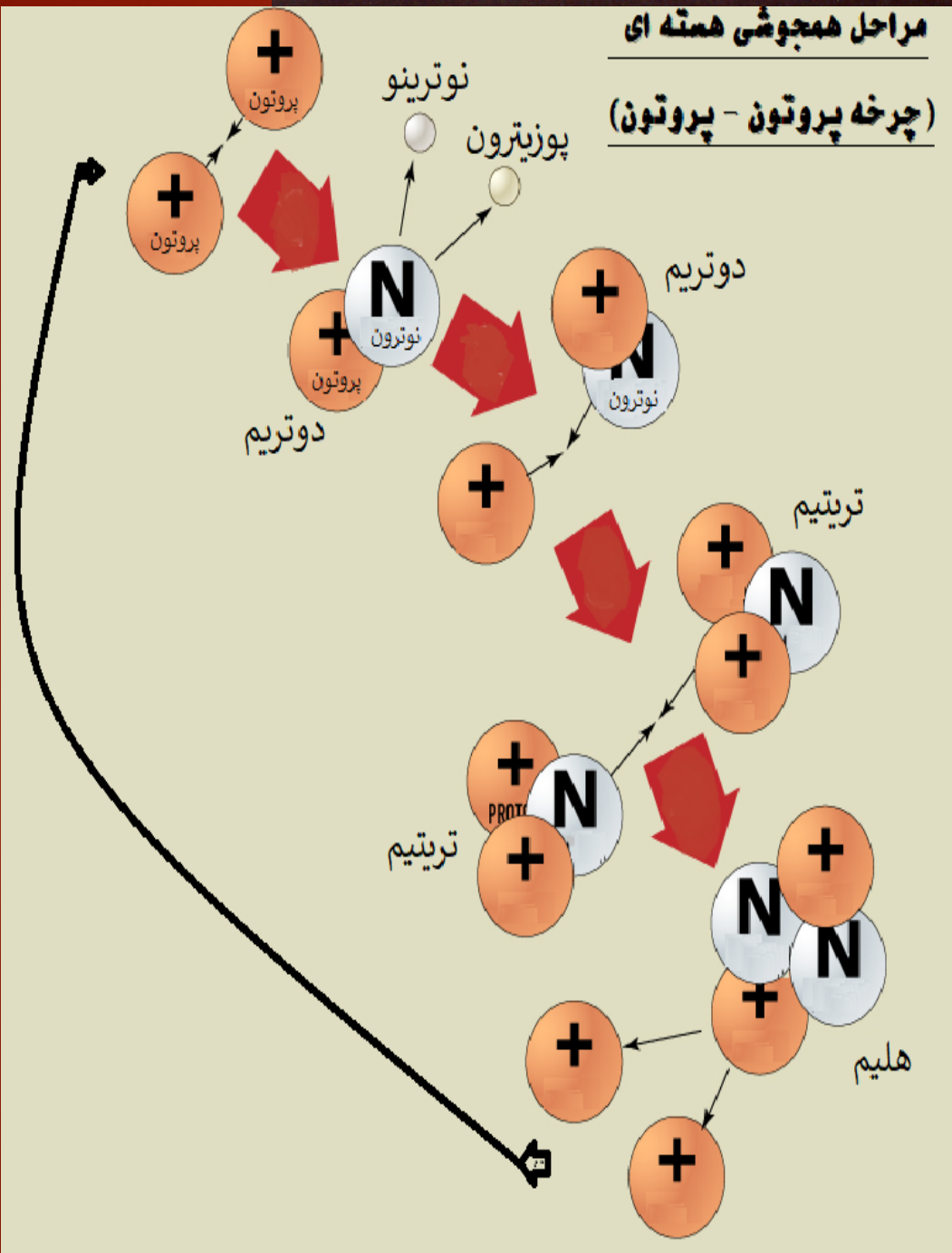
## - مرحله دوم -

دوتریم ایجاد شده با یک پروتون واکنش داده و به تریتم تبدیل می شود.

## - مرحله سوم -

از همجوشی دو ذره تریتم، هسته هلیم و دو پروتون ایجاد می شود.  
در نهایت دو پروتون تولید شده، وارد چرخه شده و آن را تکرار می کنند.

مراحل همجوشی هسته ای  
(چرخه پروتون - پروتون)







# با سپاس از توجه شما

داریوش کفایی – دبیر شیمی