

## بازخوانی مفهوم قرآنی «بأس در آهن» براساس یافته‌های فیزیک هسته‌ای\*

ساناز نجاتی\*\*

### چکیده

قرآن کریم معجزه‌ای الهی است که با پیشرفت دانش، جنبه‌هایی از شگفتی‌های علمی آن پدیدار می‌شود. امروزه اهمیت آهن در حوزه‌های گوناگون از جمله: پزشکی، نجوم، فیزیک و زمین‌شناسی به اثبات رسیده است. به عنوان مثال، آهن در بدن انسان کاربردی حیاتی دارد و هم‌چنین وجود آن در لایه‌های درونی زمین باعث ایجاد یک میدان مغناطیسی می‌شود که از اتمسفر زمین در برابر پرتوهای کیهانی محافظت می‌کند. علاوه بر این، اهمیت آن در نجوم و منحصر در ساز و کار سوختن ستارگان غیر قابل انکار است. آیه ۲۵ سوره حدید ضمن اشاره به منافع عنصر آهن از شدت و سختی آن سخن می‌گوید. این پژوهش در صدد آن است تا با استناد به آیه ۲۵ سوره حدید، منافع آهن و مباحث مربوط به نزول آن از آسمان را مورد بررسی قرار دهد. علاوه بر این، با توصیف ساختار هسته به موضوع می‌پردازد که شدت و سختی آهن منحصر در تولید اجسام نیست. در فیزیک هسته‌ای، آهن -۵۶ تحت عنوان پایدارترین هسته شناخته می‌شود و این یعنی در مقایسه با سایر هسته‌ها، برای شکافتن اجزای هسته آهن -۵۶ به بیشترین انرژی نیاز است. برای همین خاصیت آهن، زمانی که سوخت ستاره پس از طی فرآیندهای گوناگون به آهن-۵۶ برسد، ستاره خاموش می‌شود، زیرا انرژی لازم برای شکافتن این هسته و تبدیل به هسته پایدارتر را ندارد. به همین سبب، اشاره قرآن کریم به سختی و شدت آهن در کنار منافع آن را شاید بتوان یک جنبه از شگفتی علمی قرآن کریم دانست.

واژگان کلیدی: قرآن، آهن، حدید، منافع آهن، فیزیک هسته‌ای

\*. تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱ و تاریخ تأیید: ۱۳۹۸/۴/۱۵.

\*\* دانش‌آموخته دکترای فیزیک هسته‌ای دانشگاه مازندران: sanaz.nejati00@gmail.com

## مقدمه

قرآن از جهات گوناگون اعجاز دارد و معجزه‌ای جاوید و زنده است که یکی از وجوه اعجاز قرآن کریم، اعجاز علمی آن است (کاویان، اعجاز علمی قرآن، ۱۳۹۱: ۲۱). در رابطه با اعجاز علمی قرآن سه نگرش وجود دارد: حامیان نگرش اول معتقدند، همه علوم در قرآن وجود دارد. طرفداران نگرش دوم قرآن را فقط کتاب هدایت و دین می‌دانند، اما نگرش سوم دیدگاه اعتدالی است یعنی علوم بشری در ظواهر قرآن وجود ندارد و هدف اصلی قرآن نیز هدایت‌گری و رساندن انسان به کمال مطلوب الهی است، از طرف دیگر قرآن کریم به تفکر و علم دعوت می‌کند، چنان که به برخی مطالب علمی اشاره عرضی می‌کند که بیانگر اعجاز علمی قرآن است (رضایی اصفهانی، پژوهشی در اعجاز علمی قرآن، ۱۳۸۱: ۳۸-۳۹؛ داوری، آقایی اقدم و شفیع، اعجاز علمی قرآن در اندیشه آیت الله جوادی آملی، ۱۳۹۴: ۱۱۶). نویسنده المنار می‌نویسد: وجه هفتم از وجوه اعجاز علمی قرآن اشمال قرآن بر تحقیق بسیاری از مسائل علمی و تاریخی است که در زمان نزول قرآن شناخته شده نبوده است و بعد از آن با تلاش محققان از طبیعت شناسان و غیر دانسته شده است (رشید رضا، تفسیر المنار، ۱۹۹۰: ۸/۱۷۵). اعجاز علمی قرآن به معنای پرده‌برگیری قرآن از اسرار هستی و روشن ساختن ابعاد هستی و سخن گفتن از ناپیدایی‌های دانش فراتر از محیطی که قرآن بر پیامبر ﷺ نازل شد، می‌باشد. نزدیک به هشت صد آیه از آیات قرآن از آسمان‌ها، زمین، کوه‌ها و ستارگان، انسان و باران، شگفتی‌های آفرینش مورچه و شتر، منشا پیدایش جهان، چگونگی تشکیل ابرها، مراحل هفتگانه پیدایش و تکامل جنین، آسمان‌های بی‌ستون و حرکت کوه‌های به ظاهر ساکن و مواردی از این دست سخن گفته است (پارسا، اعجاز علمی قرآن، ۱۳۸۰: ۱۲؛ خسروپناه، گستره قرآن، ۱۳۸۳: ۴۵).

در این پژوهش تلاش شده است تا با استناد به آیه ۲۵ سوره حدید به اهمیت عنصر آهن (Iron) پرداخته شود. وجود مصادیق گوناگون از منافع آهن در زمینه‌های مختلف از جمله ضرورت وجود آهن در بدن انسان و نقش حیاتی آن در لایه‌های درونی زمین غیر قابل انکار است. هم‌چنین، با توجه به این‌که قرآن کریم در این آیه شریفه به نزول آهن اشاره کرده است، جنبه‌های تفسیری و علمی آن را بررسی می‌کنیم. هدف این پژوهش، بررسی مصداق سختی و

شدت اشاره شده در آیه ۲۵ سوره حدید از منظر فیزیک هسته‌ای (Nuclear physics) می‌باشد. زیرا با وجود محدود پژوهش‌هایی به زبان عربی، فقدان پژوهشی به زبان فارسی که این جنبه از موضوع را تحت بررسی قرار دهد، احساس می‌شود. به همین علت با بیان توصیفی از ساختار هسته‌ها و انرژی لازم برای شکافتن و جدا کردن اجزای آنها به اهمیت عنصر آهن و مفهوم بسیار کلیدی سختی آن در فیزیک هسته‌ای می‌پردازیم. به عبارت دیگر، در صورتی که محدوده نگرش مان را از مقیاس‌های روزمره به مقیاس‌های زیراتمی گسترش دهیم، جایگاه بخصوص آهن و ارتباط آن با واژه سختی و شدت قابل درک بوده و کاربرد سختی آهن محدود به استفاده از آن در تولید اجسام نخواهد بود.

### مفهوم‌شناسی

مشتقات ریشه حد ۲۵ بار و در ۲۰ آیه در قرآن بیان شده‌اند. این مشتقات عبارتند از: حدود، حدید، حداد (به عنوان صفت)، یحادد، یحادون و حاد. سه واژه آخر همگی از مصدر محاده هستند که چهار بار در قرآن بیان شده و سه بار آن (دوبار یحادون و یکبار حد) در سوره مجادله است (احمدیان، ذوالفقارزاده و پورعزت، تبیین ماهیت انقلاب اسلامی ایران، ۱۳۹۶: ۱۵). حد به معنای واسطه دو چیز، به نحوی که از اختلاط آنها جلوگیری کند، می‌باشد (اصفهانی، مفردات، بی تا: ۱۴۳). از نظر جمعی از فقها، حد در لغت برای معنای منع و دفع می‌باشد، الحد فی اللغة المنع (الحلی، المهدب البارع فی شرح المختصر النافع، ۱۴۰۷: ۵؛ الشهید الثانی، مسالک الافهام الی تنقیح شرایع الاسلام، بی تا: ۱۴/۳۲۵) حدود جمع حد است و شاید بتوان گفت در فارسی مفهوم مرز را دارد (مطهری، آشنایی با قرآن، ۱۳۸۹: ۴۳). در عربی به آهن حدید می‌گویند که مشتق از ماده حد است، زیرا آهن فلز سخت و ممتنعی است که در برابر نیروهای دیگر ممانعت و مقاومت دارد، و به آسانی شکل خود را از دست نمی‌دهد و شکل جدید نمی‌پذیرد. به دربانان خانه‌های بزرگ و قصرها، حداد گفته‌اند، چرا که آنان دارای حالت ممانعت هستند و مانع ورود افراد بیگانه می‌شوند (اصفهانی، مفردات، بی تا: ۱۴۴؛ ابن منظور، لسان العرب، بی تا: ۱۴۲؛ ترابی شهررضایی، ۱۴۷ آیین کیفری اسلام، ۱۳۹۰: ۷۷/۱). به آهن از آن جهت حدید می‌گویند که منع و دفع‌کننده است و یا آلت منع است و به چشم تیزبین و دقیق از آن جهت حدید می‌گویند که از مخفی شدن چیزها منع می‌کند (قریشی بنایی، قاموس قرآن، ۱۴۱۲: ۱۱۲/۲).

## واژه حدید در قرآن

در قرآن کریم واژه حدید (آهن) شش بار، نحاس (مس) یک بار و نیز قطر (مس گداخته شده) دوبار به کار رفته است. هم‌چنین ماهیت دقیق فلز گداخته‌ای موسوم به مهل که در قرآن سه بار از آن نام برده شده، نامعلوم است. از میان فلزات گران‌بها، ذهب (طلا) هفت بار و فضّه (نقره) شش بار در قرآن ذکر شده است (تروپو و رضایی، فلزات و مواد معدنی، ۱۳۸۵: ۳۲).

واژه حدید در شش سوره از قرآن کریم بیان شده است:

۱. ﴿وَأَلْتَمِسْهُ الْحَدِيدَ﴾ (سباء/ ۱۰) آهن را برای او نرم کردیم.
  ۲. ﴿أَتُونِي زُرَّاءَ الْحَدِيدِ﴾ (کهف/ ۹۶) قطعات بزرگ آهن برایم بیاورید.
  ۳. ﴿وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ﴾ (حدید/ ۲۵) و آهن را نازل کردیم که در آن نیروی شدید و منافی برای مردم است.
  ۴. ﴿قُلْ كُونُوا حِجَارَةً أَوْ حَدِيدًا﴾ (اسراء/ ۵۰) بگو: شما سنگ باشید یا آهن.
  ۵. ﴿وَلَهُمْ مَقَامِعٌ مِنْ حَدِيدٍ﴾ (حج/ ۲۱) و برای آنان گرزهایی از آهن (سوزان) است.
  ۶. ﴿فَبَصُرُكُ الْيَوْمَ حَدِيدٌ﴾ (ق/ ۲۲) و امروز چشمت کاملاً تیزبین است.
- حدید در آیه ۲۵ سوره حدید، جامد است هرچند بر وزن فعلیل است اما در آیه ۲۲ سوره ق، مشتق و صفت مشبه است زیرا معنای وصفی دارد و مفهوم تیزبینی را می‌رساند (چراغی، جلوه‌های نحوی و بیانی در آیات قرآنی، ۱۳۸۵: ۶۴).

## آیه ۲۵ سوره حدید

مقصود از معجزه علمی قرآن، آیاتی است که:

۱. راز گویی علمی باشد، یعنی مطلبی علمی را که قبل از نزول آیه کسی از آن اطلاعی نداشته بیان کند، به گونه‌ای که مدت‌ها بعد از نزول آیه مطلب علمی کشف شود و این مسئله علمی طوری باشد که با وسایل عادی که در اختیار بشر عصر نزول بوده قابل اکتساب نباشد.
۲. اخبار غیبی در مورد وقوع حوادث طبیعی و جریانات تاریخی باشد که در هنگام نزول آیه کسی از آن اطلاع نداشته و پس از خبر دادن قرآن طبق همان خبر واقع شود و این خبر به گونه‌ای باشد که به وسیله وسایل عادی قابل پیش‌بینی نباشد (رضایی اصفهانی، پژوهشی در اعجاز علمی قرآن، ۱۳۸۱: ۷۴).

نزول با مشتقات آن جمعا ۲۹۳ بار در قرآن به کار رفته است (اختیار، معنی‌شناسی، ۱۳۴۸ ش). نزول مانند هبوط به معنای فرود آمدن است که مصداق روشن آن فرود آمدن مکانی و مادی، یعنی از مکان بالا به پایین آمدن است، مانند فرود آمدن انسان از اسب یا فرود آمدن باران از آسمان (اصفهانی، مفردات، بی تا: ۶۳۱؛ ابن فارس، مقاییس اللغه، بی تا: ۴۱۷)، اما مفهوم نزول منحصر در معنای فرود آمدن مکانی مادی نیست، چرا که در موارد دیگر مانند رسیدن سختی‌ها و شداید به انسان نیز به کار رفته است (مصطفوی، التحقيق فی کلمات القرآن الکریم، ۱۳۸۶: ۸۶/۱۲؛ علوی مهر، نزول قرآن کریم، ۱۳۸۳: ۸). آلوسی در کتاب خود می‌نویسد: لازمه نزول، خلقت است، و این تفسیر ملازم شی است، زیرا هر مخلوقی به اعتبار این که در لوح محفوظ ثبت است، وقتی بخواهد ایجاد شود، به اعتبار لوح محفوظ تعبیر به نزول پیدا می‌کند (آلوسی، روح المعانی، ۱۴۱۵: ۱۴/۱۸۸)؛ در رابطه با آیه ۲۵ سوره حدید، در حدیثی از امیر مؤمنان علی علیه السلام آمده است که در تفسیر این جمله فرمود: «انزاله ذلک خلقه ایاه» منظور از نازل کردن آهن خلقت آن است (طبرسی، مجمع البیان، ۱۴۰۳: ۲۵۰؛ العروسی، تفسیر نورالثقلین، ۱۴۱۵: ۵/۲۵۰). بعضی می‌گویند انزال آهن نظیر تعبیر انزال چهار پایان است ﴿وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ الْأَنْعَامِ ثَمَانِيَةَ أَزْوَاجٍ﴾ (زمر/۶) و برای شما هشت زوج از چهار پایان ایجاد کرد. اگر از خلقت چهار پایان در زمین، تعبیر کرده که ما آنها را نازل کردیم، با این که آن حیوانات از آسمان نازل نشده‌اند، به این اعتبار است که خدای تعالی ظهور موجودات در زمین را بعد از آن که نبودند، انزال آن خوانده، به دلیل آن که در آیه شریفه ﴿وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا عِنْدَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنزِّلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَعْلُومٍ﴾ (حجر/۲۱) و خزائن همه چیز تنها نزد ماست ولی ما به جز اندازه معین آن را نازل نمی‌کنیم. این آیه به طور کلی موجودات را نازل شده و اندازه‌گیری شده از خزینه‌هایی می‌داند که از هر چیز بی اندازه‌اش در آن جا است (طباطبایی، تفسیر المیزان، ۱۳۷۴: ۱۹/۳۶۲). البته، برخی از رسول خدا صلی الله علیه و آله نقل می‌کنند که آن حضرت فرمود: چهار برکت از آسمان به زمین فرود آمده، آهن، آب، آتش و نمک (طبرسی، مجمع البیان، ۱۳۷۲: ۹/۳۶۳). نویسنده دیگری می‌نویسد: نزول آهن یعنی تعدیل و تنزل موجودیت آهن به گونه‌ای که صلابت (بأس) با توانش بالقوه بشر، هم‌ساز و منافع‌گسترده نهاده شده در آن در حد نیاز بشر، تعدیل شده و قابل دسترسی باشد (رحمدل، رنگ و درنگ آب،

۱۳۸۲: ۱۶). پژوهشگری کاربردهای قرآنی نزول را در نه معنا جمع بندی کرده است که به ترتیب عبارتند از: ۱. نزول باران (مومنون / ۱۸؛ انفال / ۱۱)، ۲. نزول لباس (اعراف / ۲۶)، ۳. نزول انعام ثمانیه (زمر / ۶)، ۴. نزول حدید (حدید / ۲۵)، ۵. واردشدن (صافات / ۱۷۷)، ۶. ارسال (مؤمنون / ۲۴)، ۷. قول (انعام / ۹۳)، ۸. نزول تورات و انجیل (آل عمران / ۳-۴) و ۹. نزول قرآن (بقره / ۱۸۵؛ اسراء / ۱۰۶). او در ادامه می نویسد: چهار معنای اول به نوعی با معنای لغوی نزول یعنی فرود آمدن از بالا به پایین ارتباط دارد. در تعبیر بعضی از قرآن پژوهان از آن تعبیر به نزول مادی (حسی) شده است (عسکری، المصطلحات الاسلامیه، بی تا: ۵۸-۵۹). در این صورت نزول لباس، انعام ثمانیه و حدید به نوعی با نزول باران مرتبط است و در آن اطلاق مسبب بر سبب صورت گرفته است. اگرچه، برخی از مفسرین از نزول نعمت های خداوندی تعبیر به نزول مقامی کرده اند، به این معنا که نعمتی از شخص بزرگی به زیردستان می رسد (مکارم شیرازی، تفسیر نمونه، ۱۳۷۴: ۱۱/۵۹ و ۱/۳۶۵-۳۵۸). معنای پنجم (وارد شدن) نیز با یکی دیگر از معانی لغوی نزول (حلول: وارد شدن) مطابقت دارد. در چهار معنای اخیر نیز مراد از نزول، معنای مجازی آن، یعنی از باب تشبیه معقول به محسوس بوده و می توان از آن به نزول معنوی (غیرحسی) یا نزول مقامی تعبیر کرد (عابدینی، معنانشناسی نزول در قرآن با تأکید بر واژگان بیانگر نزول قرآن، ۱۳۹۳: ۹۹).

در تفاسیر مختلف، بأس در لغت به سختی و شدت معنا شده است (قریشی بنایی، قاموس قرآن، ۱۴۱۲: ۱/۱۵۸؛ طبرسی و بیستونی، مجمع البیان فی تفسیر القرآن، ۱۳۹۰: ۱۲/۳۱۴؛ مکارم شیرازی، تفسیر نمونه، ۱۳۷۴: ۲۳/۳۸۶). صاحب تفسیر المیزان نیز بیان می کند: کلمه بأس به معنای تأثیر شدید است، لیکن غالباً در شدت در دفاع و جنگ استعمال می شود و بدین جهت فرموده در آهن باسی شدید است، که به طور مدام جنگ ها و مقاتلات و انواع دفاع ها نیاز به آهن داشته، چون اقسام سلاح هایی که درست می کرده اند از آهن بوده و بشر از دیرباز به این فلز دست یافته و متوجه منافع اش شده و آن را استخراج کرده است (طباطبائی، المیزان، ۱۳۷۴: ۱۷/۳۰۲). هم چنین از دیدگاه بعضی از صاحب نظران لغت بأس شدید به نیرویی سخت و یا نیرویی شدید اشاره دارد (المدرسی، تفسیر هدایت، ۱۳۷۷: ۱۵/۱۲۱؛ مکارم شیرازی، تفسیر نمونه، ۱۳۷۴: ۲۳/۳۸۳؛ محمدی ری شهری، میزان الحکمه، ۱۳۸۹: ۷/۳۴۴؛ طبرسی و بیستونی، مجمع البیان، ۱۳۹۰: ۹/۷۷).

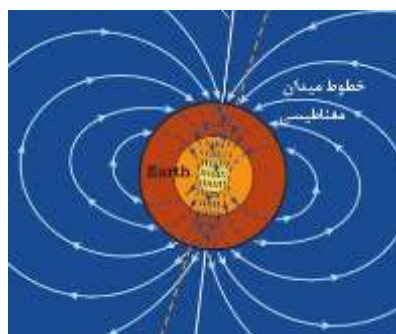
## تاریخچه کشف آهن

باستان شناسان معتقدند تاریخچه کشف آهن توسط انسان به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد بر می‌گردد، زیرا در حفاری‌های خود ابزار و جواهراتی را یافتند که از آهن تشکیل شده بود. باور آنها بر این است که این آهن به وسیله شهاب سنگ‌ها (Meteorite)، که مواد جامدی هستند، به دست مصریان رسیده است. شهاب سنگ‌ها وقتی به جو زمین (Earth's atmosphere) برخورد می‌کنند به شدت داغ می‌شوند و به همین علت اغلب آنها قبل از این‌که به سطح زمین برسند، می‌سوزند، اما بعضی از آنها از جو زمین عبور کرده و به سطح زمین می‌رسند. باستان شناسان تصور می‌کنند اگر مصریان آهن خالص را داشتند، آهن در دست آنها در طول این مدت زنگ می‌زد و از بین می‌رفت، در هر صورت آهن مورد استفاده توسط مصریان اندکی عنصر نیکل (Nickel) را نیز دارد و خالص نیست (Hasan 2005: p5). آهن در زبان قبطی (Copic) به معنای سنگ آسمان و در فرهنگ هیروگلیفی (Hieroglyph) مصر به معنای فلز ستارگان می‌باشد (زاوش، کانی‌شناسی در ایران قدیم، ۱۳۴۸: ۵۹). اگرچه ترکیبات آهن در پوسته زمین وجود داشت، انسان‌های اولیه حتی پس از ذوب طلا، قلع و مس تا مدت‌ها نمی‌دانستند چگونه آهن را از سنگ معدن آهن (Iron ore) استخراج کنند. آنها از این فلزات آلیاژ برنز را ساختند که عصر آن به حدود ۸۰۰۰ سال قبل از میلاد تخمین زده می‌شود. بعضی از محققان بر این باورند که انسان‌های نخستین توانایی تولید آتشی که گرمای لازم را برای جداسازی آهن از سنگ معدنش را تولید کند، نداشتند و به همین علت اختلاف زمانی زیادی بین عصر برنز (Bronze age) و عصر آهن (Iron age) وجود دارد (Krebs 2006: p 102). در اواسط هزاره دوم قبل از میلاد اقوام هیتی (Hittites) که در آسیای صغیر مستقر بوده و مقارن این زمان امپراتوری قدرتمندی تشکیل داده بودند، موفق به تولید آهن از کان‌سنگ آن شدند. اینان با به کارگیری ادوات جنگی ساخته شده از آهن به قدرت نظامی بزرگی در جهان باستان تبدیل شدند. بعد از سقوط دولت هیتی و میتانی (Mitanni)، به نظر می‌رسد آهنگرانی که در دستگاه این دولت‌ها به کار اشتغال داشتند، به نقاط دیگر مهاجرت کرده و تحت حمایت پادشاهان دیگر به تولید آهن پرداخته و فن تولید آهن را در نقاط جدید از جمله ایران منتشر کردند (گرنی، هیتی‌ها، ۱۳۷۱: ۷۹؛ ملازاده، تاریخچه پیدایش فن تولید آهن و کاربرد آن در ایران، ۱۳۸۷: ۱۷۹-۱۸۰).

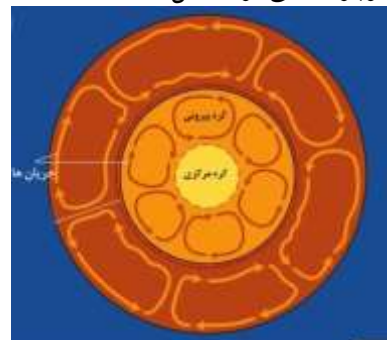
## منافع آهن

### الف) منافع آهن در زمین‌شناسی

آهن موجود در مرکز کره زمین نقش بسیار مهمی در میدان مغناطیسی (Magnetic field) زمین دارد. آهنی که در کره مرکزی زمین وجود دارد بسیار داغ است، به گونه‌ای که دمای آن به اندازه دمای سطح خورشید (۶۰۰۰ سانتی گراد) تخمین زده می‌شود. این دما به اندازه‌ای است که حالت مغناطیسی آهن را از بین ببرد. بیرون این کره، یک کره داغ از آهن وجود دارد که مایع بوده و از همه مهم‌تر در حال حرکت است. زمین‌شناسان حرکت مواد معدنی در این کره بیرونی را مشابه جریان‌های هوایی می‌دانند، درست مثل گردبادها که در اتمسفر زمین اتفاق می‌افتد. همین کره بیرونی باعث به وجود آمدن میدان مغناطیسی زمین می‌شود (شکل ۱). تابش‌های کیهانی که در فضا مرتباً کره زمین را بمباران می‌کنند به وسیله همین میدان مغناطیسی منحرف می‌شوند. نکته قابل تامل این است که میدان مغناطیسی در همه سیاره‌های منظومه شمسی وجود ندارد و وجود آن در کره زمین باعث زنده ماندن موجودات می‌شود (شکل ۲) (Hamilton 2007, p34; Vogt 2007: p 57-60).



شکل ۲ خطوط میدان مغناطیسی زمین



شکل ۱ جریان‌های درون زمین

آهن چهارمین عنصر فراوان در پوسته زمین (در حدود ۵ درصد) می‌باشد و دو ترکیبات اکساید آهن به نام‌های فرس II اکساید (Ferrous II oxide (FeO)) و فریک III اکساید (Ferric III oxide (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)) به ترتیب سومین و هفتمین ترکیبات فراوان در پوسته زمین هستند. این عنصر یکی از مهم‌ترین فلزاتی است که برای ساخت و ساز مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا می‌تواند با فلزات دیگر ترکیب شده و آلیاژهای گوناگونی را تولید کند که مهم‌ترین آنها فولاد است (Krebs, 2006: p102).



## ب) منافع آهن در پزشکی

آهن یکی از مهم‌ترین ترکیب‌های معدنی است که در هموگلوبین (Hemoglobin) خون وجود دارد. هموگلوبین عامل انتقال اکسیژن از ریه‌ها به بافت‌ها بوده و در صورت کمبود یا فقدان آهن عمل اکسیژن‌رسانی مختل می‌شود. هم‌چنین آهن در ساختار بعضی از آنزیم‌ها نقش کلیدی دارد که این آنزیم‌ها، اکسیژن را از هموگلوبین گرفته و با تبدیل آن به اکسیژن اتمی به بافت می‌رساند. علاوه بر این، آهن در بسیاری از ترکیبات بدن وجود دارد، در عضلات یافت می‌شود و در طحال و کبد و مغز استخوان ذخیره و متمرکز می‌گردد (حبیب‌اللهی و شمس، نقش فلزهای ضروری در بدن انسان، ۱۳۷۷: ۵۶). اثر آهن در دفاع از بدن و دفاع از بیماری‌های عفونی از سال‌ها قبل شناخته شده است، هم‌چنین برای مقابله با سرمای زمستان نیز آهن لازم است و وقتی آهن خون در حد متعادل باشد بدن استعداد بیشتری برای گرم شدن پیدا می‌کند (اشرفی، نقش آهن در بدن انسان، ۱۳۶۹: ۷۲-۷۳).

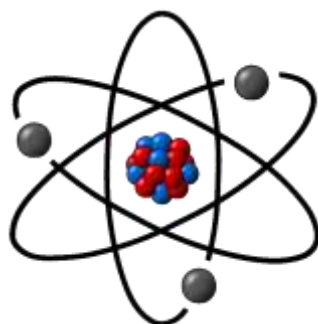
## دیدگاه محققان در خصوص منافع آهن و شگفتی آن در قرآن

شمس ناتری با بر شمردن اصول زندگی انسان‌ها و تقسیم آن به چهار بخش: ۱. کشاورزی و بافندگی؛ ۲. صنعت؛ ۳. مسکن؛ ۴. حکومت. نیازمندی آنها به آهن را اجتناب ناپذیر می‌داند. هم‌چنین با اشاره به آیه ۲۵ سوره حدید بیان می‌کند: منظور قرآن از منافع، هرگونه بهره‌ای است که انسان از آهن می‌برد. اهمیت آهن در زندگی انسان‌ها به اندازه‌ای است که با کشف آن، دوران تازه‌ای در تاریخ بشر آغاز شد که به دوران آهن معروف است (شمس ناتری، چشم‌انداز فعالیت‌ها صنعتی در قرآن کریم، ۱۳۸۲: ۲۰). صاحب تفسیر نمونه می‌نویسد: در سوره حدید آیه ۲۵ ﴿أَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ﴾؛ «آهن را فرو فرستادیم» برای این است که سنگ‌های عظیم آسمانی که ترکیبات آهن در آن وجود داشته به سوی زمین جذب شده، ولی مناسب این است که نزول را نزول مقامی بگیریم، هم‌چنان که موارد استعمال هم در عرف دارد، مثلاً می‌گویند: از طرف مقام بالا چنین دستور صادر شده یا شکایت خود را به مقامات بالا ارائه کردم (مکارم شیرازی، اخلاق اسلامی در نهج البلاغه، ۱۳۸۵: ۱۱۲/۱). در مقاله دیگری، نویسنده با صحبت درباره انرژی لازم جهت تشکیل یک اتم آهن به عدم تشکیل آن روی سطح زمین اشاره می‌کند و فرو آمدن آهن به سطح زمین به وسیله

شهاب‌سنگ‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد (چراغی، جلوه‌های نحوی و بیانی در آیات قرآنی، ۱۳۸۵: ۶۴). بهرام شاهی توصیف کوتاهی از پدیده سوپرنوا (Sopernova) که آهن در آن تشکیل و با انفجارش در فضا پخش می‌شود، را بیان می‌کند و به نازل شدن آهن بر روی زمین اشاره می‌کند (بهرام شاهی، راز آهن، ۱۳۸۶: ۵۰). در پژوهش دیگری، شگفتی‌های عددی قرآن در خصوص حروف ابجد واژه حدید و وجود آهن در مرکز زمین و منافع آن در بدن انسان و به طور کلی علم شیمی و قرآن مورد بحث قرار گرفته است (پویان، شیمی و قرآن، ۱۳۸۷: ۶۳). هم‌چنین ارتباط آهن با علم شیمی در مقاله‌ای بیان شده و نویسنده به برابری عدد اتمی آهن و حروف ابجد حدید که هر دو ۲۶ می‌باشند، اشاره می‌کند (دلفانی، قرآن و علوم جدید، ۱۳۸۸: ۵۹). پژوهش دیگری به عملیات سدسازی ذوالقرنین در سوره کهف اشاره کرده و استفاده از آهن و مس به منظور ساختن سازه‌ای با ویژگی نفوذناپذیری و استحکام بالا را به عنوان یک جنبه از شگفتی‌های علمی و یا حتی اعجاز علمی قرآن نام می‌برد (میری و اکبری، شگفتی اعجاز‌آمیز قرآن، ۱۳۹۳: ۳۳-۳۴). راشد عمری در مقاله خود با اشاره به انرژی پیوندی آهن ۵۶ به توضیح پدیده سوپرنوا، انفجار آن در فضا و پخش شدن آن در همه جهات پرداخته و آنزلنا را در قالب فرستادن آهن به زمین تفسیر می‌کند (راشد عمری، الإعجاز الفیزیائی الکوئی فی قوله تعالی وأنزلنا الحدید فیه بأس شدید، بی‌تا). البلتاجی نیز با توصیف گسترده در خصوص انرژی پیوندی هسته‌ها و چگونگی تبدیل آن‌ها به هم، درباره سوپرنوا و نقش آهن در آن توضیح می‌دهد. او در مقاله خود علاوه بر فرستاده شدن آهن از آسمان، شدت آهن را مورد بررسی قرار داده است (البلتاجی، معجزة إنزال الحدید وبأسه الشدید فی القرآن الکریم والفیزیاة الفلکیة والنوویة، ۲۰۰۶). یکی دیگر از نویسندگان به وجود آهن در شهاب‌سنگ‌ها اشاره کرده و به این موضوع می‌پردازد که چگونه آهن به مرکز زمین رسیده است؟ او در ادامه با توصیف سوپرنوا و سیاه‌چاله به این سوال پاسخ می‌دهد (شعبان، «قضایا علمیه؛ الحدید... الذی فیه بأس شدید»، ۱۴۲۷). شمسی باشا نیز با برشمردن منافع آهن در صنعت، زمین‌شناسی و پزشکی، توصیف کوتاهی از هم‌جوشی هسته‌ها و تولید آهن قبل از سیزده هزار میلیون سال را بیان می‌کند (شمسی باشا، وأنزلنا الحدید فیه بأس شدید و منافع للناس، ۱۴۱۶ق).

### توصیفی از ساختار هسته (Nuclear structure)

برای بررسی اهمیت آهن در فیزیک هسته‌ای و وجه تمایز آن با سایر عناصر بهتر است توصیف کوتاهی از ساختار درونی هسته داشته باشیم. مواد از ذرات بسیار کوچکی به نام اتم‌ها (Atoms) تشکیل شده‌اند. اگر بخواهیم اتم‌ها را به طور شماتیک نشان دهیم باید به شکل ۳ توجه کنیم.



شکل ۳ ساختار اتم به طور شماتیک

هر اتم از دو بخش منفی و مثبت تشکیل شده است. بخش منفی شامل ذراتی به نام الکترون‌هاست (Electron) که بار منفی دارند و در شکل با گلوله‌های خاکستری رنگ نشان داده شده‌اند و بخش مثبت شامل ذراتی به نام پروتون‌ها (Protons) و نوترون‌ها (Neutrons) است. پروتون‌ها ذراتی با بار مثبت و نوترون‌ها ذراتی بدون بار هستند که هسته اتم را تشکیل می‌دهند، این ذرات با گلوله‌های آبی و قرمز نمایش داده شده‌اند. پروتون‌ها و نوترون‌ها ذرات سنگینی هستند به طوری که جرم آنها به ترتیب ۱۸۳۶ و ۱۸۳۹ برابر جرم الکترون‌ها می‌باشند (Plekhanov 2012. P6). در فیزیک اتمی، کل اتم در نظر گرفته می‌شود، زیرا الکترون در پدیده‌هایی که تحت بررسی هستند نقش بازی می‌کند اما در فیزیک هسته‌ای تمرکز بر روی هسته اتم‌ها است و در نتیجه فقط از پروتون‌ها و نوترون‌ها صحبت می‌شود. قدرت و انرژی‌ای که از فعل و انفعالات هسته‌ای به دست می‌آید بسیار بیشتر از فعل و انفعالات اتمی است.

آنچه که ما تحت عنوان عنصر (Element) در طبیعت می‌شناسیم در واقع از تعداد پروتون‌های موجود در هسته آن عنصر نام‌گذاری شده است. به عنوان مثال، عنصر هیدروژن (Hydrogen) یک پروتون، عنصر هلیوم ۲ پروتون و عنصر کربن ۶ پروتون دارد. بنابراین تمام هسته‌هایی که دو پروتون دارند هلیوم و تمام هسته‌هایی که شش پروتون دارند تحت عنوان

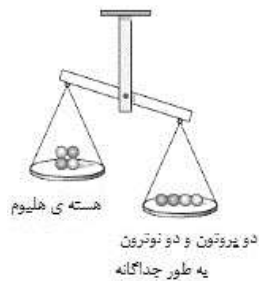
کربن (Carbon) شناخته می‌شوند، عنصرهای شناخته شده در طبیعت را می‌توان در جدول تناوبی (Periodic table) عنصرها یافت. همان‌گونه که گفته شد، در هسته اتم‌ها علاوه بر پروتون، نوترون نیز وجود دارد که در بعضی موارد شناخته شده، تعداد آن برابر با تعداد پروتون‌های آن هسته است. مثلاً در عنصر هلیوم دو پروتون و دو نوترون وجود دارد. اما این تمام ماجرا نیست. زیرا همیشه هسته‌ها تعداد برابری از پروتون‌ها و نوترون‌ها را ندارند و در بسیاری از موارد تعداد نوترون‌های هسته‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌های آنها است. به عنوان نمونه، هلیوم که تعداد پروتون آن ۲ بوده، می‌تواند تا هشت نوترون داشته باشد، این هلیوم را تحت عنوان هلیوم - ۱۰ می‌شناسند که در واقع جمع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن است. در طبیعت ۸ نوع هلیوم شناخته شده است که هلیوم - ۴ (در هسته اش ۲ پروتون و ۲ نوترون دارد) ۹۹ درصد هلیوم موجود در طبیعت را تشکیل می‌دهد (Hasan, 2007: p 24). در نتیجه، برای تشخیص عنصرها که تعداد پروتون یکسان اما تعداد نوترون متفاوت دارند، از مفهوم ایزوتوپ (Isotope) استفاده می‌شود. برای روشن شدن این موضوع به مثال قبل باز می‌گردیم. به عبارت دیگر، هلیوم ۸ نوع ایزوتوپ دارد که ایزوتوپ هلیوم-۴ فراوان‌ترین آن است و یا اکسیژن (Oxygen) با تعداد ۸ پروتون می‌تواند از ۴ تا ۲۶ نوترون داشته باشد که همگی ایزوتوپ‌های اکسیژن نامیده می‌شوند. ۹۹/۷۶ درصد اکسیژن موجود در طبیعت را ایزوتوپ اکسیژن-۱۶ (یعنی تعداد پروتون و نوترون آن با هم برابر است) ۰/۲ درصد را اکسیژن-۱۸ (۸ پروتون و ۱۰ نوترون) و تنها ۰/۰۴ را اکسیژن-۱۷ (۸ پروتون و ۹ نوترون) تشکیل می‌دهد (Hoffecker and Elias, 2007: p7). اگرچه در جدول تناوبی ۱۰۲ عنصر را می‌توان یافت اما با وجود ترکیبات متنوع در تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها، ۲۵۰۰ ایزوتوپ متفاوت شناخته شده است. حدود ۹۰ درصد از این ۲۵۰۰ ایزوتوپ، هسته‌هایی هستند که پایدار نبوده و تشعشع دارند، به عبارت دیگر با گسیل ذراتی مانند آلفا، بتا، نوترون، پروتون و یا گسیل پرتو گاما واپاشی می‌کنند، به همین علت به آنها رادیوایزوتوپ (Radioisotope) گفته می‌شود. بعضی از رادیوایزوتوپ‌ها مانند اورانیوم-۲۳۸ (Uranium) در طبیعت یافت می‌شوند و بعضی دیگر به طور مصنوعی تولید می‌شوند (Young, Freedman and Ford 2013: p 1450) مسأله‌ای که باید به آن توجه کرد این است که تمام رادیوایزوتوپ‌ها تا جایی که به یک ایزوتوپ پایدار برسند واپاشی می‌کنند اما زمان این واپاشی برای هر رادیوایزوتوپ متفاوت است، به عنوان مثال اورانیوم به آرامی به سرب تبدیل می‌شود.

## اهمیت آهن در فیزیک هسته‌ای

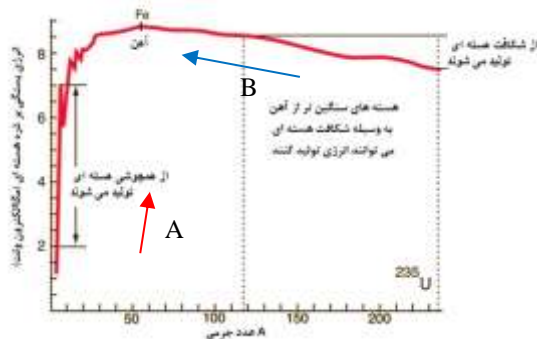
رادیوایزوتوپ‌ها تا جایی که به حالت پایداری برسند واپاشی می‌کنند. اما پایدارترین حالت در طبیعت در کدام عنصر یافت می‌شود؟ چرا رخدادهایی نظیر شکافت (Nuclear fission) و هم‌جوشی (Nuclear fusion) هسته‌ای به سمت این عنصر می‌روند؟

برای پاسخ به این پرسش‌ها، شکل قبل را در نظر بگیرید که در آن اتم از چند نوترون و پروتون با رنگ‌های آبی و قرمز تشکیل شده است. اگر این نوترون‌ها و پروتون‌ها از هم جدا باشند، نسبت به زمانی که داخل هسته هستند، انرژی بیشتر دارند (به ترازو در شکل ۴ نگاه کنید). بنابراین وقتی یک هسته داریم و بخواهیم نوترون‌ها و پروتون‌های آن را از هم جدا کنیم، باید به آن انرژی بدهیم تا این اختلاف انرژی‌ای که وجود دارد جبران شود. به این انرژی، انرژی بستگی هسته (Nuclear binding energy) می‌گویند. پس هر هسته یک انرژی بستگی دارد که اگر این انرژی بستگی را بر مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های آن تقسیم کنیم، همان انرژی لازم برای جدا کردن یک نوترون و یا یک پروتون بدست می‌آید (Young, Freedman and Ford, 2013: p 1444).

بازگشتی مفهوم قرآنی «بأس در آهن» بر اساس یافته‌های فیزیک هسته‌ای



شکل ۴) مقایسه انرژی دو پروتون و دو نوترون داخل هسته و به طور جداگانه



شکل ۵) انرژی بستگی بر ذره هسته‌ای (مگا الکترون ولت)

نموداری که در شکل ۵ (De Angelis, 2015: p13) مشاهده می‌کنید، یکی از معروف‌ترین نمودارها در فیزیک هسته‌ای می‌باشد. محور عمودی در این نمودار نمایانگر مقدار انرژی لازم برای جدا کردن یک پروتون و یا یک نوترون از هسته می‌باشد.

این خط قرمز (A) رنگ در نمودار بالا مجموع نقاطی هستند که هر نقطه مربوط به یک هسته و به طور مشخص یک ایزوتوپ است و انرژی بستگی هسته‌ها را براساس مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های آنها، که به آن عدد جرمی گفته می‌شود، نشان می‌دهد. سمت چپ نمودار، هسته‌هایی هستند که نسبت به اکثریت هسته‌ها انرژی بستگی کمتری دارند و این یعنی چنین هسته‌هایی پایداری کمتر داشته و جدا کردن نوترون‌ها و پروتون‌های آن راحت‌تر است. هرچه هسته در نقاط بالاتری از نمودار باشد، یعنی انرژی بستگی بیشتری دارد و پایدارتر و محکم‌تر بوده و نوترون و پروتون آن سخت‌تر جدا می‌شود. اگر به انتهای نمودار نگاه کنیم می‌بینیم که خط قرمز رنگ (A) به سمت پایین متمایل می‌شود. از آنجایی که این نمودار براساس مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها (یا همان عدد جرمی (Mass number)) نشان داده شده است، این خمیدگی به سمت پایین یعنی تعداد زیاد نوترون‌ها و پروتون‌ها دلیل بر بیشتر بودن انرژی بستگی هسته بر تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها نیست.

سمت راست نمودار مربوط به هسته‌های سنگین با تعداد نوترون و پروتون بیشتر بوده که ناپایدارند و با شکافته شدن به هسته‌های کوچکتر، به سمت قله نمودار که انرژی بستگی بیشتری داشته و پایدارتر باشند، تبدیل می‌شوند. در فیزیک هسته‌ای این فرآیند شکافت نامیده می‌شود (فلش آبی رنگ (B) در شکل ۵). ملموس‌ترین مثال از این فرآیند، استفاده از اورانیوم در رآکتورهای هسته‌ای (Nuclear reactor) می‌باشد. به طور مشابه هسته‌های سمت چپ نمودار که تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های کمتری دارند، با ترکیب شدن با یکدیگر به هسته‌های بزرگتر و پایدارتر تبدیل می‌شوند. به طور مشابه، این هسته‌ها به سمت هسته‌های قله نمودار که انرژی بستگی بیشتری دارند تبدیل می‌شوند (فلش قرمز رنگ (A) در شکل ۵). این عمل نیز هم‌جوشی هسته‌ای نام دارد که نمونه آشنای آن در خورشید اتفاق می‌افتد. با نگاهی به قله نمودار می‌بینیم در بین هسته‌هایی که بیشترین انرژی بستگی را دارند، آهن-۵۶ بیشترین پایداری را دارد و این یعنی نوترون‌ها و پروتون‌های خیلی بهم مقید هستند و جدا کردن آنها از هم سخت می‌باشد. به همین علت شکافت و هم‌جوشی تا جایی که به عنصر آهن برسند ادامه

پیدا می‌کنند زیرا سختی آهن به علت انرژی بستگی بالا و کمتر بودن نسبت جرمش بر تعداد پروتون و نوترون، در مقایسه با سایر هسته‌های قله نمودار باعث شده است پایدارترین هسته باشد (Newman, 2008: p641).

در فرآیند هم‌جوشی هسته‌ای خورشید، هیدروژن به هسته هلیوم (Helium) تبدیل می‌شود و انرژی آزاد می‌کند. خورشید در هر ثانیه ۶۰۰ میلیون تن هیدروژن را مصرف می‌کند، اما مقدارش به اندازه‌ای است که تا ۱۰ میلیارد سال سوخت داشته باشد (Emsley, 2001: p 183) داخل یک ستاره با جرمی ۸ برابر جرم خورشید، به دلیل گرانش بالا داغ‌تر از داخل خورشید است و در نتیجه زمان کمتری (حدود ۱۰ میلیون سال) طول می‌کشد تا هیدروژن سوزی انجام شود. زمانی که سوخت هیدروژن‌اش تمام شد، مردن ستاره شروع می‌شود. ابتدا، هسته هلیومی خنک می‌شود و شروع به فروپاشی می‌کند. سپس با فشار گرانش، دما مجدداً بالا می‌رود تا زمانی که هلیوم شروع به سوختن کند. پس از گذشت چند میلیون سال، هلیوم نیز تمام شده و یک کره کربنی را باقی می‌گذارد که اطراف آن با لایه‌هایی از خاکستر هیدروژن و هلیوم احاطه شده است. کره مرکزی شروع به سرد شدن کرده و تحت فشار گرانشی جرمی فرو می‌پاشد. مجدداً دما افزایش یافته و پس از شش صد سال کره مرکزی می‌سوزد و به یک هسته نئونی (Neon) تبدیل می‌شود. این فرآیند بارها و بارها با سرعت بیشتری تکرار می‌شود، نئون طی یک سال، اکسیژن طی شش ماه و سیلیکون (Silicon) در یک روز خواهد سوخت. اما در نهایت چه عنصری باقی می‌ماند؟ آهن! عنصری که پایدارترین هسته را دارد (Miller, 2005: p199) امکان ندارد که روی آهن-۵۶ شکافت و یا هم‌جوشی انجام شود و با آزاد شدن انرژی همراه باشد. وقتی مرکز ستاره از آهن پر شد، شروع به سرد شدن می‌کند تا وقتی که دیگر انرژی‌ای نباشد تا اندازه ستاره را حفظ کند و منجر به فروپاشی ستاره می‌شود و در نهایت یک سوپرنوا باقی می‌ماند که خودش از آهن تشکیل شده است (Oliveira n.d. p 416).

هرچه جهان به سمت پیرتر شدن می‌رود گسترده‌تر می‌شود و ماده تشکیل‌دهنده آن به آهن و نیکل (که جز هسته‌های قله نمودار ۵ هستند) تبدیل می‌شوند. در جهان هستی، عناصر به یکدیگر تبدیل می‌شوند. به عنوان مثال ایزوتوپ آهن-۵۷ یک نوترون بیشتر از ایزوتوپ آهن-۵۶ دارد اما پایدار نیست به همین علت واپاشی می‌کند تا آن نوترون اضافه را از دست بدهد و به آهن-۵۶ تبدیل شود. آهن-۵۶ پایدار است و واپاشی نمی‌کند (Pasztor, 2013: p 25).

## نتیجه

دانش در عصر کنونی با پیشرفت‌های شگرفی همراه بوده است به گونه‌ای که بشر با گذشت زمان به کشف‌های گوناگونی در علوم پایه از مقیاس‌های کوچک نظیر هسته‌ها تا مقیاس‌های بسیار بزرگ هم‌چون کهکشان‌ها دست یافته است. با این وجود قرآن از ۱۴۰۰ سال پیش به اهمیت عنصر آهن اشاره کرده است. عنصری که نه تنها در بدن انسان بلکه در کره زمین و کهکشان‌ها نیز اهمیت بسیار زیادی دارد و نبود آن زندگی را مختل می‌کند. اگرچه اهمیت و منافع عنصر آهن در علوم پزشکی، زمین‌شناسی، فیزیک و نجوم به اثبات رسیده و مقالات بسیاری در این خصوص وجود دارد که به آنها اشاره شده است، اما به نظر می‌رسد اشاره قرآن درباره شدت و سختی آهن به خوبی مورد توجه قرار نگرفته است. آهن-۵۶ در هسته خود ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون دارد و ۹۲ درصد آهن موجود در طبیعت را تشکیل می‌دهد. مسأله قابل توجه این است که سختی آهن منحصر به استفاده از آن در تولید اجسام و وسایل نیست. در این پژوهش ما به بررسی ویژگی‌های آهن و سختی آن از دیدگاه فیزیک هسته‌ای پرداخته‌ایم. در فیزیک هسته‌ای، این هسته تحت عنوان پایدارترین هسته شناخته می‌شود، زیرا بیشترین انرژی بستگی را به همراه کمترین نسبت جرم بر تعداد پروتون و نوترون دارد و به همین علت در بالاترین بخش نمودار ۵ دیده می‌شود. هسته‌ها طی فرآیندهای شکافت و هم‌جوشی و با تشعشع‌های گوناگون به هسته‌های بالای نمودار تبدیل می‌شوند، اما زمانی که در هریک از این فرآیندها، هسته‌ها به آهن-۵۶ برسند، این تبدیلات متوقف می‌شود. همین خاصیت آهن باعث می‌شود، زمانی که سوخت ستاره پس از تشعشع‌های گوناگون به آهن-۵۶ برسد ستاره خاموش شود. به دلیل این‌که انرژی لازم جهت شکافتن آهن-۵۶ و تبدیل شدن به هسته پایدارتری را ندارد. با توجه به خواص خاص آهن-۵۶ در فیزیک هسته‌ای که در این پژوهش به آن پرداخته شد و با استناد به اشاره قرآن کریم به سختی و شدت آهن در کنار منافع آن، شاید بتوان خواص علمی ذکر شده برای آهن در فیزیک هسته‌ای را اثباتی برای جنبه دیگری از شگفتی علمی قرآن کریم دانست.



## منابع

۱. قرآن کریم، ترجمه ناصر مکارم شیرازی، قم: دفتر مطالعات تاریخ و معارف اسلامی، ۱۳۷۳ش.
۲. ابن فارس، احمد، معجم المقاییس اللغة، قم: مکتب الاعلام الاسلامی، ۱۴۰۴ق.
۳. ابن منظور، محمد بن مکرم، لسان العرب، بیروت: دارالفکر، ۱۴۰۴ق.
۴. احمدیان، مهدی، محمد مهدی ذوالفقارزاده، و علی اصغر پورعزت، «تبیین ماهیت انقلاب اسلامی ایران از منظر سوره مجادله: کاوشی در تقابل دو جریان حزب الله و حزب الشیطان»، پژوهش های انقلاب اسلامی، ۱۳۹۶ش.
۵. اختیار، منصور، معنی شناسی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۴۸ش.
۶. اشرفی، منصور، نقش آهن در بدن انسان (۱)، درس هایی از مکتب اسلام، ۱۳۶۹ش.
۷. اصفهانی، راغب، مفردات، مکتبه نزار مصطفی الباز، بی تا.
۸. آلوسی، سید محمود، روح المعانی فی تفسیر القرآن العظیم، ۱۵ جلدی، بیروت: دارالکتب العلمیه، ۱۴۱۵ق.
۹. البلتاجی، عبدالله محمد، معجزة إنزال الحديد وبأسه الشديد فی القرآن الکریم والفیزياء الفلكية والنووية، کویت، ۲۰۰۶م.
۱۰. بهرام شاهی، مهدی، راز آهن، بشارت، ۱۳۸۶ش.
۱۱. پارسا، فروغ، اعجاز علمی قرآن، مشکوه، ۱۳۸۰ش.
۱۲. پویان، حکیمه، شیمی و قرآن، نامه جامعه (۵۳).
۱۳. ترابی شهررضایی، اکبر، آئین کيفری اسلام، ۳ جلد، قم: مرکز فقهی ائمه اطهار (علیهم السلام)، ۱۳۹۰ش.

۱۴. تروپو، ژرار، و حسن رضایی، فلزات و مواد معدنی، بشارت، ۱۳۸۵ش.
۱۵. چراغی، علی، جلوه‌های نحوی و بیانی در آیات قرآنی (۲)، رشد آموزش قرآن و معارف اسلامی (وزارت آموزش و پرورش)، ۱۳۸۵ش.
۱۶. حبیب‌اللهی، مریم، و قهرمان شمس، نقش فلزهای ضروری در بدن انسان، حقوق زنان (۶)، ۱۳۷۷ش.
۱۷. الحلی، ابن فهد، المذهب البارع فی شرح المختصر النافع، ۵ جلد، قم: دفتر انتشارات اسلامی وابسته به جامعه مدرسین حوزه علمیه قم، ۱۴۰۷ق.
۱۸. خسروپناه، عبدالحسین، گستره قرآن، پژوهش و حوزه (۱۹-۲۰)، ۳۷-۴۸، ۱۳۸۳ش.
۱۹. داوری، احد، سعیده آقایی اقدم، و حمیده شفیعی، اعجاز علمی قرآن در اندیشه آیت‌الله جوادی آملی، معارج اول (۱)، ۱۱۳-۱۳۴.
۲۰. دلفانی، پری، قرآن و علوم جدید: علم شیمی و سوره ی حدید، رشد آموزش قرآن (۲۷): ۵۸-۵۹، ۱۳۸۸ش.
۲۱. راشد عمری، حسین یوسف، الإعجاز الفیزیائی الكونی فی قوله تعالی وأنزلنا الحديد فیہ بأس شدید، [www.mutah.edu.jo/eijaz/ironarabic](http://www.mutah.edu.jo/eijaz/ironarabic)، بی‌تا.
۲۲. رحمدل، غلامرضا، رنگ و درنگ آب، گلستان قرآن ۶ (۱۷۰)، ۱۶-۱۹، ۱۳۸۲ش.
۲۳. رشید رضا، محمد، تفسیر القرآن الحکیم (تفسیر المنار)، ۱۲ جلدی، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ۱۹۹۰م.
۲۴. رضایی اصفهانی، محمدعلی، پژوهشی در اعجاز علمی قرآن، رشت: مبین، ۱۳۸۱ش.

۲۵. زاوش، محمد، کانی شناسی در ایران قدیم، تهران: بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۴۸ش.
۲۶. شعبان، سعد، «قضایا علمیه؛ الحديد...الذى فيه بأس شديد»، الوعى الاسلامى السنة الثالث والأربعون (۴۹۱)، ۱۲-۱۶، ۱۴۲۷ق.
۲۷. شمس ناتری، علی، چشم انداز فعالیت‌های صنعتی در قرآن کریم، گلستان قرآن (۱۵۲)، ۱۹-۲۱، ۱۳۸۲ش.
۲۸. شمسی باشا، حسان، و أنزلنا الحديد فيه بأس شديد و منافع للناس، الوعى الاسلامى السنة الثانية و الثلاثون (۳۵۹)، ۱۶-۱۷، ۱۴۱۶ق.
۲۹. الشهيد الثانى، مسالك الأفهام إلى تفتيح شرائع الإسلام، ۱۵ جلدی، مؤسسة المعارف الاسلامیة، بی تا.
۳۰. طباطبایی، محمد حسین، ترجمه تفسیر المیزان، ترجمه: محمدباقر موسوی همدانی، ۲۰ جلدی، قم: جامعه مدرسین حوزه علمیه قم دفتر انتشارات اسلامی، ۱۳۷۴ش.
۳۱. طبرسی، احمد بن علی بن ابی طالب، الاحتجاج، مشهد: نشر المرتضی، ۱۴۰۳ق.
۳۲. طبرسی، فضل بن حسن، مجمع البیان فی تفسیر القرآن، ۱۰ جلدی، تهران: ناصر خسرو، ۱۳۷۲ش.
۳۳. طبرسی، و محمد بیستونی، ترجمه مجمع البیان فی تفسیر القرآن. ۲۷ جلدی، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۹۰ش.
۳۴. عابدینی، ناصر، معناشناسی نزول در قرآن با تأکید بر واژگان بیانگر نزول قرآن، حسنا (۲۱)، ۹۳-۱۱۶، ۱۳۹۳ش.

۳۵. العروسی، الشیخ عبد علی، تفسیر نور الثقلین، ۵ جلدی، قم: ۱۴۱۵ق.
۳۶. عسکری، مرتضی، المصطلحات الاسلامیه، بی تا.
۳۷. علوی مهر، حسین، نزول قرآن کریم، ماهنامه معرفت (۸۳)، ۱۳۸۳ش.
۳۸. قریشی بنایی، علی اکبر، قاموس قرآن، ۷ جلدی، تهران: دار الکتب الاسلامیه، ۱۴۱۲ق.
۳۹. کاویان، غلامرضا، فصل سوم: اعجاز علمی قرآن کریم، مکاتبه و اندیشه (۴۵): ۲۱-۳۱، ۱۳۹۱ش.
۴۰. گرنی، الیور، هیتی ها، تهران: موسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، ۱۳۷۱ش.
۴۱. محمدی ری شهری، محمد، میزان الحکمه (با ترجمه فارسی)، ترجمه حمیدرضا شیخی، قم: موسسه علمی و فرهنگی دارالحدیث، ۱۳۸۹ش.
۴۲. المدرسی، السید محمد تقی، تفسیر هدایت، ۱۸ جلد، مشهد: آستان قدس رضوی، بنیاد پژوهش های اسلامی، ۱۳۷۷ش.
۴۳. مصطفوی، حسن، التحقیق فی کلمات القرآن الکریم، ۱۴ جلدی، تهران: وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۳۸۶ش.
۴۴. مطهری، مرتضی، آشنایی با قرآن ۸، صدرا، ۱۳۸۹ش.
۴۵. مکارم شیرازی، ناصر، اخلاق اسلامی در نهج البلاغه (خطبه متقین)، ۲ جلدی، قم: نسل جوان، ۱۳۸۵ش.
۴۶. مکارم شیرازی، ناصر، تفسیر نمونه، ۲۷ جلدی، تهران: دار الکتب الاسلامیه، چاپ سی و دوم، ۱۳۷۴ش.
۴۷. ملازاده، کاظم، تاریخچه پیدایش فن تولید آهن و کاربرد آن در ایران، پژوهش های تاریخی ایران و اسلام (۳)، ۱۷۷-۱۹۹، ۱۳۸۷ش.

۴۸. میری، سید سعید، و زهره اکبری، شگفتی اعجازآمیز قرآن در اشاره به سازه مستحکم آهن و مس در عملیات سدسازی ذوالقرنین، مطالعات تفسیری پنجم (۱۸)، ۲۵-۳۶، ۱۳۹۳ ش.

49. De Angelis, Alessandro, Introduction to Particle and Astroparticle Physics, Italy: Springer, 2015.
50. Emsley, John, Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements. New York: Oxford university press, 2001.
51. Hamilton, Gina, Blue Planet - Earth. Dayton OH: Milliken publishing, 2007.
52. Hasan. Heather, Helium. New York: the Rosen publishing group, 2007.
53. Hasan. Heather, Iron, New York: the Rosen publishing group, 2005.
54. Hoeffcker, John F, and Scott A Elias, Human Ecology of Beringia. New York: Columbia University Press, 2007.
55. Krebs, Robert E, The History and Use of Our Earth's Chemical Elements, second edition. London: Greenwood Rress, 2006.
56. Miller. Arthur I, Empire of the Stars. New York: Goughton Mifflin Company, 2005.
57. Newman, Jay, Physics of the Life Sciences. New York: Springer, 2008.
58. Oliveira, Pedro. n.d. The Elements.

59. Pasztor, Ivan, Of All The Things I've Lost, USA, 2013.
60. Plekhanov, Vladimir G, Isotope-Based Quantum Information, New York: Springer, 2012.
61. Vogt, Gregory, Earth's Core and Mantle: Heavy Metal, Moving Rock, Minneapolis: Lerner Publishing Group, 2007.
62. Young, Hugh D, Roger A Freedman, and Lewis A Ford, University Physics with Modern Physics. 13. San Francisco: Jim Smith, 2013.