

## عنصر هلیوم

هلیوم (Helium) با نشان شیمیایی He یک عنصر شیمیایی با عدد اتمی ۲ و وزن اتمی ۴/۰۰۲۶۰۲ است. این عنصر، بی بو، بی رنگ، بی مزه، غیرسمی، از دیدگاه شیمیایی بی اثر و تک اتمی است که در جدول تناوبی استاندارد در بالای گروه گازهای نجیب جا دارد. دمای ذوب و جوش این ماده در میان دیگر عنصرها بسیار پایین است به همین دلیل در دمای اتاق و البته در بیشتر موارد به گازی است مگر شرایط بسیار ویژه‌ای بر آن گذرانده شود.

هلیوم دومین عنصر سبک جهان است و از دید فراوانی در جایگاه دوم است. نزدیک به ۲۴٪ از جرم گیتی از آن این عنصر است که این مقدار بیش از ۱۲ برابر ترکیب تمام عنصرهای سنگین است. هلیوم به همان صورت که در خورشید و هرمز یافت می‌شود در جهان پیدا می‌شود و این به دلیل انرژی بستگی (به ازای هر هسته) بسیار بالای هلیوم-۴ نسبت به سه عنصر دیگر پس از آن در جدول تناوبی است. بیشتر هلیوم موجود در گیتی، هلیوم-۴ است و گمان آن می‌رود که در جریان مه بانگ پدید آمده باشد. امروزه با کمک واکنش‌های همجوشی هسته‌ای در ستاره‌ها، گونه‌های تازه‌ای از هلیوم ساخته شده‌است.

واژه هلیوم از واژه یونانی هلیوس گرفته شده به معنای «ایزد خورشید» گرفته شده‌است. زمانی که هنوز هلیوم شناخته نشده بود، ستاره شناس فرانسوی ژول ژانسن در جریان خورشیدگرفتگی سال ۱۸۶۸ برای نخستین بار در طیف‌سنجی نور خورشید، خط زرد طیفی هلیوم را دید. برای همین هنگامی که از نخستین کسانی که هلیوم را شناسایی کردند یاد می‌شود نام ژول ژانسن در کنار نام نورمن لاکیر جای می‌گیرد. در جریان همان خورشیدگرفتگی، نورمن لاکیر پیشنهاد کرد این خط زرد می‌تواند به دلیل یک عنصر تازه باشد. دو شیمیدان سوئدی با نام‌های پر تئودر کلیو و نیلز آبراهام لانگلت در سال ۱۸۹۵ این عنصر را شناسایی و اعلام کردند. آن‌ها هلیوم را از سنگ کلویت که معدن اورانیوم است بدست آوردند. در سال ۱۹۰۳ منابع بزرگ هلیوم در میدان‌های گازی ایالات متحده پیدا شد که یکی از بزرگترین منابع این گاز است.

یکی از کاربردهای مهم هلیوم در سرماشناسی است. نزدیک به یک-چهارم هلیوم تولیدی در این زمینه بکار می‌رود. ویژگی خنک سازی هلیوم بویژه در خنک کردن آهن‌رباهای ابررسانا مهم است. این آهن رباها به صورت تجاری در اسکنرهای ام آر آی کاربرد دارد. کاربرد صنعتی دیگر هلیوم در فشار وارد کردن برای نمونه به عنوان گاز تخلیه کننده‌است. همچنین به عنوان هوای محافظ در جوشکاری با قوس الکتریکی، در فرایندهایی مانند کشت بلورها در ساخت قرص‌های سیلیسیم از این گاز بهره برده می‌شود. نزدیک به نیمی از هلیوم تولیدی در این زمینه کاربرد دارد.

یکی دیگر از کاربردهای شناخته شده هلیوم در ویژگی بالابری در بالون‌ها و کشتی‌های هوایی است. تنفس حجم اندکی از گاز هلیوم می‌تواند برای چندی در کیفیت و زنگ صدای انسان تاثیر بگذارد. این اثرگذاری

تنها از آن هلیوم نیست بلکه هر گازی که چگالی متفاوتی با هوا داشته باشد از این ویژگی برخوردار است. در پژوهش‌های دانشگاهی رفتار دو فاز سیال هلیوم-۴ (هلیوم I و هلیوم II) در بحث‌های مربوط به مکانیک کوانتوم و یا پژوهش درباره پدیده‌هایی مانند ابررسانایی که با دماهای نزدیک به صفر مطلق در ماده کار می‌کند، مهم است.

هلیوم در هواگره زمین بسیار کمیاب است (نزدیک به  $0.00052\%$  حجمی) بیشتر هلیومی که در خاک زمین پیدا می‌شود در اثر واپاشی هسته‌ای طبیعی در عنصرهای سنگین پرتوزا مانند اورانیم و توریم پدید آمده‌است؛ به این ترتیب که در اثر واپاشی، ذره‌های بتا از عنصر تابیده شده و هسته هلیوم-۴ بدست آمده‌است. هلیوم بدست آمده از واپاشی به آسانی به صورت فشرده با درصدی نزدیک به  $7\%$  حجمی، در دام گاز طبیعی گرفتار می‌شود. سپس می‌توان با روش‌های صنعتی و به صورت تجاری با کاهش دمای آمیخته هلیوم و گاز طبیعی، هلیوم را از دیگر گازها جدا ساخت. این روش تقطیر جزء به جزء نام دارد.

### پیشینه

نخستین نشانه هلیوم در ۱۸ اوت سال ۱۸۶۸ به صورت یک میله زرد رنگ در طول موج  $587.49$  نانومتر در طیف سنجی فام‌سپهر خورشید دیده شد. این خط زرد رنگ را ستاره شناس فرانسوی ژول ژانسن در هنگام یک خورشیدگرفتگی کامل در گونتور هند شناسایی کرد. نخست گمان برده شد که شاید این خط زرد، سدیم است. در ۲۰ اکتبر همان سال، ستاره شناس انگلیسی، نورمن لاکیر یک خط زرد رنگ در طیف سنجی نور خورشید پیدا کرد و چون این خط نزدیک به خط‌های شناخته شده  $1D$  و  $2D$  سدیم بود، آن را  $3D$  خط‌های فرانیهوفر نامید. او حدس زد که این خط باید توسط یک عنصر درون خورشید که در زمین ناشناخته‌است، پدید آمده باشد. لاکیر و شیمیدان انگلیسی ادوارد فرانکلند واژه یونانی  $\eta\lambda\iota\omicron\varsigma$  (هلیوس) به معنی «خورشید» را برای این عنصر برگزیدند.

در ۱۸۸۲، فیزیکدان ایتالیایی، لوئیجی پالمیری، هنگامی که خط‌های طیفی  $3D$  گدازه‌های آتشفشان وزوو را پردازش می‌کرد توانست برای نخستین بار هلیوم را در زمین شناسایی کند.

در ۲۶ مارس ۱۸۹۵ شیمیدان اسکاتلندی ویلیام رمزی توانست، هلیوم کانی کلویت را با کمک اسیدهای معدنی، به دام اندازد. کلویت آمیخته‌ای از اورانیت و دست کم  $10\%$  عنصرهای خاکی کمیاب است. رمزی در جستجوی آرگون بود اما پس از جداسازی نیتروژن و اکسیژن از گاز آزاد شده با کمک اسید سولفوریک، در طیف سنجی خود به یک خط زرد روشن رسید که با خط  $3D$  دیده شده در طیف سنجی خورشید هماهنگ بود. این نمونه‌ها از سوی لاکیر و فیزیکدان بریتانیایی، ویلیام کروکز به عنوان هلیوم شناسایی شد. در همان سال به صورت مستقل، دو شیمیدان با نام‌های پر تئودر کلیو و نیلز آبراهام لانگلت، در اوپسالای سوئد

توانستند هلیوم کلویت را به دام اندازند. آن‌ها به اندازه کافی این گاز را جمع آوری کردند که بشود وزن اتمی آن را دقیق بدست آورد. دانشمند آمریکایی زمین‌شیمی، ویلیام فرانسیس هیلبرند پیش از دست آورد رمزی، هنگام طیف سنجی نمونه کانی‌های اورانیت دریافته بود که خط‌های طیفی غیرمعمولی در نتیجه‌هایش پیدا می‌شود. اما هیلبرند گمان کرد که این خط‌های طیفی مربوط به نیتروژن است. نامه تبریک او به رمزی چیزی نزدیک به یک کشف علمی در نظر گرفته می‌شود.

در سال ۱۹۰۷ ارنست رادرفورد و توماس رویدز نشان دادند که ذره‌های آلفا همان هسته هلیوم اند. آن‌ها برای این کار، اجازه دادند تا ذره‌ها در دیوار شیشه‌ای نازک یک لوله تهی نفوذ کند. سپس لوله را تخلیه کردند تا گاز تازه جمع شده در آن را طیف سنجی کنند. در سال ۱۹۰۸ یک فیزیکدان هلندی به نام هاینریش کامرلینگ اونس توانست دمای هلیوم را به زیر یک کلوین برساند و آن را مایع کند. او در ادامه تلاش کرد تا دمای هلیوم را پایین تر آورد و آن را جامد کند اما کامیاب نشد. دلیل ناکامی او این بود که هلیوم دارای نقطه سه‌گانه نیست یعنی دارای دمایی نیست که در آن حالت‌های جامد، مایع و گازی در تعادل باشند. پس از چند سال، در ۱۹۲۶ ویلم هندرلیک کییزم که دانشجوی اونس بود توانست ۱ cm<sup>۳</sup> هلیوم را با افزودن فشار، جامد کند.

در ۱۹۳۸، فیزیکدان روس، پیوتر کاپیتسا دریافت که در دمای نزدیک به صفر مطلق، هلیوم -۴ تقریباً هیچ گرانی ندارد، امروزه به این پدیده ابرروانروی می‌گوییم. این پدیده با چگالش بوز-اینشتین مرتبط است. در ۱۹۷۲ همین پدیده در هلیوم -۳ هم دیده شد، اما این بار در دمایی بسیار نزدیک تر به صفر مطلق. دانشمندان آمریکایی داگلاس دین اشرف، دیوید موریس لی و رابرت کلمن ریچاردسون کسانی بودند که به ابرروانروی در هلیوم -۳ پی بردند. گمان آن می‌رود که این پدیده در هلیوم -۳ به جفت فرمیونها در ساخت بوزون، در برابر جفت‌های کوپر الکترون‌ها که پدیدآورنده ابرسانایی است، ارتباط داشته باشد.

## حالت‌های گازی و پلاسما

هلیوم، پس از نئون، کم واکنش‌ترین گاز نجیب و البته دومین عنصر کم واکنش‌پذیر در میان همه عناصرها است. این گاز کم واکنش، در همه شرایط استاندارد به صورت تک‌اتمی باقی می‌ماند. هلیوم به دلیل داشتن جرم مولی نسبتاً پایین، دارای رسانش گرمایی و ظرفیت گرمایی بالایی است و سرعت صدا هم در آن، در حالت گازی، از هر گاز دیگری به جز هیدروژن، بالاتر است. همچنین به دلیل همانند و به دلیل کوچکی اندازه اتم هلیوم، نرخ پخش در اجسام جامد، سه برابر بیشتر از نرخ پخش هوا و برابر با ۶۵٪ نرخ پخش هیدروژن است.

هلیوم نسبت به دیگر گازهای تک اتمی از همه کمتر در آب حل می‌شود. و نسبت به دیگر گازها، می‌توان گفت یکی از کم حل‌شدنی‌ترین گازها است؛ ضریب حلالیت این گاز ۰.۷۰۷۹۷ x ۱۰/۵- است که از ۴CF

و  $6SF$  و  $8F4C$  که به ترتیب دارای میزان حلالیت‌های  $0.3802$  و  $0.4394$  و  $0.2372$   $0.2X$  -  $10-5$  اند، بیشتر است (مول). ضریب شکست هلیم بیش از هر گاز دیگری به یک نزدیک است. ضریب ژول-تامسون هلیم در دمای معمولی پیرامونش، منفی است به این معنی که اگر اجازه دهیم این گاز آزادانه افزایش حجم پیدا کند، گرم تر می‌شود. اما اگر هلیم در زیر دمای واژگون ژول-تامسون (در حدود  $32$  تا  $50$  کلوین در یک اتمسفر) باشد، اگر اجازه داشته باشد آزادانه افزایش حجم پیدا کند، دمای آن پایین می‌آید. با توجه به این ویژگی اگر دمای هلیم از این دما پایین تر آماده باشد، می‌توان با افزایش حجم، آن را خنک و مایع کرد.

بیشتر هلیم فرازمینی (بیرون از کره زمین) در حالت پلاسما یافت می‌شود. در این حالت، ویژگی‌های ماده بسیار متفاوت از ویژگی‌های حالت اتمی آن است. در حالت پلاسما، الکترون‌ها دیگر در بند هسته نیستند در نتیجه دارای رسانایی الکتریکی بسیار بالایی خواهد بود حتی اگر تنها بخشی از آن یونی شده باشد. ذره‌های باردار به شدت از میدان مغناطیسی و الکتریکی پیرامون تاثیر می‌پذیرند. برای نمونه در بادهای خورشیدی با هیدروژن یونی، ذره‌ها با مغناطیس کره زمین اندرکنش پیدا می‌کند و باعث پدید آمدن شفق قطبی و جریان بیرکلند می‌شود.

#### حالت‌های مایع و جامد

برخلاف دیگر عنصرها در فشار معمولی، هلیم تا دمای صفر مطلق، همچنان مایع باقی می‌ماند. دلیل این پدیده را می‌توان با مکانیک کوانتوم توضیح داد: بویژه انرژی نقطه صفر این سامانه بسیار بالا است برای اینکه بخواهد اجازه دهد هلیم جامد شود. هلیم برای جامد شدن باید به دمایی میان  $1$  تا  $1/5$  کلوین ( $457-^{\circ}K$ ) -  $272$  (سلسیوس) و فشاری نزدیک به  $2/5$  مگاپاسکال برسد. معمولاً شناسایی هلیم جامد از مایع کمی دشوار است چون ضریب شکست هر دو بسیار نزدیک است. هلیم در حالت جامد دارای نقطه ذوب دقیق است، ساختار بلوری دارد و بسیار تراکم پذیر است تا حدی که با وارد کردن فشار بر آن می‌توان تا بیش از  $30$  درصد حجم آن را کاهش داد. ضریب کشسانی حجمی آن نزدیک به  $27$  مگاپاسکال است که تقریباً  $100$  برابر بیشتر از آب تراکم پذیر است. چگالی هلیم جامد در دمای  $1/1$  کلوین و فشار  $66$  اتمسفر،  $0.214 \pm 0.006$   $g/cm^3$  و در دمای صفر کلوین و فشار  $25$  بار ( $2/5$  مگاپاسکال)،  $0.187 \pm 0.009$   $g/cm^3$  است.

#### ایزوتوپ

تا کنون  $8$  ایزوتوپ برای هلیم پیدا شده‌است. که از میان آنها هلیم- $3$  و هلیم- $4$  تنها ایزوتوپ‌های پایدار آن اند. در هوا کره زمین در برابر هر یک اتم هلیم- $3$  یک میلیون هلیم- $4$  وجود دارد. برخلاف بیشتر عنصرها،

فراوانی ایزوتوپ‌های هلیوم بسته به منبع تولید و فرایند پدیداری شان بسیار متفاوت است. فراوان ترین ایزوتوپ آن، هلیوم-۴ در زمین از راه واپاشی آلفای عنصرهای پرتوزای سنگین تر تولید می‌شود. پرتوهای آلفای تابیده شده همگی هسته‌های یونیزه شده هلیوم-۴ اند. هلیوم-۴ به طرز غیرمعمولی هسته پایدار دارد چون ذره‌های هسته‌ای آن از آرایش الکترونی پایداری برخوردارند. این ایزوتوپ‌ها در جریان هسته‌زایی مهبانگ به فراوانی تولید شدند.

هلیوم-۳ به مقدار بسیار ناچیز یافت می‌شود که بیشتر آن از هنگامه ساخت زمین به جای مانده. گاهی هم هلیوم گیر افتاده در گرد و غبار کیهانی هم وارد زمین شده‌است. همچنین در اثر واپاشی بتای تریتیوم هم اندکی هلیوم-۳ تولید می‌شود. در سنگ‌های پوسته زمین ایزوتوپ‌هایی از هلیوم پیدا می‌شود که نسبت یک به ده دارد با توجه به این نسبت‌ها می‌توان درباره منشأ سنگ‌ها و ساختار گوشته زمین پژوهش کرد. هلیوم بیش از همه به عنوان محصول واکنش‌های همجوشی در ستاره‌ها پیدا می‌شود. بنابراین در محیط‌های میان ستاره‌ای نسبت هلیوم-۳ به هلیوم-۴ نزدیک به صد برابر بیشتر از نسبت آن در زمین است. در ماده‌های فرازمینی مانند سنگ‌های موجود در ماه یا سیارک‌ها می‌توان رد پای هلیوم-۳ را از هنگامی که در اثر بادهای خورشیدی پرتاب شدند، پیدا کرد. غلظت هلیوم-۳ موجود در ماه،  $0.01 \text{ ppm}$  است (یک بخش در میلیون) که بسیار بالاتر از مقدار آن،  $5 \text{ ppt}$  در هواکره زمین است (یک بخش در تریلیون). دسته‌ای از جمله آن‌ها جرارد کالسنسکی در سال ۱۹۸۶ پیشنهاد دادند که در سطح ماه جستجو شود و از معدن‌های هلیوم-۳ آن برای واکنش همجوشی هسته‌ای بهره برداری شود.

هلیوم-۴ مایع را می‌توان با کمک کولرهای آبی ویژه تا نزدیک به ۱ کلوین سرد کرد. روش سردسازی هلیوم-۳ مانند هلیوم-۴ است با این تفاوت که هلیوم-۳ نقطه جوش پایین تری، نزدیک به  $0.2$  کلوین دارد و این فرایند در سردساز هلیوم-۳ روی می‌دهد. اگر بخواهیم مخلوطی از هلیوم-۳ و هلیوم-۴ با نسبت‌های برابر در زیر  $0.8$  کلوین داشته باشیم این دو به به دلیل ناهمبندی به صورت دو بخش مخلوط نشدنی از هم جدا می‌شوند (اتم‌های هلیوم-۴ را بوزون‌ها تشکیل می‌دهد در حالی که در هلیوم-۳ فرمیون‌ها سازنده اتم‌هایند). این ویژگی هلیوم در یخچال‌های رقیق‌سازی برای رسیدن به دمای چند میلی کلوین به کار می‌آید.

می‌توان به صورت آزمایشگاهی هم ایزوتوپ هلیوم درست کرد اما این ایزوتوپ‌ها خیلی زود به دیگر ماده‌ها دگرگون می‌شوند. برای نمونه می‌توان از هلیوم-۵ یاد کرد که دارای کوتاه ترین نیمه عمر،  $7.6 \times 10^{-22}$  ثانیه‌است. پس از آن هلیوم-۶ است که تابش بتا و نیمه عمر  $0.8$  ثانیه دارد. هلیوم-۷ ذرات بتا و پرتوی گاما می‌تاباند. هلیوم-۷ و هلیوم-۸ هر دو در شرایط ویژه واکنش‌های هسته‌ای پدید می‌آیند. هلیوم-۶ و هلیوم-۸ هر دو با نام **Nuclear halo** هم شناخته شده‌اند. به این معنی که شعاع بدست آمده برای آنها بسیار بیشتر از مقدار پیشبینی شده توسط مدل‌های اندازه گیری (برای نمونه liquid drop model) است.

## کاربرد

هلیوم دارای ویژگی‌های یکتایی است که در بسیاری جاها به آن نیاز است. این ویژگی‌های هلیوم عبارتند از: نقطه جوش، چگالی و حل شوندگی پایین، رسانش گرمایی بالا و واکنش ناپذیر بودن آن. هلیوم منبع تجدید ناپذیر است و با آزاد شدن آن به اتمسفر دیگر امکان بازیابی آن وجود ندارد. در حال حاضر عمر منابع هلیوم به ذخایر گاز طبیعی وابسته است و پیش بینی میشود بهای هلیوم در آینده همچنان سیر صعودی داشته باشد. از سال ۲۰۰۸ میزان تولید هلیوم، ۳۲ میلیون کیلوگرم یا ۱۹۳ میلیون مترمکعب در سال بوده است که بیشترین کاربرد آن (نزدیک به ۲۲ درصد کل در سال ۲۰۰۸) در کاربردهای سردکننده بویژه در آهنربای ابررسانا در دستگاه‌های ام‌آر‌آی است. دیگر کاربردهای مهم آن (۷۸ درصد کل در سال ۱۹۹۶) برای ایجاد فشار، هوای پیرامونی کنترل شده و جوشکاری بوده است.

## هوای پیرامونی کنترل شده

هلیوم به دلیل ویژگی واکنش ناپذیری، به عنوان یک گاز محافظ در کشت بلورهای سیلیسیم و ژرمانیم، تولید در تیتانیوم و زیرکونیم و در کروماتوگرافی گازی به کار می‌آید. همچنین به دلیل داشتن ویژگی‌های نزدیک به طبیعت گاز ایده‌آل، سرعت بالای صدا در آن و نسبت ظرفیت گرمایی بالا، برای کاربرد در تونل‌های باد فراصوتی و ابزارهای آزمون افزایش ناگهانی آنتالپی (Impulse facility) مورد نیاز است.

## جوشکاری با گاز محافظ و الکتروود تنگستنی

هلیوم، در فرایند جوشکاری با قوس الکتریکی بر روی موادی که در دمای جوشکاری در اثر تماس با هوا یا نیتروژن دچار آسیب می‌شوند به عنوان لایه محافظ یا پوشش عمل می‌کند. گازهای گوناگونی در جوشکاری با قوس الکتریکی به عنوان گاز محافظ به کار می‌روند که هلیوم به جای آرگون ارزان، بویژه برای موادی که رسانش گرمایی بالاتری دارند مانند آلومینیم و مس بکار می‌رود.

## کاربردهای کوچکتر

### تشخیص محل نشت

یک کاربرد صنعتی هلیوم، تشخیص جای نشت است. چون هلیوم توان پخش شدن خوبی از میانه بدنه جامد دارد، سه بار تندتر از هوا، برای همین به عنوان گازی که می‌تواند محل نشت را ردیابی کند، بکار می‌رود.

برای نمونه می توان از مخزن های فشارهای بالا یا ابزارهای سردکننده یاد کرد. برای تشخیص جای نشت یک ابزار، آن را درون یک محفظه که اول کاملاً تهی شده و سپس از هلیوم پر شده، می گذارند. هلیومی که از محل های نشت رد شده را با کمک ابزار طیف سنجی جرمی هلیوم شناسایی می کنند. این ابزار بسیار دقیق است و دقت آن به  $9-10 \text{ mbar}\cdot\text{L/s}$  یا  $10-10 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$  هم می رسد. این فرایند اندازه گیری معمولاً به صورت خودکار انجام می شود و در اصطلاح به آن **helium integral test** می گویند. یک فرایند ساده تر شناسایی نشت، پر کردن وسیله مورد نظر از هلیوم است برای این کار پس از پر کردن، باید با ابزارهای دستی محل نشت را جستجو کرد.

هلیومی که از ترک های یک وسیله می گذرد را نباید با نفوذ گاز از بدنه ماده اشتباه گرفت. ثابت نفوذ هلیوم از بدنه مواد (شیشه، سرامیک و مواد آزمایشگاهی)، مشخص است و ضریب گذر آن قابل محاسبه است. البته بیشتر گازهای بی اثر مانند گازهای نجیب و نیتروژن و البته هلیوم، از بدنه بیشتر مواد نمی توانند بگذرند.

## پرواز

چون هلیوم از هوا سبکتر است (نزدیک به ۷ درصد شناوری بیشتری دارد)، برای به هوا رفتن کشتی های هوایی و بالونها به گاز هلیوم رو آورده اند. همچنین ویژگی هایی چون آتشگیر نبودن و به تاخیر انداختن آتش باعث سازگاری بیشتری هلیوم برای این کاربردها. با اینکه کاربرد هلیوم در بالونها بسیار شناخته شده است اما این مطلب تنها بخش کوچکی از کاربردهای این گاز است. کاربرد دیگر هلیوم در موشک های فضایی است. فضای خالی بالای جایی که سوخت قرار دارد را از هلیوم پر می کنند؛ این کار باعث می شود تا هم جابجایی سوخت و اکسیدکننده ها آسان تر شود و هم بتوان با آن هیدروژن و اکسیژن را فشرده کرد تا سوخت موشک بدست آید. همچنین برای زدودن سوخت و اکسیدکننده ها از ابزارهای پیش از پرواز و پیش خنک کردن هیدروژن مایع در فضایی به آن نیاز است. برای نمونه موشک ساترن ۵ در برنامه فضایی آپولو پیش از پرتاب به  $3\text{m } 370,000$  هلیوم نیاز داشت.

## کاربردهای تجاری

به این دلیل که هلیوم به سختی در بافت عصبی حل می شود، از آمیخته هایی مانند تریمیکس، هلیوکس و هلی ایر یا هوای هلیومی، برای غواصی در عمق های بالای آب بهره برده می شود تا اثر فشار نیتروژن بر دستگاه عصبی بدن کاهش یابد. در عمق های بیشتر از ۱۵۰ متر (۴۹۰ پا) اندکی هیدروژن هم به آمیخته هلیوم-اکسیژن افزوده می شود. چگالی بسیار پایین هلیوم در این عمق ها کمک می کند تا سختی تنفس کاهش یابد.

لیزر هلیوم-نئون، گونه‌ای لیزر با توان کم است با پرتوی قرمز رنگ است که کاربردهای عملی بسیاری دارد. از جمله آن‌ها می‌توان، بارکدخوان و اشاره‌گر لیزری را نام برد. البته پس از چندی این لیزر با لیزر دیودی که ارزان تر بود، جایگزین شد.

هلیوم به دلیل داشتن ویژگی‌هایی چون: رسانش گرمایی بالا، واکنش ناپذیر بودن، neutron transparency و نساختن ایزوتوپ‌های پرتوزا در شرایط درون یک راکتور، در برخی راکتورهای هسته‌ای به عنوان گاز خنک کننده و رسانندهٔ گرما، کاربرد دارد. [۳۹]

آمیختهٔ هلیوم با برخی گازهای سنگین تر مانند زنون دارای ضریب ظرفیت گرمایی بالا و عدد پرنتل پایین است و در سردکننده‌های گرمایی صوتی (ترمواکوستیک) کاربرد دارد. ویژگی بی اثر بودن هلیوم باعث شده تا برای کاهش آسیب‌های زیست محیطی در سردکننده‌های معمولی که اوزون تولید می‌کنند و باعث گرمایش زمین می‌شوند بکار رود. [۴۷]

امنیت [ویرایش]

هلیوم طبیعی در شرایط استاندارد، آسیب رسان نیست. اندازه‌های بسیار اندکی از این ماده در خون انسان پیدا می‌شود. اگر بجای اکسیژن مورد نیاز بدن، هلیوم را تنفس کنیم امکان خفگی پیش می‌آید. نکته‌های ایمنی گفته شده دربارهٔ هلیوم مایع و کار با آن همانند کار با دیگر نیتروژن مایع است. چون دمای آن بسیار پایین است و ممکن است فرد دچار سوختگی در اثر سرما شود.