

مجله دانشگاه علوم پزشکی قم
دوره دوم، شماره سوم پاییز ۸۷

مقایسه ارزش پروتئینی یک نمونه غذای صنعتی کودک (سرلاک) با غذای خانگی (بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا) و استاندارد کازئین در موش‌های صحرایی نر

ذات‌اله عاصمی*، محسن تقی‌زاده**، هدی احمري طهران***

*کارشناس ارشد تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران.

**مربی تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران.

***مربی مامایی، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

چکیده

زمینه و هدف

کیفیت پروتئینی مواد غذایی و ارزیابی آن به دلایل بیولوژیک و اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مطالعه با هدف مقایسه ارزش پروتئینی سرلاک بر پایه گندم (غذای صنعتی کودک) با غذای خانگی (بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا) و استاندارد کازئین در موش‌های صحرایی انجام گرفت.

روش بررسی

تحقیق تجربی روی ۶۴ موش صحرایی نر (Wistar) ۲۱ روزه انجام گرفت. موش‌ها در گروه‌های ۸ تایی تحت ۸ رژیم غذایی شامل: دو رژیم تست (سرلاک و غذای خانگی)، یک رژیم استاندارد (کازئین همراه متیونین) و یک رژیم پایه (بدون پروتئین) برای مطالعه قابلیت حقیقی هضم پروتئین (True Protein Digestibility=TPD) و دو رژیم تست، یک رژیم استاندارد و یک رژیم پایه برای مطالعه نسبت خالص پروتئین (Net Protein Ratio=NPR) و نسبت کارایی پروتئین (Protein Efficiency Ratio=PER) قرار داده شدند. به منظور محاسبه NPR و PER مقدار پروتئین دریافتی و افزایش وزن حیوانات تعیین گردید و جهت محاسبه TPD، مقدار ازت دریافتی و ازت دفعی حیوانات تعیین شد. معنی‌داری اختلاف میانگین TPD، NPR و PER بین گروه‌ها از طریق آزمون واریانس ANOVA همراه با آزمون توکی بررسی شد.

یافته‌ها

میانگین شاخص TPD $92/8 \pm 4$ و 87 ± 8 و $85/4 \pm 3/2$ و $4/3 \pm 0/4$ ، $4/3 \pm 0/9$ و $4/3 \pm 0/6$ و $3/8 \pm 0/2$ PER، $3 \pm 0/4$ و $2/5 \pm 0/1$ و $1/7 \pm 0/1$ به ترتیب برای پروتئین کازئین همراه متیونین، سرلاک و غذای خانگی بود. اختلاف میانگین TPD و PER بین گروه‌ها معنی‌دار است ($P < 0/05$). گروه‌ها از نظر میانگین NPR اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند.

نتیجه‌گیری

یافته‌ها نشان می‌دهند که TPD و PER غذای خانگی در مقایسه با سرلاک پایین ولی از نظر NPR قابل قبول است.

کلید واژه‌ها: پروتئین؛ سرلاک؛ ماکارونی؛ سویا.

نویسنده مسئول مکاتبات: دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی: asemi_z@yahoo.com

تلفن: ۰۹۱۳۳۶۱۵۴۴۶

تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱۸

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۲۵

مقدمه

(Efficiency Ratio=PER Protein) و نسبت کارایی غذا (Food Efficiency Ratio=FER) به عنوان روش‌های مناسب برای تعیین کیفیت پروتئین پیشنهاد می‌شوند (۲،۱۲). میزان TPD سرلاک و مخلوط آرد گندم همراه سویا با نسبت مساوی ۹۰/۸ و ۹۲ (۲،۷) و میزان NPR غذای خانگی (بر پایه مخلوط مناسب غلات و حبوبات) ۲/۵۲ (۱) و میزان PER سرلاک و غذای خانگی (بر پایه مخلوط مناسب غلات و حبوبات) ۲/۱ و ۲/۵۲ (۱،۲) گزارش شده است. با این همه، تاکنون این روش‌ها در ایران بر روی غذای خانگی بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. از این رو، نظر به اهمیت ارزش کیفی پروتئین در مواد غذایی به خصوص در خانواده‌های کم درآمد، ارزیابی روش‌های پیشنهادی با توجه به دقت و قابل اجرا بودن آن‌ها در کشور ضروری است و در آینده می‌تواند از موارد کنترل کیفی محصولات به شمار آید. بنابراین تحقیق حاضر با هدف مقایسه ارزش پروتئینی یک نمونه غذای صنعتی کودک (سرلاک بر پایه شیر خشک و گندم) با یک نمونه غذای خانگی (بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا) و استاندارد کازئین در موش‌های صحرایی نر در سال ۱۳۸۶ در دانشگاه علوم پزشکی کاشان انجام شد.

روش بررسی

تحقیق به روش تجربی بر روی ۶۴ موش صحرایی نر Rat از نژاد Wistar در محدوده سن از شیرگیری (۲۱ روزه) که از انستیتو پاستور (شعبه کرج) خریداری شده بود انجام گرفت. ابتدا نمونه‌های ماکارونی و سویا از نظر میزان رطوبت، چربی، فیبر، خاکستر و پروتئین با روش‌های آزمایشگاهی (۱۴) تجزیه و تحلیل شد تا بر اساس مواد موجود، برای تهیه رژیم‌های غذایی تجربی به کار گرفته شود. برای اندازه‌گیری پروتئین ابتدا مقدار ازت با روش آزمایشگاهی کجلدال تعیین گردید (مقدار مشخصی از نمونه را هضم نموده، سپس ازت به روش تقطیر استخراج و از طریق فرمول مربوطه مقدار آن محاسبه گردید) و در نهایت برای محاسبه پروتئین، مقدار ازت به دست آمده در ضریب ۶/۲۵ ضرب شد. در زیست‌آزمون TPD و AD چهار رژیم تست، استاندارد و رژیم پایه و در زیست‌آزمون‌های NPR، PER و FER (شرایط مطالعه PER و FER مشابه NPR می‌باشد با این تفاوت که طول مدت مطالعه PER، ۲۸ روز و همچنین فاقد رژیم بدون پروتئین است) چهار رژیم تجربی تست (سرلاک و غذای خانگی بر پایه مخلوط ۵۰٪ پروتئین ماکارونی و ۵۰٪ سویا)، استاندارد (کازئین همراه متیونین) و رژیم پایه (بدون پروتئین) مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به ترکیب غذاهای کودک، مقادیر مواد غذایی و مواد

تغذیه کودک با غذاهای کمکی زمانی که شیر مادر به تنهایی نمی‌تواند نیازهای تغذیه‌ای را تأمین نماید آغاز می‌شود (۱). کمبودهای تغذیه‌ای در دوران کودکی منجر به کاهش رشد می‌گردد. اختلال تغذیه‌ای در دوران کودکی عامل اصلی ایجاد کواشیورکور و ماراسموس می‌باشد (۲). به دلیل تکامل قدرت بلع شیرخوار، مناسب‌ترین زمان جهت ارایه غذاهای نیمه جامد، ۴-۶ ماهگی است (۳). بنابراین در صورتی که بعد از سن مذکور تغذیه کمکی شروع نشود رشد کودک کاهش می‌یابد (۲). در کشورهای در حال توسعه رژیم‌های تکمیلی، عمدتاً شامل غلات و حبوبات به همراه پروتئین‌های حیوانی است. به دلیل قیمت بالای پروتئین‌های حیوانی، اقداماتی در جهت یافتن سایر منابع جایگزین پروتئین، از قبیل منابع گیاهی صورت گرفته است (۱). در مناطقی که غلات غذای اصلی است، غذاهای کمکی سنتی (منبع اصلی غذایی پروتئین و کالری در کودکان) به طور عمده از ذرت، گندم، جو، برنج و غیره تهیه می‌شوند. کیفیت پروتئینی این ترکیبات در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی پایین‌تر است (۴). غلات دارای اسید آمینه‌های لیزین و تریپتوفان پایین و اسیدهای آمینه گوگردار از قبیل متیونین و سیستئین کافی هستند (۱،۵). برعکس حبوبات دارای اسید آمینه‌های گوگردار از قبیل متیونین و سیستئین پایین و مقدار کافی لیزین و تریپتوفان می‌باشند (۱). بنابراین در اثر ترکیب یک نوع غلات با حبوبات مناسب کیفیت پروتئینی آن افزایش می‌یابد (۶). از طرف دیگر استفاده بهینه از پروتئین مورد نیاز بدن تابع قابلیت هضم و الگوی اسیدهای آمینه ضروری است (۷). از این رو تعیین کیفیت پروتئین و ارزیابی مواد غذایی مورد مصرف در برنامه‌ریزی‌های تغذیه‌ای به لحاظ بیولوژیک ضروری است (۸). همچنین فرآوری مواد غذایی بر الگو و زیست‌فراهمی اسیدهای آمینه، که در نهایت بر کیفیت پروتئین محصول تأثیر می‌گذارد، لازم می‌باشد (۹). بنابراین، استفاده از روش‌های دقیق، حساس، سریع و قابل اجرا جهت تعیین کیفیت پروتئینی مواد غذایی ضروری به نظر می‌رسد. این روش‌ها باید قابلیت هضم حقیقی پروتئین و کارایی پروتئین مورد استفاده را اندازه‌گیری کند (۱۱، ۱۰، ۱). به طور کلی، ارزیابی کیفیت پروتئین‌ها شامل روش‌های بیولوژیک، میکروبیولوژیک، شیمیایی و تلفیقی است. در بین روش‌های موجود، ارزیابی قابلیت حقیقی هضم پروتئین (True Protein Digestibility=TPD)، قابلیت هضم ظاهری (Apparent Digestibility=AD)، نسبت خالص پروتئین (Net Protein Ratio=NPR)، نسبت کارایی پروتئین

تفاوت بین میانگین‌های وزنی بلوک‌ها با یکدیگر، در محدوده ۰/۵ گرم قرار داشت (۲۰۱۲، ۱۵).

تعیین TPD و AD به مدت ۹ روز به طول انجامید که ۴ روز اول آن دوره مقدماتی و ۵ روز پایانی، دوره تعادلی بود. در طول دوره آزمون، غذای حیوانات به ۱۵ گرم در روز (بر اساس ماده خشک) محدود شد، اما آب به طور آزادانه در اختیار موش‌ها قرار گرفت. پس از پایان دوره تعادلی، غذاهای ریخته شده به مدت ۳ روز در معرض هوا بود. سپس مقدار ازت دریافتی توسط هر موش محاسبه گردید. نمونه‌های مدفوع نیز در ظروف شیشه‌ای به مدت ۳ روز در درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و مقدار ازت تعیین شد (۲، ۷، ۱۲) (۲۲-۱۶). محاسبه TPD به کمک رابطه

$$TPD = \frac{Ni - NF1 - NF2}{Ni} \times 100$$

انجام گرفت که در آن Ni معرف دریافت ازت موش‌های گروه تست، NF₁ ازت دفع شده در مدفوع گروه تست و NF₂ ازت دفع شده در مدفوع گروه پروتئین است. محاسبه AD به کمک رابطه $AD = \frac{Ni - NF1}{Ni} \times 100$ صورت گرفت. (۲، ۱۲). برای تعیین NPR آب و غذا به مدت ۱۴ روز به صورت آزادانه در اختیار حیوانات قرار داده شد و غذای ریخته شده در هر قفس، پس از جمع‌آوری به طور مجزا در ظروف پلاستیکی در دمای اتاق نگهداری شد. در پایان مقدار پروتئین دریافتی توسط هر موش محاسبه و NPR هر یک از منابع پروتئینی تست و استاندارد با استفاده از رابطه زیر برای هر موش گزارش گردید (۱۵، ۱۸، ۱۲، ۲).

NPR=

$$\frac{\text{میانگین کاهش وزن گروه بدون پروتئین (g) + افزایش وزن گروه تست یا استاندارد (g)}}{\text{میانگین مقدار پروتئین دریافتی گروه بدون پروتئین (g) - وزن پروتئین مصرفی گروه تست یا استاندارد (g)}}$$

برای تعیین PER و FER غذا و آب بدون محدودیت در اختیار موش‌ها قرار داده شد. موش‌ها تحت رژیم‌های غذایی ۳ گانه (سرلاک، غذای خانگی و کازئین همراه متیونین) تغذیه شده و بعد از ۴ هفته وزن شدند و افزایش وزن در طی این دوره ثبت گردید سپس PER با تقسیم میزان افزایش وزن بدن (به گرم) بر مقدار پروتئین مصرفی (به گرم) (۱۳، ۱۵، ۲۳، ۲۴، ۱۲، ۲) و FER با تقسیم میزان افزایش وزن بدن (به گرم) بر مقدار غذای مصرفی (به گرم) محاسبه شد (۲، ۱۲).

میانگین NPR، TPD، AD، PER و FER گروه کازئین همراه متیونین با غذاهای کودک در داخل نمونه‌ها تعیین و از آنالیز واریانس ANOVA همراه با آزمون توکی (Tukey) جهت مقایسه بین گروه‌های مورد و استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. در تمام آزمون‌ها $P < 0/05$ معنی‌دار تلقی شد.

یافته‌ها

این تحقیق بر روی ۶۴ موش صحرایی نر در هشت گروه ۸ تایی

مغذی اصلی برای رژیم تجربی پایه تنظیم گردید (جدول شماره ۱). در طول انجام آزمایش، درجه حرارت 2 ± 22 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حیوان‌خانه ۷۰-۵۰٪ ثابت نگه داشته شد. هم‌چنین موش‌ها در قفس‌های مجزا قرار گرفتند. فاصله محل استقرار موش‌ها با کف قفس، به کمک توری‌هایی که برای این مطالعه ساخته شده بود حفظ گردید، تا بدین ترتیب امکان مدفوع‌خواری از حیوانات سلب شود. به علاوه در کف قفس کاغذ صافی با قابلیت بالای جذب آب قرار داده شد، تا حداکثر ممانعت از آغستگی مواد غذایی ریخته شده و مدفوع موش‌ها با ادرار صورت گیرد (۲، ۵، ۱۲).

جدول شماره ۱: مواد اولیه برای تهیه رژیم‌های غذایی تجربی (گرم در ۱۰۰ گرم)

اجزای رژیم غذایی	سرلاک	ماکارونی + سویا	کازئین + متیونین	بدون پروتئین
کازئین	۰	۰	۹/۳	۰/۲
سرلاک بر پایه گندم	۵۳/۴	۰	۰	۰
ماکارونی با آرد نول	۰	۴۵/۴	۰	۰
سویای سبحان	۰	۹/۸	۰	۰
شکر	۵	۵	۵	۵
روغن ذرت ^۱	۴/۷	۹/۴	۱۰	۱۰
ویتامین‌ها	۱	۱	۱	۱
املاح	۴	۴	۴	۴
فیبر (سلولز) ^۲	۴/۴	۴/۵	۵	۵
L-متیونین	۰	۰	۰/۳	۰
کولین کلراید	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
نشاسته ذرت	۲۷/۳	۲۰/۶	۶۵/۲	۷۴/۶

- ۱- بر اساس موجودی چربی پروتئینی و نشاسته، برای دستیابی به سطح ۱۰٪ چربی در رژیم نهایی تنظیم شده است.
- ۲- بر اساس موجودی فیبر غیرمحلول منابع پروتئینی و نشاسته، برای دستیابی به سطح فیبر ۵٪ در رژیم نهایی تنظیم شده است.

موش‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، آزادانه به مدت ۶ روز (دوره خوگیری: Acclimation Period) تحت تغذیه با غذای تجارتي قرار داده شدند. پس از مدت مزبور موش‌ها به طور تصادفی به هشت گروه ۸ تایی، هر گروه شامل دو بلوک و هر بلوک شامل ۴ موش (از مجموع ۶۴ موش اولیه) تقسیم شدند (چهار گروه کازئین همراه متیونین، بدون پروتئین، سرلاک و مخلوط ماکارونی همراه سویا برای زیست آزمون TPD و AD و چهار گروه کازئین همراه متیونین، بدون پروتئین، سرلاک و مخلوط ماکارونی همراه سویا برای زیست آزمون PER، FER و NPR). تقسیم موش‌ها با توجه به نتایج مطالعات مشابه در بلوک‌ها به گونه‌ای بود که در نهایت،

انجام گرفت. میانگین و انحراف معیار غذا و پروتئین دریافتی، مدفوع و پروتئین دفعی در گروه‌های مورد مطالعه برای تعیین AD و TPD در جدول شماره ۲، ارایه شده است. اختلاف میانگین غذا و پروتئین دریافتی، مدفوع، پروتئین دفعی، AD و TPD بین سه گروه کازئین همراه متیونین (گروه ۱)، سرلاک (گروه ۲) و غذای خانگی (گروه ۳) از نظر آماری معنی‌دار بود. بر اساس آزمون توکی در مورد غذای دریافتی، پروتئین دریافتی، مقدار مدفوع و دفع پروتئین مدفوع اختلاف بین گروه‌های ۱ با ۲ و ۲ با ۳، و برای AD و TPD بین گروه ۱ با ۳ از نظر آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$). میانگین ازت دفعی گروه بدون پروتئین ۰/۱۴ گرم بود.

جدول شماره ۲: میانگین و انحراف معیار غذا و پروتئین دریافتی، مدفوع و پروتئین دفعی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین هضم پروتئین در دوره تعادلی

TPD	AD	میانگین (گرم)				شاخص‌های آماری
		گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه‌ها	
۹۲/۸±۴	۸۹/۸±۴/۳	۰/۴±۰/۱	۴/۵±۰/۸	۴/۵±۰/۹	۴۶/۶±۹/۳	کازئین + متیونین
۸۷ ±۸	۸۲/۲±۸/۹	۰/۵±۰/۲	۳±۰/۹	۲/۸±۰/۶	۳۵ ±۷/۴	سرلاک
۸۵/۴±۳/۲	۸۲/۷±۲/۸	۰/۸±۰/۲	۴/۳±۱/۲	۴/۶±۰/۸	۴۷/۵±۸/۷	غذای خانگی
P=۰/۰۱	P=۰/۰۱	P=۰/۰۰۴	P=۰/۰۱	P<۰/۰۰۰۱	P=۰/۰۱	نتیجه آزمون

در جدول شماره ۳ میانگین و انحراف معیار افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین NPR در دوره ۱۴ روزه ارایه شده است. اختلاف میانگین افزایش وزن و پروتئین دریافتی بین سه گروه کازئین همراه متیونین، سرلاک و غذای خانگی از نظر آماری معنی‌دار ولی میانگین غذای دریافتی و NPR معنی‌دار نبود. بر اساس آزمون توکی در مورد افزایش وزن اختلاف بین گروه‌های ۱ با ۲ و ۲ با ۳، پروتئین دریافتی بین گروه‌های ۱ با ۲ و ۲ با ۳ از نظر آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده شده است ($P < 0.05$). میانگین کاهش وزن گروه بدون پروتئین ۲۱ گرم بود.

جدول شماره ۳: میانگین و انحراف معیار افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین NPR در دوره ۱۴ روزه

NPR	پروتئین دریافتی (گرم)	غذا دریافتی (گرم)	افزایش وزن (گرم)	شاخص‌های آماری
				گروه‌ها
۴/۳ ± ۰/۹	۱۳/۵±۱/۴	۱۳۷/۰±۱۴/۱	۳۵/۵±۱۰/۶	کازئین + متیونین
۳ ± ۰/۹	۹ ± ۱/۴	۱۱۲/۶ ± ۱۸/۶	۱۶/۹±۵/۴	سرلاک
۳/۸±۰/۶	۱۲/۸±۲/۳	۱۳۱/۳±۲۴/۴	۲۳/۳ ± ۸/۶	غذای خانگی
NS*	P<۰/۰۰۰۱	NS*	P=۰/۰۰۱	نتیجه آزمون

*NS: Not Significant

در جدول شماره ۴ میانگین و انحراف معیار افزایش وزن، غذا و

پروتئین دریافتی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین FER و PER در دوره ۲۸ روزه ارایه شده است. اختلاف میانگین افزایش وزن، غذا، FER و PER بین سه گروه کازئین همراه متیونین، سرلاک و غذای خانگی از نظر آماری معنی‌دار بود. بر اساس

آزمون توکی در مورد افزایش وزن و FER اختلاف بین گروه‌های یک با دو و یک با سه، پروتئین دریافتی بین گروه‌های یک با دو و دو با سه و PER بین سه گروه از نظر آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ($P < 0.05$).

جدول شماره ۴: میانگین و انحراف معیار افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین FER و PER در دوره ۲۸ روزه

گروه‌ها	شاخص‌های آماری	افزایش وزن (گرم)	غذا دریافتی (گرم)	پروتئین دریافتی (گرم)	FER	PER
کازئین + متیونین	۹۰/۵ ± ۱۵/۲	۲۹۷/۱ ± ۲۷/۲	۲۹/۳ ± ۲/۷	۴/۱ ± ۰/۳	۳ ± ۰/۲	
سرلاک	۵۵/۶ ± ۱۱/۲	۲۶۹/۲ ± ۲۵/۸	۲۱/۵ ± ۲	۴/۹ ± ۰/۹	۲/۵ ± ۰/۴	
غذای خانگی	۵۰/۴ ± ۱۰/۵	۲۸۸/۴ ± ۴۳/۸	۲۸/۲ ± ۴/۲	۵/۷ ± ۰/۶	۱/۷ ± ۰/۱	
نتیجه آزمون	P < ۰/۰۰۰۱	NS*	P < ۰/۰۰۰۱	P < ۰/۰۰۰۱	P < ۰/۰۰۰۱	P < ۰/۰۰۰۱

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان داد که نمونه پروتئین غذای خانگی بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا از ارزش کیفی پایین‌تری نسبت به کازئین و غذای صنعتی کودک (سرلاک) دارد. میزان TPD به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا و سرلاک $۳/۲ \pm ۸۵/۴$ و ۸ ± ۸۷ بود. در حالی که سایر محققان میزان آن را برای سویای گرانوله ۸۶ (۷)، سویای ایزوله ۹۵ (۷)، مخلوط سویا همراه آرد گندم ۹۲ (۷)، سرلاک ۹۰/۸ (۲) و ۹۴ (۱۴) گزارش کرده‌اند که تقریباً مشابه با این تحقیق بود. میزان TPD برای پروتئین کازئین همراه متیونین در این تحقیق $۹۲/۸ \pm ۴$ مشخص گردید. در حالی که سایر محققان میزان آن را $۹۶ (۱۵)$ ، $۹۹ (۵)$ و $۹۲ (۲)$ گزارش کرده‌اند که مشابه با این تحقیق بود. به عبارت دیگر فاکتورهای اصلی که موجب تفاوت مقدار TPD کازئین و غذای خانگی و صنعتی کودک می‌شود مربوط به مقدار پروتئین دریافتی و دفعی گروه‌های تست است. قابلیت هضم واقعی منابع پروتئینی تحت تأثیر عوامل متعددی است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: ۱- نوع پروتئین: پروتئین‌های گیاهی کمتر از پروتئین‌های حیوانی هضم و جذب می‌شوند که ناشی از محصور بودن پروتئین در دیواره کربوهیدراتی سلول و دسترسی کمتر به آن است (۷، ۳). ۲- فرآیند غذا: فرآیند غذا ممکن است سبب تخریب بیشتر اسیدهای آمینه و کاهش قابلیت در دسترس آن‌ها شود. به عنوان مثال حرارت متوسط در

حضور قندهای احیاکننده (گلوکز و گالاکتوز) در فرآیند شیر، سبب از دست رفتن اسید آمینه لیزین در دسترس می‌گردد که اصطلاحاً به این واکنش قهوه‌ای شدن یا میلارد گویند و سبب اتلاف مقدار زیادی لیزین در حرارت‌های بالا می‌شود (۳). ۳- قابلیت هضم پایین پروتئین در رژیم غذایی کشورهای در حال توسعه می‌تواند به دلیل استفاده از غلات و حبوبات کمتر تصفیه شده باشد. این موضوع به ویژه در مورد گندم صادق است (۷). نتایج این تحقیق نشان داد که میزان NPR به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا و سرلاک $۳/۸ \pm ۰/۶$ و $۴/۳ \pm ۰/۹$ است. در حالی که سایر محققان میزان NPR، ۲۸ روزه مخلوط غلات و حبوبات را $۲/۵۲ (۱)$ و $۵ NPR$ روزه سرلاک $۲/۶۵ (۲)$ گزارش کرده‌اند. میزان NPR به دست آمده برای پروتئین کازئین همراه متیونین در مطالعه حاضر $۴/۳ \pm ۰/۴$ بود در صورتی که در مطالعه‌ای میزان آن $۳/۶۵ (۱۲)$ گزارش شده است که تقریباً مشابه با این تحقیق است. به عبارت دیگر تفاوت مقدار NPR کازئین و غذاهای کودک مربوط به مقدار دریافت غذا و پروتئین دریافتی نبوده بلکه با کیفیت پروتئین مصرفی (فاکتورهای اصلی در محاسبه NPR افزایش وزن گروه تست، کاهش وزن گروه بدون پروتئین و میزان دریافت پروتئین گروه تست می‌باشد) ارتباط دارد. میزان PER به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا و سرلاک $۰/۱ \pm ۱/۷$ و $۰/۴ \pm ۲/۵$ است. در حالی که سایر محققان میزان PER، ۲۸ روزه مخلوط غلات و حبوبات را $۲/۵۲ (۱)$ و $۲/۱$ برای سرلاک (۲) گزارش کرده‌اند.

میزان PER به دست آمده برای پروتئین کازئین همراه متیونین در مطالعه حاضر 3 ± 0.2 می‌باشد که در مطالعه‌ای ۳/۶۵ (۱۲) گزارش شده است. به عبارت دیگر نتایج به دست آمده در مورد مقدار PER کازئین و غذای صنعتی کودک با نتایج دیگر محققان برابری می‌کند. بین غذای خانگی با غذای صنعتی کودک و استاندارد کازئین از نظر میانگین TPD و PER اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید. علت این امر به خاطر این می‌باشد که علی‌رغم انتخاب مکمل غلات (ماکارونی) و حبوبات (سویا) مناسب و بهبود اسیدهای آمینه ضروری در گروه غذای خانگی به دلیل پایین بودن کیفیت پروتئین، غذای خانگی نتوانسته است با گروه سرلاک برابری نماید. نتایج ارزیابی کیفی بیولوژیکی کسب شده به روش‌های TPD، NPR و PER بر روی منبع پروتئین کازئین و غذای خانگی و صنعتی کودک، رضایت‌بخش بود و این نشان گر آن می‌باشد که فرمولاسیون رژیم به درستی انجام شده و نژاد Wistar نژاد مناسبی برای مطالعه است. به طور کلی کیفیت تغذیه ای پروتئین تحت تأثیر سه عامل ترکیب اسیدهای آمینه، هضم پروتئینی و نیاز به اسیدهای آمینه گونه مصرف‌کننده پروتئین است. بنابراین پروتئین‌های با کیفیت بالا همراه با ترکیب اسیدهای آمینه‌ای که الگوی اسیدهای آمینه آن، با نیاز انسان و حیوان یکسان باشد به طور کامل هضم می‌شوند (۲۵).

نتیجه‌گیری

TPD و PER غذای خانگی بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا در مقایسه با غذای صنعتی کودک سرلاک و استاندارد کازئین پایین است. همچنین NPR غذای خانگی بر پایه مخلوط ماکارونی همراه سویا در مقایسه با غذای صنعتی کودک سرلاک قابل قبول است.

۱- با توجه به مقدار قابل قبول کیفیت پروتئینی ماکارونی همراه سویا محققان روی مکمل‌های دیگر غلات و حبوبات کار کرده تا نتایج حاصل مفید واقع شود.

۲- استاندارد مقررات غذایی برای محصولات پروتئینی غذای کودک بر پایه غلات و حبوبات تهیه، تنظیم و تدوین گردد.

۳- با توجه به این که مصرف مخلوط ۵۰٪ ماکارونی همراه ۵۰٪ سویا در الگوی غذای کودکان ایرانی وجود ندارد بنابراین فرهنگ سازی مناسب و آموزش تغذیه مناسب به خصوص در خانوارهای کم درآمد برای کاستن از مشکلات ناشی از سوءتغذیه در کودکان انجام گیرد.

۴- با توجه به مقدار تقریباً پایین قابلیت واقعی هضم پروتئین سرلاک در این مطالعه در مقایسه با مطالعات مشابه خارجی لازم است، اقدام اساسی جهت افزایش کیفیت آن از جمله کنترل دما در زمان تولید محصول به عمل آید.

تشکر و قدردانی

وظیفه خود می‌دانیم از معاونت محترم پژوهشی و شورای محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان که در تصویب و مراحل اجرایی این طرح (شماره طرح ۸۵۴۳) همکاری داشتند صمیمانه سپاسگزاری نماییم.

بنابراین پیشنهاد می‌شود:

References:

1. Victor AI, Joseph BF. Bioassay Assessment of a Complementary Diet Prepared from Vegetable Proteins. *J Food Agric Environ* 2005;3(3&4):20-22.
2. Poonam G, Salil S. Formulation and Nutritional Evaluate of Home Made Weaning Foods. *NutrRes* 1992;12(10):1171-1180.
3. Judith KS. Nutrition During Pregnancy and Lactation. In: Mahan LK, Escott-Stump S. *Food, Nutrition & Diet Therapy*. 11th ed. Philadelphia: Saunders Company; 2004. P. 220,226-227.
4. Marero LM, Payumo EM, Librando EE, Lorez WN, Gopez M, Homma S. Technology of Weaning Food Formulations Prepared from Germinated Cereals and Legumes. *J Food Sci* 1998;53(5):1391-1398.
5. Koo WW, Lasekan JB. Rice Protein-Based Infant Formula: Current Status and Future Development. *Minerva Pediatr* 2007;59(1):35-41.
6. Susan E. Macronutrients: Carbohydrates, Protein and Lipids. In: Mahan LK, Escott-Stump S. *Food, Nutrition & Diet Therapy*. 11th ed. Philadelphia: Saunders Company; 2004.p.66-67.
7. FAO. Protein Quality Evaluation Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation (4-8 Dec.1989, Bethesda,USA), FAO, Fd. Nutr Paper 1991. Rome.51.
8. Boutrife E. Recent Developments in Protein Quality Evaluation. *FNA/ANA* 1991;1(2/3):36-40.
9. Abrahamsson L, Velarde N, Hambracus L. The Nutritional Value of Home Prepared and Industrially Produced Weaning Foods. *J Hum Nutr* 1978;32(4):279-284.
10. Sarwar G. Digestibility of Protein and Bioavailability of Amino Acids in Food. in: Bourne GH, editor. *Nutrition in the Gulf Countries-Malnutrition and Minerals*. *Wld Rev Nutr Die* 1987;54:26-70.
11. Whitney EN, Rolfes SR. *Understanding Normal and Clinical Nutrition*. 9th ed. Belmont, CA: Wadsworth; 2002. p.183-184.
12. Snehil K, Sudesh J. Biological Evaluation of Protein Quality of Barly. *Food Chem* 1998;61(1/2):35-39.
13. Araya H, Alvina M, Vera G, Pak N. Nutritional Quality of the Protein of the False Lentil *Vicia Sativa* ssp. *Abovata* (Ser) Gaudin. *Arch Latinoam Nutr* 1990;40(4):588-93.
14. William H. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th ed. Washington: AOAC International; 2000. p. 5,20-23,33,40.
15. Abdulaziz M, Al-Othman M. Nutritional Evaluation of Some Commercial Baby Foods Consumed in Saudi Arabia. *Food Sci* 1997;48(4):229-236.
16. Eqounley M, Aworh OC, Akinqbola JO, Houben JH, Naqo MC. Nutritional and Sensory Evaluation of Tempe- Fortified Maize- Based Weaning Foods. *Int J Food Sci Nutr* 2002;53(1):15-27.
17. Akaninwor JO, Okechukwu PN. Evaluation of Processed Sweet Potato- Crayfish- Soya Bean and Sweet Potato-Crayfish-Bambara Groundnut Weaning Mixtures. *J Appl Sci Environ Mgt* 2006;10(1):55-61.
18. Aimiwu OC, Lilburn MS. Protein Quality of Poultry by Product Meal Manufactured from Whole Fowl Co-Extruded with Corn or Wheat. *Poult Sci* 2006;85(7):1193-9.
19. Ruales J, Nair BM. Nutritional Quality of the Protein in Quinoa (*Chenopodium Quinoa*, Willd) Seeds. *Plant Foods Hum Nutr* 1992;42(1):1-11.
20. Ekanayake S, Jansz ER, Nair BM. Nutritional Evaluation of Protein and Starch of Mature *Canavalia Gladiata* Seeds. *Int J Food Ci Nutr* 2000;51(4):289-94.
21. Kannan S, Nielsen SS, Mason AC. Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores for Bean and Bean-Rice Infant Weaning Food Products. [javascript:AL_get\(this, 'jour', 'J Agric Food Chem.'\)](javascript:AL_get(this, 'jour', 'J Agric Food Chem.'):); *J Agric Food Chem* 2001;49(10):5070-4.
22. Ekanayake S, Nair B, Jansz ER, Asp NG. Effect of Processing on the Protein Nutritional Value of *Canavalia Gladiata* Seeds. *Nahrung* 2003;47(4):256-60.
23. Dabbour IR, Takruri HR. Protein Quality of Four Types of Edible Mushrooms Found in Jordan. *Plant Foods Hum Nutr* 2002;57(1):1-11.
24. Shaya NB, Laswai HS, Tiisekwa BP, Nnko SA, Gidamis AB, Njoki P. Evaluation of Nutritive Value

and Functional Qualities of Sorghum Subjected to Different Traditional Processing Methods. *Int J Food Sci Nutr* 2001;52(2):117-26.

25. Vernon RY, Sudhir B. Supplement Nitrogen and Amino Acid Requirements: The Massachusetts Institute of

Technology Amino acid Requirement Pattern *J Nutr* 2000;130(12):18415-1849s