



## بررسی مقدار عنصر کم مقدار آهن در شیر مادران نوزادان رسیده در مشهد

### با استفاده از روش فعال سازی نوترونی

پرویز پرورش<sup>۱</sup> سیده فاطمه خاتمی<sup>۲</sup>، سارا مدنی<sup>۱\*</sup>، جمشید خورسندی<sup>۳</sup>

۱- دانشگاه پیام نور مشهد

۲- دانشگاه علوم پزشکی مشهد

۳- سازمان انرژی اتمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده تحقیقات و توسعه راکتورها و شتابدهنده ها

### چکیده

در بدن انسان ۱۷ عنصر کم مقدار وجود دارد که تاثیر مهمی بر متابولیسم بدن داشته و همواره تعیین دقیق مقدار هر یک از آن ها و مطالعه در باره تغییرات عناصر مزبور مورد توجه پژوهشگران بوده است. از آن میان ۶ عنصر جنبه حیاتی برای بدن دارد که آهن در زمره آنان است. در این مطالعه غلظت آهن در شیر مادران نوزادان رسیده ساکن مشهد، در آزمایشگاه تحقیقاتی ملی پیام نور با همکاری دانشگاه پیام نور مشهد و مرکز تکنولوژی هسته ای اصفهان در طی شش ماهه اول سال ۱۳۸۹ اندازه گیری شده است. برای بررسی مقدار آهن، نیاز به روش تحلیل عنصری می باشد. تحلیل به روش فعال سازی نوترونی دستگاهی (INAA)، یکی از روش های بسیار دقیق برای تعیین غلظت عنصری نمونه های مختلف به ویژه نمونه های انسانی است. نتایج اندازه گیری حاکی از آنست که مقدار میانگین آهن اندازه گیری شده در شیر مادران ساکن مشهد با مقادیر مورد استناد در کتب مرجع پزشکی نوزادان قابل مقایسه است.

کلید واژه: فعال سازی نوترونی دستگاهی (INAA)، عناصر کم مقدار، شیرمادر، نوزاد، آهن (Fe).

### مقدمه

شیرمادر در ارتقای سطح سلامت مادر و کودک اهمیت ویژه ای دارد و به عنوان بهترین منبع غذایی طی شش ماهه اول زندگی نوزادان شناخته شده است. این ماده عناصر کم مقداری است که توسط نوزاد به راحتی جذب و هضم می شود. ترکیب شیرمادر همیشه یکسان نیست به طوری که از ویژگی های منحصر به فرد شیرمادر می توان تغییرپذیری در نسبت ترکیب ها براساس نیاز نوزادان در دوران شیردهی نام برد. آهن نیز از عناصر

کم‌مقداری است که نیاز نوزادان به آن از قرن هفده تشخیص داده شده است. یکی از پیامدهای کمبود آهن، بروز نقص در رشد ذهنی کودکان است [۱]. آهن شیر مادر برای شیرخوار کافی است. گرچه مقدار آهن شیرمادر زیاد نیست ولی جذب آن در روده بسیار خوب است. شیرخوارانی که با شیر مادر تغذیه می‌شوند دچار کم خونی فقر آهن نمی‌شوند [۲]. در این پژوهش، غلظت آهن در ۴۰ نمونه از شیر مادران ساکن شهرستان مشهد با روش فعال سازی نوترونی اندازه‌گیری شده است.

### روش کار

تحلیل به روش فعال سازی از روش‌های حساس و مهم رادیوشیمیایی به شمار می‌رود که برای تعیین کیفی و کمی عناصر با کمترین مقدار به‌کار می‌رود. بیش از سه دهه است که تحلیل به روش فعال سازی نوترونی دستگاهی (INAA) در زمینه‌های مختلف علوم و تحقیقات کاربردهای فراوانی پیدا کرده است. حساسیت بالا، چندعنصری بودن، خطای دستگاهی کم، پایین بودن سطح آشکارسازی و غیرتخریبی بودن از تحلیل با فعال سازی نوترونی روشی منحصربه‌فرد برای تحلیل عنصری انواع نمونه‌های حاوی عناصر بسیار کم‌مقدار ساخته است [۳].

### جمع‌آوری نمونه‌ها و آماده‌سازی آن‌ها برای پرتودهی

نمونه‌های شیر در کلینیک نوزادان دانشگاه علوم پزشکی مشهد و در فاصله ۵ تا ۱۵ روز پس از زایمان در شرایط بدون آلودگی به روش دوشیدن با دست در ظروف پلی اتیلنی تمیز تهیه شد. سپس با استفاده از سرنگ های پلی اتیلنی بدون سر سوزن فلزی به شیشه های شسته شده و بدون آلودگی منتقل و در فریزر یخچال نگهداری شد. پس از آن نمونه‌ها برای تحلیل و اندازه‌گیری در کوتاهترین زمان ممکن با استفاده از یخچال قابل حمل و به وسیله هواپیما به آزمایشگاه تحقیقاتی ملی پیام‌نور در تهران منتقل و تا زمان خشک شدن، درون فریزر موجود در آزمایشگاه در دمای صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون مدل Plilip Harris Ltd-Sheneton\_England موجود در آزمایشگاه خشک شدند. نمونه‌ها پس از طی مراحل خاص و منطبق بر دستورالعمل‌های سازمان بین‌المللی انرژی اتمی آماده‌سازی و همراه با استانداردهای مناسب برای پرتودهی به مرکز تکنولوژی هسته ای اصفهان انتقال یافت.



## پرتودهی

در این پژوهش از راکتور مینیاتوری مرکز تکنولوژی هسته ای اصفهان با شار حدود  $5 \times 10^{12} \text{ n. cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  به عنوان چشمه پرتودهی استفاده شد. بدین منظور، نمونه‌های شیر و استانداردها به دو دسته تقسیم و طی دو مرحله با نوترون‌های حرارتی به مدت ۵ ساعت بمباران شد و از واکنش  $^{58}\text{Fe}(n, \gamma)^{59}\text{Fe}$  برای عنصر آهن، با اندازه‌گیری قله گامای  $1291 \text{ eV}$  و نیمه‌عمر  $44.5$  روز استفاده شد.

## آشکارسازی پرتوها

با توجه به اینکه اندازه‌گیری عنصر آهن (دارای نیمه‌عمر بلند) مورد نظر بود، نمونه‌های فعال شده، ۶-۱۰ روز پس از پرتودهی، با استفاده از حفاظ سربی به آزمایشگاه دانشگاه پیام نور واقع در تهران انتقال یافت. طیف‌گیری نمونه‌ها در دو دوره یکی ۱۲ روز و دیگری ۳۰ روز پس از پرتودهی، به وسیله دستگاه طیف‌سنج گاما با آشکارساز ژرمانیوم فوق‌خالص HPGe و نرم‌افزار گاما ۲۰۰۰ (GAMMA 2000) انجام شد. کارایی نسبی آشکارساز ۳۰ درصد و قدرت تفکیک انرژی آن  $820-1200 \text{ eV}$  برای انرژی  $1220 \text{ keV}$  بود. آشکارساز که به پردازنده تپ و تحلیلگر بس‌کانال (MCA) و رایانه متصل است در درون حفاظ سربی به ضخامت  $8.3 \text{ cm}$  دارای پوشش داخلی مس، کادمیوم، پلکسی گلاس و پوشش خارجی آهن قرار دارد. طیف‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار ویژه‌ای به شکل قابل استفاده در نرم‌افزار تحلیلگر تبدیل شد [۴].

## اندازه‌گیری آهن به روش فعال سازی نوترونی

تحلیل نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPAN (Spectral Analysis of ANN) انجام گرفت. به وسیله این نرم‌افزار مقدار آهن موجود در نمونه‌ها با دقت بالایی اندازه‌گیری شد. نتایج در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است. پس از تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و انجام آزمون T-Test بر روی مقدار عنصر اندازه‌گیری شده در آهن مشاهده شد  $P < 0.50$ . این نتیجه وجود عنصر آهن را در شیر مادر تایید می‌کند. در جدول ۱ مقادیر آهن اندازه‌گیری شده در شیر مادران ساکن مشهد به ترتیب افزایشی ارزیابی شده است.

جدول ۱: مقدار آهن اندازه گیری شده در نمونه های شیر.

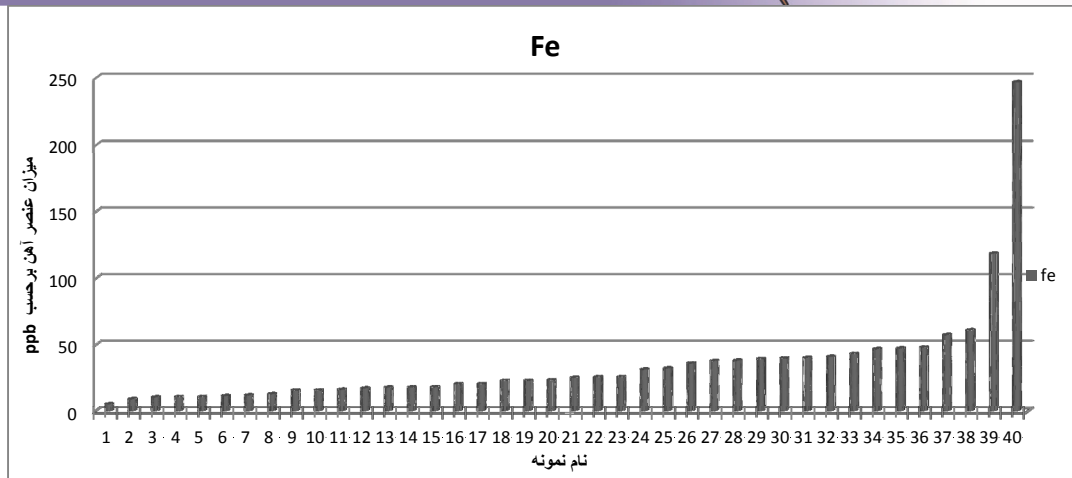
ترتیب نمونه ها	مقدار عنصر آهن برحسب (ppm)	مقدار عنصر آهن برحسب ( $\frac{\mu g}{cc}$ )	ترتیب نمونه ها	مقدار عنصر آهن برحسب (ppm)	مقدار عنصر آهن برحسب ( $\frac{\mu g}{cc}$ )
۱	۵ر۴۴۶	۰ر۰۵۹	۲۱	۲۵ر۲۲۱	۰ر۲۵۵
۲	۹ر۳۲۵	۰ر۰۸۴	۲۲	۲۵ر۷۸۰	۰ر۲۷۰
۳	۱۰ر۶۹۶	۰ر۰۹۳	۲۳	۲۵ر۸۰۳	۰ر۲۸۹
۴	۱۰ر۹۲۳	۰ر۱۰۳	۲۴	۳۱ر۳۷۸	۰ر۲۹۶
۵	۱۰ر۹۴۳	۰ر۱۱۴	۲۵	۳۱ر۹۸۳	۰ر۳۰۱
۶	۱۱ر۶۳۵	۰ر۱۱۶	۲۶	۳۲ر۲۹۱	۰ر۳۰۷
۷	۱۲ر۱۳۲	۰ر۱۲۱	۲۷	۳۷ر۶۷۸	۰ر۳۷۷
۸	۱۳ر۰۸۵	۰ر۱۳۶	۲۸	۳۸ر۱۰۳	۰ر۳۸۱
۹	۱۵ر۸۲۲	۰ر۱۴۱	۲۹	۳۹ر۲۷۱	۰ر۳۸۴
۱۰	۱۵ر۸۶۶	۰ر۱۵۱	۳۰	۳۹ر۸۱	۰ر۳۸۸
۱۱	۱۶ر۴۰۵	۰ر۱۵۵	۳۱	۴۰ر۱۱۳	۰ر۳۸۹
۱۲	۱۷ر۳۸۸	۰ر۱۵۶	۳۲	۴۰ر۹۳۹	۰ر۴۰۹
۱۳	۱۷ر۹۶۵	۰ر۱۶۰	۳۳	۴۳ر۰۵۳	۰ر۵۲۱
۱۴	۱۸ر۰۷۶	۰ر۱۷۴	۳۴	۴۴ر۳۶۷	۰ر۵۵۱
۱۵	۱۸ر۳۰۱	۰ر۱۸۹	۳۵	۴۷ر۱۹۸	۰ر۶۴۵
۱۶	۲۰ر۵۵۳	۰ر۱۹۳	۳۶	۵۷ر۲۵۱	۰ر۶۶۵
۱۷	۲۰ر۶۱۳	۰ر۲۰۲	۳۷	۶۱ر۷۴۲	۱ر۰۹۰
۱۸	۲۲ر۹۷۲	۰ر۲۲۶	۳۸	۱۱۸ر۰۲۰	۱ر۲۰۰
۱۹	۲۳ر۰۵۸	۰ر۲۳۷	۳۹	۱۲۰ر۱۵۰	۱ر۸۷۸
۲۰	۲۳ر۴۸۳	۰ر۲۴۳	۴۰	۲۴۶ر۸۷۰	۵ر۷۷۴

در جدول ۲ میانگین آهن اندازه گیری شده با مقدار میانگین مورد استناد در کتاب مرجع نوزادان [۵] مقایسه شده است.

جدول ۲: مقایسه مقدار میانگین عنصر آهن در شیرمادران ساکن مشهد با مقدار مرجع.

مقدار مجاز آهن در شیرمادر برحسب ( $\frac{\mu g}{cc}$ )	مقدار میانگین آهن در نمونه های شیر برحسب ( $\frac{\mu g}{cc}$ )
۰ر۳۹۱	۰ر۴۸۵

در شکل ۱ نتایج اندازه گیری برای مقایسه به صورت نمودار میله ای ترسیم شده است.



شکل ۱ مقدار عنصر آهن در شیرمادران ساکن مشهد.

### بحث و نتیجه گیری

در شیر مادر باندازه کافی آهن وجود دارد لذا آهن مورد نیاز برای جلوگیری از ابتلای نوزاد به آنمی را در ۴ ماهه اول تولدش تامین می کند [۶]. با مقایسه این ارقام با مقادیر به دست آمده در نمونه های مورد آزمایش می توان دریافت که مقدار متوسط عنصر آهن اندازه گیری شده در این مطالعه در حدود مقادیر ارایه شده در مراجع مورد استناد نوزادان رسیده است. تنها در دو نمونه از شیرهای مورد اندازه گیری استفاده مقدار آهن افزایش قابل توجهی نشان می دهد. این امر می تواند به تغذیه مادران دهنده نمونه شیر و نیز مصرف احتمالی قرص آهن توسط آنها مرتبط باشد.

## مراجع

1. Minor and Trace elements in Breast Milk, World Health Organization, 1-2, 1989.
2. Richard E. Behrman, Robert M. Kliegman, Hal B. Jenson, Robert Kliegman Hal, B. Jenson, Nelson textbook of pediatrics, Elsevier, p. 123, 2008.
- ۳- مجید شهریاری، میترا اطهری علاف، مصطفی سهراب پور، حل مشکل واکنش های مداخله گر در آنالیز فعال سازی نوترونی INAA به کمک شبیه سازی چشمه های تابش با استفاده از روش مونت کارلو، از مجموعه کامل مقالات دهمین گردهمایی فیزیکدانان و متخصصین هسته ای کشور، دانشگاه اراک ۶ و ۷ اسفند ۱۳۸۲، ص ۱۵۵.
- ۴- طاهره شاکریان، پرویز پرورش، سیده فاطمه خاتمی، عظیم احمدی نیار، اندازه گیری جیوه در خون انسان با روش فعال سازی نوترونی، از مجموعه مقالات کنفرانس فیزیک ایران، دانشگاه اصفهان، ۲۴ تا ۲۷ شهریور ۱۳۸۸.
5. Richard J. Martin, Avory A. Fanaroff, Michele c. Walsh, Neonatal Prenatal Medicine, 8<sup>th</sup> edition, Elsevier Mosby, Vol. one, p. 671, 2007.
6. Tanju Basarir Ozkan, Neslihan Durmaz, Gulin Erdemir, and Yesim Ozarda Ilcol, Trace Element Concentration in Breast Milk and Sera: Relation With Lactation, J.BIOL. ENVIRON. SCI, 1(3), 143-147, 2007.