مجله بهداشت و توسعه
سال ششم/شماره ۳/ پاییز ۱۳۹۶

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۳ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۶/۱/۲۷

ارزیابی مخاطرات جیوه، ناشی از مصرف مکمل‌های پروتئینی ورزشی

اسماعیل فرد[۱]، امید طبیعی[۲]، محمدجواد نوروزنژاد فرد[۳]

چکیده

مقدمه: هدف از تحقیق حاضر تعیین میزان فلز سنگین جیوه در مکمل‌های پروتئینی مورد مصرف ورزشکاران و ارزیابی خطر بهداشتی جیوه حاصل از مصرف این مکمل‌ها در ورزشکاران بوده است. در این پژوهش خطر سلامتی جیوه با اندازه‌گیری جیوه در نمونه مکمل‌های پروتئینی مورد مصرف تعیین و ارزیابی شد.

روش‌ها: در این پژوهش مقطعی ۷ نمونه از پرمصرف‌ترین مکمل‌های پروتئینی موجود در بازار مصرف با ۳ تکرار برای هر نمونه، از مراکز فروش مجاز در شهر شیراز تهیه و تجزیه‌وتحلیل شدند. اندازه‌گیری غلظت جیوه موجود در هر نمونه از طریق هضم اسیدی و از روش فن بخار سرد و با استفاده از دستگاه نشر اتمی ICP تعیین گردید. در پایان داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ تحلیل آماری شدند.

نتایج: میانگین غلظت جیوه در نمونه‌ها برابر با ۰/۰۶±۰/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد که از رهنمودهای بین‌المللی (USEPA، WHO، FDA و JECFA) کم‌تر بود. از سویی دیگر برآورد سیبل خطر (THQ) جیوه در نمونه‌ها بیشتر از یک محاسبه شد.

بحث و نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش نشان داد که مصرف مکمل‌های پروتئینی ورزشی، یک خطر جدی برای سلامت ورزشکاران و دیگر مصرف‌کنندگان از نظر تجمع فلز جیوه است. در نتیجه بایستی ملاحظات خاصی برای مصرف این مکمل‌ها توسط ورزشکاران در نظر گرفته شود.

واژگان کلیدی: مخاطره سلامت، جیوه، مکمل‌های پروتئینی، ورزشکار

مقدمه

امروزه استفاده از مکمل‌های غذایی به شکل گسترده‌ای در ورزش کاربرد داشته و در حال حاضر انواع مکمل‌های غذایی به سهولت در فروشگاه‌های عرضه مواد غذایی و داروخانه‌ها یافت شده و در دسترس هستند (۲، ۱). یکی از مکمل‌های غذایی محبوب و پرمصرف در بین تمامی ورزشکاران مبتدی، استقامتی و بدن‌سازی و حتی در بین بزرگ‌سالان و جوانان، مکمل‌های پروتئینی است (۳، ۲). بدون شک ورزشکاران با توجه به ماهیت حرفه‌ای خود در مقایسه با افراد عادی نیازمند به پروتئین بیشتری هستند و به همین دلیل بسیاری از ورزشکاران رشته‌های مختلف برای تأمین پروتئین جذبی موردنیاز خود به استفاده از مکمل‌های پروتئینی روی می‌آورند؛ بنابراین با توجه به اطلاعات وسیع و گسترده‌ای که در مورد مکمل‌های پروتئینی وجود دارد و همچنین به دلیل توصیه‌هایی که در مورد مصرف این مکمل‌ها توسط مربیان ورزشی انجام می‌شود، شاهد افزایش کاربرد این قبیل مکمل‌ها در بین بسیاری از ورزشکاران و حتی مردم عادی به طور

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران
۲- مربی، گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران
۳- استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران
نویسنده‌ی مسئول: امید طبیعی
Email: Tabiee@iaua.ac.ir
آدرس: فارس، ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان **تلفن:** ۱۲- ۴۳۵۲۳۹۰۷- ۰۷۱ **فاکس:** ۴۳۵۲۲۴۸۳- ۰۷۱

گسترده هستیم. هرچند با توجه به ماهیت ورزش و جنسیت افراد میزان استفاده از مکمل‌های پروتئینی متفاوت است؛ اما بر اساس یافته‌های حاصل از تحقیقات پیشین مشخص می‌گردد که کاربرد آن در میان مردم عادی و ورزشکاران مبتدی و حرفه‌ای از ۳۵ تا ۱۰۰ درصد متغیر است (۱۰-۴، ۱).

با استناد به منابع علمی، میزان پروتئین مجاز و موردنیاز برای حفظ توازن نیتروژن، برای ۹۸٪ مردم معمولی بالای ۱۹ سال و بزرگسال صرف‌نظر از جنسیت افراد، در حدود ۰/۷۵ تا ۰/۹ گرم در روز به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. در صورتی‌که میزان پروتئین مجاز و موردنیاز برای ورزشکاران معمولی به‌طور متوسط در حدود ۱/۲ تا ۱/۷ گرم و برای ورزشکاران قدرتی و استقامتی ۲ تا ۳/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز عنوان شده است (۳، ۴)؛ بنابراین بر اساس متوسط میزان پروتئین توصیه‌شده یعنی ۰/۸ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز، پروتئین روزانه موردنیاز برای یک زن و مرد با محدوده وزنی به‌ترتیب برابر با ۷۰–۵۰ و ۹۰–۷۰ کیلوگرم، روزانه بین ۴۰ تا ۵۶ گرم برای زنان و ۵۶ تا ۷۲ گرم پروتئین برای مردان است (۴). درنتیجه متوسط میزان مصرف پروتئین موردنیاز برای یک فرد ورزشکار معمولی با وزن تقریبی ۷۰ تا ۹۰ کیلوگرم و مصرف تقریباً ۱/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز، مقداری بین ۱۰۵ تا ۱۳۵ گرم پروتئین در روز و برای یک ورزشکار استقامتی و قدرتی با وزن تقریبی ۸۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم و مصرف ۲/۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز، مقداری بین ۲۲۰ تا ۲۷۵ گرم پروتئین در روز تعیین می‌شود (۳،۴).

بررسی منابع علمی بیانگر آن است که مصرف بسیاری از مکمل‌های ورزشی تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد و سلامت افراد ندارند (۱)، علاوه بر آن بسیاری از این مکمل‌های ورزشی حاوی مقادیر بالایی از مواد سمّی و خطرناک هستند که این مواد بر سلامت مصرف‌کنندگان این مکمل‌ها بسیار تأثیرگذار هستند (۱۲-۱،۱۰). علیرغم مصرف پرکاربرد مکمل‌های پروتئینی در بین اقشار مختلف جامعه به‌ویژه در بین ورزشکاران، همواره یکی از مضرات و آسیب‌های قابل‌توجه در خصوص مصرف این مکمل‌ها مربوط به وجود سطوح مختلف مواد مضر و خطرناک از جمله وجود فلزات سنگین مانند جیوه است. وجود آلودگی فلزات سنگین نظیر سرب، کادمیوم و جیوه در مکمل‌های غذایی را می‌توان به عوامل مختلفی مانند؛ مواد اولیه مورد مصرف، حلال‌های مورداستفاده، دستگاه‌ها، تجهیزات و ظروف نگهداری و بسته‌بندی محصولات مرتبط دانست (۱۰).

فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های شیمیایی در مواد غذایی هستند که خطرات زیادی را برای سلامت مصرف‌کنندگان ایجاد می‌نمایند؛ لذا مصرف مکمل‌های پروتئینی در صورت آلوده بودن به فلزات سنگین یک راه ورود این فلزات خطرناک و سمّی به بدن مصرف‌کنندگان است. در نتیجه بنا به‌ضرورت مطالعه و اهمیت تعیین میزان آلودگی فلز سنگین جیوه در مکمل‌های پروتئینی ورزشی و ارزیابی تماس و میزان خطر بهداشتی جیوه برای مصرف‌کنندگان محصولات غذایی حاوی این عنصر خطرناک، در این پژوهش خطر جیوه حاصل از مصرف مکمل‌های پروتئینی در ورزشکاران ارزیابی شده است. این تحقیق از جمله اولین پژوهش‌ها در زمینه تعیین و ارزیابی خطر جیوه در مکمل‌های پروتئینی ورزشی مصرفی در کشور است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش مقطعی که در سال ۱۳۹۴ انجام شد، نمونه‌برداری از تعداد ۷ نمونه برند پرفروش مکمل پروتئینی ورزشی عرضه‌شده در فروشگاه‌های مواد غذایی و ورزشی شهر شیراز انجام شد و از هر برند ۳ نمونه خریداری و به آزمایشگاه منتقل شد.

سنجش و اندازه‌گیری میزان جیوه موجود در مکمل‌های پروتئینی ورزشی با استفاده از دستگاه نشر اتمی ICP-AES ساخت شرکت Varian مدل Vista-Pro و با کاربرد روش هضم اسیدی توسط اسید نیتریک غلیظ و با بهره‌گیری از فن بخار سرد در طول موج ۲۵۳/۷ نانومتر انجام پذیرفت. تمامی سنجش‌ها در شرایط بهینه توصیه شده توسط کارخانه سازنده و بر اساس دستورالعمل توصیه شده انجام پذیرفت و هر نمونه ۳ بار مورد آزمایش قرار گرفت و در نهایت نتایج بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg) وزن خشک گزارش گردید. برای انجام آزمایش، ۰/۵ گرم از هر نمونه مکمل پروتئینی را به بطری‌های پلی‌اتیلنی ۵۰ میلی‌لیتری منتقل کرده و به هر یک ۳۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه شد. به‌منظور هضم سریع، نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت داخل آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از خروج از آون در دمای اتاق قرار داده شد تا سرد شوند. سپس محلول‌های حاصل توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون، با افزودن آب دوبار تقطیر به حجم ۴۰ میلی‌لیتر رسانده شد و تا زمان تعیین و اندازه‌گیری فلز سنگین جیوه در بطری‌های پلی‌اتیلنی نگهداری شدند (۱۳).

آنالیز آماری داده‌های آزمایشگاهی در مورد مقدار غلظت فلز سنگین جیوه در نمونه مکمل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. از طرفی به منظور ارزیابی و تعیین سمّیت جیوه در مصرف‌کنندگان مکمل‌های پروتئینی ورزشی، برآورد مقدار مصرف روزانه (Estimate Daily Intake) EDI و یا مصرف روزانه مزمن (Chronic Daily Intake) CDI در بدن مصرف‌کننده بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد (۱۹-۱۴). با کاربرد این رابطه می‌توان میزان قابل‌قبول جذب روزانه جیوه (Provisional Permissible Daily Intake) PTDI و میزان جذب هفتگی (Provisional Tolerable Weekly Intake) PTWI فلز سنگین جیوه در فرد مصرف‌کننده مکمل پروتئینی را محاسبه کرد (۱۹-۱۴).

رابطه ۱:

$$EDI\ or\ CDI = \frac{C_{metal} \times DIR}{ABW}$$

در این رابطه EDI یا CDI مقدار مصرف روزانه جیوه در افراد از طریق مصرف مکمل‌های پروتئینی ورزشی بر اساس میلی‌گرم در کیلوگرم در روز، C_{metal} بیانگر غلظت جیوه در مکمل پروتئینی ورزشی برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم، DIR (Daily Ingestion Rate) نشان‌دهنده نرخ خورده شدن یا میزان مصرف مکمل پروتئینی ورزشی در گروه مورد مطالعه بر حسب گرم در روز است که نتایج بر اساس میزان متوسط مصرف مکمل پروتئینی ورزشی برای افراد عادی، ورزشکاران معمولی و قدرتی به ترتیب معادل با ۵۶، ۱۲۰ و ۲۴۷/۵ گرم در روز لحاظ شده است (۴، ۳) و ABW (Average Body Weight) عبارت از میانگین وزن فرد مصرف‌کننده بر حسب کیلوگرم است که معمولاً برای بزرگسالان یا یک فرد بالغ، میانگین وزن بدن معادل ۷۰ کیلوگرم در

نظر گرفته می‌شود (مردان با میانگین وزنی ۷۵، زنان با میانگین وزنی ۶۵ کیلوگرم) (۱۹ – ۱۴).

به منظور برآورد و ارزیابی برآورد سیبل خطر (Target Hazard Quotient) در افراد عادی و ورزشکاران از رابطه ۲، توصیه‌شده توسط سازمان حفاظت از محیط‌زیست آمریکا استفاده شد (۲۳–۲۰).

رابطه ۲:

$$THQ = \frac{DIR \times C_{metal} \times EF \times ED}{RfDo \times BW \times AT} \times 10^{-3}$$

در این رابطه THQ بیانگر میزان خطر غیر سرطانی (بدون واحد)، DIR عبارت از متوسط مصرف روزانه مکمل پروتئینی ورزشی بر اساس گرم در روز، C_{metal} عبارت از میانگین غلظت آلاینده در نمونه (میلی‌گرم در کیلوگرم)، EF بیانگر تناوب مصرف مکمل پروتئینی ورزشی در سال (dy^{-1}) (۳۶۵ روز)، ED عبارت از تعداد سال‌هایی است که از مکمل پروتئینی ورزشی استفاده می‌شود (y)، (به طور متوسط ۲۷ سال)، ABW بیانگر وزن بدن مصرف‌کننده (کیلوگرم)، RfD شامل دوز مرجع یا مجموع مجاز جذب روزانه آلاینده (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن در روز) است که دوز مرجع(United States Environmental Protection Agency) US-EPA و (World Health Organization) WHO برای فلز جیوه به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰۰۱ و ۰/۰۰۰۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز تعیین شده است (۲۴، ۲۳، ۱۸) و AT عبارت از میانگین دوره زمانی است که فرد در طول حیات در معرض آلاینده قرار می‌گیرد (AT= 365*ED) (۲۳ – ۲۰).

شاخص خطر عبارت است از نسبت تماس یک آلاینده (دوز جذب روزانه آلاینده) به دوز مرجع RfD(Reference Dose) روزانه آن است؛ که اگر مقدار محاسباتی از یک کمتر باشد، نشان‌دهنده آن است که مصرف ماده غذایی اثر خطرناکی بر سلامتی افراد ندارد و اگر بیشتر از یک باشد بیانگر اثر خطرناک ماده بر سلامت افراد است (۲۳–۲۰). از سویی دیگر با توجه به اهمیت و میزان مصرف مکمل‌ها، حد مجاز مصرف مکمل پروتئینی ورزشی نیز محاسبه شده است. حد مجاز مصرف مکمل پروتئینی ورزشی به‌منظور ایجاد تعادل بین فواید مصرف مکمل پروتئینی ورزشی و حفظ سلامت عمومی ناشی از مصرف آن بدون عوارض سرطان‌زایی ناشی از مصرف فلزات سنگین بر اساس تعریف آژانس حفاظت از محیط‌زیست آمریکا و با استفاده از رابطه ۳ و برحسب کیلوگرم در روز تعیین شد (۱۵).

رابطه ۳:

$$CR_{lim} = \frac{RfD \times BW}{Cm}$$

در این رابطه CR_{lim} عبارت از حداکثر میزان مجاز مصرف در روز (کیلوگرم یا گرم در روز)، RfD عبارت از دوز مرجع یا مجموع مجاز جذب روزانه آلاینده (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن در روز)، BW عبارت از وزن بدن مصرف‌کننده (کیلوگرم) و C_m عبارت از غلظت ماده شیمیایی در ماده غذایی (میلی‌گرم در کیلوگرم) است (۱۵).

همچنین برای محاسبه تعداد وعده‌های مجاز مصرف ماده غذایی مکمل پروتئینی ورزشی در هر ماه از رابطه ۴ استفاده شد (۱۵):

رابطه ۴:

$$CR_{mm} = \frac{CR_{lim} \times \mathrm{Tap}}{\mathrm{Ms}}$$

در این رابطه CR_{mm}= نرخ مجاز مصرف مکمل پروتئینی (وعده در ماه)، CR_{lim} = حد مجاز مصرف مکمل (کیلوگرم در روز)، Tap= متوسط دوره زمانی (۳۰/۴۴ روز در ماه) و Ms= مقدار مصرف هر وعده (کیلوگرم) است (۱۵). توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف–اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی تعیین میانگین و انحراف معیار از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ استفاده گردیده است.

نتایج

غلظت فلز سنگین جیوه بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک در نمونه‌های مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. با استناد به نتایج حاصل، کمینه و بیشینه غلظت جیوه در نمونه‌ها به‌ترتیب برابر با ۰/۱۱ و ۰/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و میانگین غلظت این فلز نیز برابر با ۰/۰۶± ۰/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بود.

مقدار کل جیوه وارد شده به بدن افراد معمولی و ورزشکاران عادی و استقامتی از طریق مصرف مکمل‌های پروتئینی و از طرفی حد مجاز روزانه مصرف مکمل‌های پروتئینی ورزشی نیز به ترتیب در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار غلظت جیوه در نمونه‌ها (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک)

برند ۱	برند ۲	برند ۳	برند ۴	برند ۵	برند ۶	برند ۷
۰/۳۰±۰/۰۶	۰/۱۵±۰/۰۲	۰/۱۷±۰/۰۱۶	۰/۱۶±۰/۰۴	۰/۱۲±۰/۰۲	۰/۱۱±۰/۰۷	۰/۱۹±۰/۰۳

جدول ۲: مقدار جذب روزانه و هفتگی جیوه (mg/kg BW) حاصل از مصرف مکمل‌های پروتئینی

گروه‌های هدف	افراد عادی	ورزشکاران معمولی	ورزشکاران قدرتی
متوسط وزن افراد (kg)	۷۰	۸۰	۹۰
متوسط میزان مصرف روزانه مکمل‌های پروتئینی DIR (g/d)[۱]	۵۶	۱۲۰	۲۴۷/۵
متوسط میزان مصرف هفتگی مکمل‌های پروتئینی WIR (g/d)[۲]	۳۹۲	۸۴۰	۱۷۳۲/۵
میزان قابل‌قبول جذب روزانه جیوه PTDI (mg/kg-d)[۳]	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۴۷
میزان قابل‌قبول جذب هفتگی جیوه PTWI (mg/kg-w)[۴]	۰/۹۸	۱/۷۵	۳/۲۹
حداکثر میزان مجاز مصرف روزانه جیوه MACR (Kg/d)[۵]	۰/۰۴۱	۰/۰۴۷	۰/۰۵۳

۱ -Daily Ingestion Rate (DIR)

۲ -Weakly Ingestion Rate (WIR)

۳-Provisional permissible Tolerable Daily Intake (PTDI)

۴ –Provisional permissible Tolerable Weekly Intake (PTWI)

۵ - Maximum Allowable Consumption Rate (MACR)

جدول ۳: ارزیابی خطر جیوه ناشی از مصرف مکمل‌های پروتئینی ورزشی

گروه هدف	DIR[1] (g/d)	RfD[2] (mg/kg)	EDI[3] (mg/kg-d)	THQ[4]
بر اساس دوز مرجع US-EPA				
افراد عادی	۵۶	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴	۱/۴
ورزشکاران عادی	۱۲۰	۰/۰۰۰۱	۰/۲۵	۲/۵
ورزشکاران قدرتی	۲۴۷/۵	۰/۰۰۰۱	۰/۴۷	۴/۷
بر اساس دوز مرجع WHO				
افراد عادی	۵۶	۰/۰۰۰۲۳	۰/۱۴	۰/۶۱
ورزشکاران عادی	۱۲۰	۰/۰۰۰۲۳	۰/۲۵	۱/۰۸
ورزشکاران قدرتی	۲۴۷/۵	۰/۰۰۰۲۳	۰/۴۷	۲/۰۴

۱ -Daily Ingestion Rate (DIR)

۲ -Reference Dose (RfD)

۳-Estimate Daily Intake (EDI)

۴ – Target Hazard Quotient (THQ)

در جدول ۴ مقایسه مقدار جذب روزانه جیوه کل موجود در مکمل‌های پروتئینی ورزشی برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم با حداکثر میزان مجاز استانداردهای مختلف جهانی جیوه مقایسه شده است.

جدول ۴: مقایسه مقدار جذب روزانه جیوه کل (mg/kg per day) موجود در مکمل‌های پروتئینی ورزشی با حداکثر میزان مجاز استانداردهای مختلف جهانی جیوه برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم

استانداردها	حداکثر غلظت مجاز (mg/kg)	
برآورد حداکثر میزان مجاز روزانه جیوه بر اساس میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن (mg/kg)		
افراد عادی (۷۰ kg)	ورزشکاران عادی (۸۰ kg)	ورزشکاران قدرتی (۹۰ kg)
بر اساس نظر WHO	۰/۰۰۰۷۱ (mg/kg)	
۰/۰۴۵ (mg/kg)	۰/۰۵۷ (mg/kg)	۰/۰۶۴ (mg/kg)
بر اساس نظر US- EPA و US- FDA	۰/۰۰۰۴ (mg/kg)	
۰/۰۲۸ (mg/kg)	۰/۰۳۲ (mg/kg)	۰/۰۳۶ (mg/kg)
بر اساس نظر FAO/WHO (JECFA)	۰/۰۰۰۵۷ (mg/kg)	
۰/۰۴۰ (mg/kg)	۰/۰۴۶ (mg/kg)	۰/۰۵۱ (mg/kg)
میزان جذب جیوه برآورد شده در این تحقیق بر اساس میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن (mg/kg)		
۰/۱۴ (mg/kg)	۰/۲۵(mg/kg)	۰/۴۷(mg/kg)

بحث

جیوه یکی از سمّی‌ترین و خطرناک‌ترین فلزات سنگین است که در رتبه‌های بالای مواد سمّی و خطرناک برای انسان قرار داشته و از راه‌های مختلف ازجمله انتشار به محیط‌زیست و همچنین از طریق مواد غذایی نظیر مصرف ماهی و غذاهای دریایی و محصولات دارویی و غیره وارد بدن انسان‌ها می‌گردد (۲۶، ۲۵). از آنجایی‌که غذا یکی از عمده‌ترین راه‌های جذب جیوه در بدن انسان است، توجه به مصرف منابع غذایی بهداشتی و سالم از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. در این میان یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی برای ورزشکاران مصرف مکمل‌های پروتئینی در دوران مسابقات و تمرینات عادی روزانه است.

با در نظر گرفتن میزان پروتئین مصرفی روزانه در ورزشکاران که در بسیاری از موارد از میزان توصیه شده فراتر نیز می‌باشد، باید توجه ویژه‌ای به میزان آلودگی مکمل‌های پروتئینی ورزشی به‌خصوص در زمینه آلودگی فلزات سنگین صورت گیرد. به‌طور کلی خطر فلزات سنگین شامل دو نوع اثرات غیر

سرطان‌زایی و سرطان‌زایی است که بر اساس روش‌های ارزیابی خطر می‌توان احتمال و بزرگی این اثرها را به‌صورت نسبی بیان کرد. در همین راستا ارزیابی آثار غیر سرطان‌زایی بر اساس تابع نسبت و یا برآورد سیبل خطر (THQ)، بیانگر احتمال خطر قابل‌توجه در دوره زندگی فرد بر اساس مصرف ماده غذایی آلوده به فلز سنگین است (۲۳-۲۰).

با استناد به نتایج این پژوهش مقدار THQ عنصر جیوه در اثر مصرف مکمل‌های پروتئینی توسط ورزشکاران عادی و قدرتی بزرگ‌تر از یک بود (جدول ۳) که این موضوع بیان‌گر محدوده غیرقابل‌قبول جیوه در این مکمل‌ها و بروز مخاطره سلامت غیر سرطانی برای ورزشکاران است.

با توجه به دوز مرجع توصیه شده برای فلز جیوه توسط EPA، حداکثر میزان مجاز جذب روزانه این فلز برای افراد ورزشکار با وزن متوسط ۷۰، ۸۰ و ۹۰ کیلوگرم به ترتیب، معادل با ۰/۰۰۷، ۰/۰۰۸ و ۰/۰۰۹ میلی‌گرم تعیین می‌شود؛ بنابراین همان‌گونه که در یافته‌های این پژوهش ملاحظه شد با توجه به غلظت جیوه در نمونه‌ها و مقدار مصرف روزانه مکمل‌های پروتئینی ورزشی توسط ورزشکاران، میزان جذب روزانه جیوه از حد مجاز روزانه تجاوز کرده و نشان‌دهنده نواخته شدن زنگ خطر برای مصرف‌کنندگان این مکمل‌های پروتئینی ورزشی است. همچنین مقدار PTWI متیل جیوه بر اساس توصیه سازمان بهداشت جهانی، سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا و استاندارد کمیته کارشناسی مواد افزودنی غذا (The Joint FAO/WHO Expert JESFA (Committee on Food Additives توسط سازمان خواربار جهانی(Food and FAO (Agriculture Organization و سازمان بهداشت جهانی (WHO) در سال ۲۰۱۰ میلادی به ترتیب ۰/۰۰۱۶، ۰/۰۰۰۷ و ۰/۰۰۴ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن تعیین شده است که میزان روزانه آن معادل با ۰/۰۰۰۵۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن است (۲۴)؛ بنابراین مقدار PTDI و PTWI برای یک فرد با وزن متوسط ۷۰ کیلوگرم به‌ترتیب معادل با ۰/۰۴ و ۰/۲۸ میلی‌گرم، برای یک ورزشکار معمولی با متوسط وزن ۸۰ کیلوگرم معادل با ۰/۰۴۶ و ۰/۳۲ میلی‌گرم و برای یک ورزشکار استقامتی و مقاومتی با متوسط وزن ۹۰ کیلوگرم معادل با ۰/۰۵۱ و ۰/۳۶ میلی‌گرم تعیین می‌شود. در نتیجه همان‌گونه که از نتایج این تحقیق استنباط می‌شود میزان جذب روزانه و هفتگی جیوه در تمامی مصرف‌کنندگان مکمل‌های پروتئینی ورزشی آزمایش شده در این پژوهش از میزان استانداردهای توصیه‌شده فراتر بوده و نشان‌دهنده میزان خطر جیوه برای مصرف‌کنندگان این مکمل‌های پروتئینی است. PTWI میزان حداکثر جذب هفتگی، تخمینی از میزان جذب آلودگی فلزات سنگین است که در طول دوران زندگی افراد بدون خطر تعیین شده و توسط سازمان‌های جهانی نظیر سازمان بهداشت جهانی از طریق مصرف مواد غذایی آلوده دریافت و قابل تحمل است. دریافت میزان هفتگی فلزات سنگین بالاتر از مقدار تعیین شده حداکثر جذب هفتگی قابل تحمل، با توجه به خاصیت پایداری و تجمع یافتن آن‌ها در بدن موجودات عامل بوجود آمدن صدمات و خطرات بهداشتی مهمی بر سلامت انسان در طول عمر است.

مقایسه مقادیر غلظت جیوه محاسبه‌شده روزانه و هفتگی در مکمل‌های پروتئینی موردمطالعه در این پژوهش با مقادیر توصیه‌شده توسط سازمان‌های جهانی بیانگر آن است که مصرف طولانی‌مدت این

مکمل‌ها توسط افراد عادی و ورزشکاران خطر سلامتی را برای آن‌ها به همراه دارد.

با توجه به این که میزان غلظت جیوه در نمونه مکمل‌های پروتئینی ورزشی در این پژوهش، برای اولین بار در ایران مورد سنجش قرار گرفته است؛ بنابراین امکان مقایسه آن با مقادیر گزارش‌شده در موارد مشابه امکان‌پذیر نیست. از سویی دیگر مطالعات علمی مشابه ازاین‌دست نیز در منابع خارجی بسیار محدود بوده است و بر همین مبنا مقایسه اندکی با یافته‌های تحقیقات مشابه صورت پذیرفته است.

بر اساس تحقیقات Sabrina و همکاران در ایتالیا میزان فلز سنگین جیوه تعیین‌شده در مکمل غذایی کراتین مورد مطالعه کمتر از یک میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد شد (۲۷). همچنین Maughan در پژوهش خود به بررسی کیفیت مکمل‌های ورزشی از جمله مکمل‌های پروتئینی در نیویورک آمریکا نمود و اعلام کرد که غلظت عناصر آرسنیک، کادمیوم و جیوه از سطح ایمنی فراتر بوده است؛ اما میزانی برای این عناصر بیان نشده است تا با نتایج این پژوهش مورد مقایسه قرار گیرد (۲۸). از سویی دیگر بر اساس گزارش مکتوب در مجله Consumer Reports در سال ۲۰۱۰ در بررسی تعدادی از مکمل‌های پروتئینی ورزشی مورد استفاده در آمریکا مشخص شده است که برخی از این مکمل‌ها از میزان بالاتر از حد استاندارد فلزات سنگین برخوردار هستند. بر اساس گزارش ارائه شده میزان جیوه برآورد شده از ۰/۲ تا ۱/۱ میکروگرم در ازای متوسط ۳ بار مصرف روزانه از این مکمل‌ها متغیر بوده است که از حد مجاز مصرف روزانه پایین‌تر است (۲۹).

هر چند مکمل‌های پروتئینی با تأمین پروتئین مرغوب و با ارزش زیستی بالا، از یک‌سو به عضله‌سازی و افزایش حجم و توده عضلانی کمک می‌کنند و از سوی دیگر در دوران مسابقات و تمرینات شدید از تحلیل بافت‌ها جلوگیری کرده و بازتوانی را سرعت می‌بخشند؛ اما در میزان مصرف مکمل‌های پروتئینی، نحوه مصرف و انتخاب درست آن‌ها بر اساس نیاز ورزشکار در هر مرحله از فعالیت ورزشی باید برنامه‌ریزی مناسب لحاظ شود. با استناد به نتایج این پژوهش حداکثر میزان مصرف مجاز روزانه این مکمل‌های پروتئینی برای افراد عادی، ورزشکاران معمولی و ورزشکاران استقامتی و بدن‌سازان به‌ترتیب ۴۱، ۴۷ و ۵۳ گرم توصیه می‌شود تا از خطرات حاصل از ورود جیوه به بدن ورزشکاران و اثرات آن کاسته شود.

از جمله محدودیت‌های این تحقیق علاوه بر کمبود منابع علمی قابل دسترس که به طور مستقیم به موضوع موردمطالعه مربوط باشد، می‌توان به عدم وجود آمار در خصوص میزان دقیق مصرف مکمل-های پروتئینی ورزشی و تعیین دقیق ارزیابی مخاطره جیوه حاصل از مصرف این مکمل‌ها با توجه به میزان مصرف در جامعه هدف در کشور اشاره نمود؛ اما محققین نهایت تلاش خود را برای جمع‌آوری صحیح اطلاعات و بر اساس استانداردهای توصیه شده انجام دادند. همچنین به دلیل محدودیت بودجه امکان بررسی تمامی نمونه‌های مکمل‌های پروتئینی ورزشی مصرفی ورزشکاران فراهم نشد. پیشنهاد می‌گردد که با توجه به اهمیت سلامت ورزشکاران، مطالعات آینده با تعیین دقیق میزان مصرف مکمل‌ها در جوامع هدف مختلف و بررسی میزان فلزات سنگین مختلف در مکمل‌های پروتئینی مورد بررسی به خوبی موردسنجش و ارزیابی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

مصرف مکمل‌های پروتئینی مسیری برای قرار گرفتن ورزشکاران و سایر مصرف‌کنندگان این قبیل ترکیبات در معرض فلزات سنگین مانند جیوه است که می‌تواند سلامت گروه‌های هدف را مورد تهدید قرار دهد. بر اساس یافته‌های این پژوهش پتانسیل خطر جیوه برای همه گروه‌های مصرف‌کننده از مکمل‌های پروتئینی ورزشی بالاتر از یک بود که احتمالاً بیانگر بروز اثرات سوء ناشی از مصرف مکمل‌های پروتئینی ورزشی است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم بوده و نویسندگان مقاله لازم می‌دانند از حوزه معاونت پژوهش دانشگاه و تمامی عزیزانی که برای انجام این پژوهش مساعدت نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

References

1. Maughan RJ. Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. J Sports Sci 2005;23(9):883-9.
2. Pasiakos SM, Lieberman HR, McLellan TM. Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: a systematic review. Sports Med 2014;44(5):655-70.
3. Phillips SM, Van Loon LJ. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. J Sports Sci 2011;29 Suppl 1:S29-38.
4. Phillips SM. Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. Br J Nutr 2012;108 Suppl 2:S158-67.
5. Brill JB, Keane MW. Supplementation patterns of competitive male and female bodybuilders. Int J Sport Nutr 1994;4(4):398-412.
6. Burke LM, Read RS. Dietary supplements in sport. Sports Med 1993;15(1):43-65.
7. Sobal J, Marquart LF. Vitamin/mineral supplement use among athletes: a review of the literature. Int J Sport Nutr 1994;4(4):320-34.
8. Smith-Rockwell M, Nickols-Richardson SM, Thye FW. Nutrition knowledge, opinions, and practices of coaches and athletic trainers at a division 1 university. Int J Sport Nutr Exerc Metab 2001;11(2):174-85.
9. Kristiansen M, Levy-Milne R, Barr S, Flint A. Dietary supplement use by varsity athletes at a Canadian university. Int J Sport Nutr Exerc Metab 2005;15(2):195-210.
10. Moret S, Prevarin A, Tubaro F. Levels of creatine, organic contaminants and heavy metals in creatine dietary supplements. Food Chemistry 2011;126(3):1232-8.
11. Ayotte C, Levesque JF, Cle roux M, Lajeunesse A, Goudreault D, Fakirian A. Sport nutritional supplements: quality and doping controls. Can J Appl Physiol 2001;26 Suppl:S120-9.
12. Pipe A, Ayotte C. Nutritional supplements and doping. Clin J Sport Med 2002;12(4):245-9.
13. Helrich K. Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists; 2000. [cited 2016 Jul 10] Availabe from: https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf
14. Goldblum DK, Rak A, Ponnapalli MD, Clayton CJ. The Fort Totten mercury pollution risk assessment: a case history. J Hazard Mater 2006;136(3):406-17.
15. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories, volume 2: Risk assessment and fish consumption limites. 3th ed. Washington, D.C; 2000. [cited 2016 Jul 10] Available from: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/volume2.pdf
16. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Risk Characterization Handbook. Washington DC: United States Environmental Protection Agency; 2000. [cited 2016 Jul 10] Available from: https://www.epa.gov/risk/risk-characterization-handbook.pdf
17. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Exposure factors handbook. National Center for Environmental Assessment. Washington, DC, USA: Office of Health and Environmental Assessment; 2009. [cited 2016 Jul 10] Available from: https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252.
18. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Concepts, methods and data sources for cumulative health risk assessment of multiple chemicals, exposures and effects: A resource document. ORD, NCEA, Cincinnati, OH. Washington DC: United

States Environmental Protection Agency; 2007. [cited 2016 Jul 15] Available from: https://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=474337
19. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I. Office of Emergency and Remedial Response U.S. Washington, D.C: Environmental Protection Agency; 1989. [cited 2016 Jul 15] Available from: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/rags_a.pdf
20. Zhuang P, McBride MB, Xia H, Li N, Li Z. Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China. Sci Total Environ 2009;407(5):1551-61.
21. Hough LR, Breward N, Young SD, Crout NMJ, Tye AM, Moir AM, et al. Assessing potential risk of heavy metal exposure from consumption of home-produced vegetables by urban populations.. Environ Health Perspect 2004; 112(2): 215–21.
22. Chary NS, Kamala CT, Raj DS. Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. Ecotoxicol Environ Saf 2008;69(3):513-24.
23. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Risk-based concentration table. Philadelphia PA: United States Environmental Protection Agency, Washington DC; 2000.
24. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO/WHO. List of maximum levels recommended for contaminants by the Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2016. [cited 2016 Jul 20]. Availabe from: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/
25. Golpayegani A, Hashemi M, Parastar S, Khanjani N, Parvaresh M, Farsani MH, Noori A. Occupational and Environmental exposure to mercury in Iran: a systematic review. J Health Dev 2014; 3(4):351-68. Persian
26. Khoshnamvand M, Mojodi F, Khosravi R. Measurement and Comparison of Mercury Concentration in Different Length Groups of Common Carp Muscle Tissue from the Shadegan Wetland. J Health Dev 2016; 5 (1):45-57. Persian
27. Sabrina M, Prevarin A, Tubaro F. Levels of creatine, organic contaminants and heavy metals in creatine dietary supplements. Food Chemistry. 2011: 126(3):1232-8.
28. Maughan RJ. Quality assurance issues in the use of dietary supplements, with special reference to protein supplements. J Nutr 2013;143(11):1843S-47S.
29. Consumer Reports.org. Protein drinks [cited 2016 May 26]. Available from: http://www.consumerreports.org/cro/2012/04/protein-drinks/index.htm.

Journal of Health & Development Original Article

Vol. 6, No. 3, Autumn 2017 Received: 03.08.2016 Accepted: 16.04.2017

Health Risks of Mercury form Consumption of Protein Supplements among Athletes

Esmaeil Fard[1], Omid Tabiee[2], Mohammad Javad Nowroznejad Fard[3]

Abstract

Background: The aim of this study was to determine the concentration of mercury in protein supplements and health risks of their consumption in athletes. In this research, the health risk of consumption of protein supplements was investigated by measuring the concentration of mercury in the supplements consumed by athletes.

Methods: In this study, 7 famous brands of protein supplements were purchased from sport shops in Shiraz city and the concentration of mercury was measured using ICP atomic absorption spectrophotometer and cold vapor technique with three replicates for each sample. Eventually, SPSS software version 21 was used to analyze the data.

Results: Mean concentration of mercury in protein supplements was 0.17± 0.06 mg/kg dry weight, which was less than the permitted amount determined by the USEPA, WHO, FDA and the JECFA. Moreover, THQ Index was calculated as more than 1 in the samples.

Conclusion: The results of this research showed that consumption of protein supplements is a threat to the health of athletes and other consumers in regard to mercury accumulation. Therefore, special cautions should be taken in consumption of protein supplements by athletes.

Keywords: Health Risk, Mercury, Protein Supplements, Athletes

1- MSc Student, Young Researchers and Elite Club, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran
2- Lecturer, Department of Environmental Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Biology, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran
Corresponding Author: Omid Tabiee **Email:** Tabiee@iaua.ac.ir
Address: Islamic Azad University, Arsanjan, Fars, Iran
Tel: 071-43523907-12 **Fax:** 071-43522483