

## مقایسه ارزش پروتئینی یک نمونه غذای صنعتی کودک با یک نمونه غذای خانگی کودک در موش‌های صحرایی نر

ذات‌الله عاصمی<sup>۱</sup>، محسن تقی‌زاده<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد تغذیه معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

نشانی نویسنده مسؤول: کاشان، خیابان شهید بهشتی، بن بست آزادی ۲۵، ساختمان نگار عصر، معاونت غذا و دارو، ذات اله عاصمی

E-mail: asemei\_z@yahoo.com

وصول: ۸۶/۳/۲۱، اصلاح: ۸۶/۴/۳۱، پذیرش: ۸۶/۶/۲۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** ارزیابی کیفیت پروتئین مواد غذایی به دلایل بیولوژیک و اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین علت روش‌های بیولوژیک، میکروبیولوژیک، شیمیایی و تلفیقی برای تعیین کیفیت پروتئین‌ها معرفی و به کار گرفته شده است. در بین روش‌های موجود، نسبت خالص پروتئین (NPR)، نسبت خالص نسبی پروتئین (RNPR)، قابلیت حقیقی هضم پروتئین (TPD) و نسبت کارایی پروتئین (PER) به عنوان روش‌های مناسب برای تعیین کیفیت پروتئین‌ها پیشنهاد شده است. با توجه به اهمیت کیفیت پروتئین غذاها به ویژه در خانوارهای کم درآمد، این مطالعه با هدف مقایسه ارزش پروتئینی یک نمونه غذای صنعتی کودک (سرلاک بر پایه گندم) و یک نمونه غذای خانگی کودک (بر پایه مخلوط ماکارونی + سویا) در موش‌های صحرایی نر در سال ۱۳۸۵ انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها:** تحقیق با طراحی تجربی روی ۶۴ موش صحرایی نر در سن ۲۱ روز، از نژاد wistar در گروه‌های ۸ تایی تحت ۸ رژیم غذایی شامل ۴ رژیم مورد (غذای صنعتی کودک و غذای خانگی کودک)، استاندارد (کازئین + متیونین) و پایه (بدون پروتئین) برای مطالعه NPR، RNPR و PER و ۴ رژیم برای مطالعه TPD قرار داده شدند. طول دوره مطالعه برای NPR ۱۴ روز بود. به منظور محاسبه NPR، مقدار پروتئین دریافتی و افزایش وزن حیوانات تعیین گردید. طول مدت مطالعه برای TPD ۹ روز بود. به منظور محاسبه TPD، مقدار اثر دریافتی و اثر دفعی حیوانات تعیین گردید. طول مدت مطالعه برای PER ۲۸ روز بود. برای تعیین PER مقدار پروتئین دریافتی و تغییر وزن حیوانات تعیین گردید. میزان NPR، RNPR، TPD و PER گروه کازئین + متیونین با غذای خانگی کودک و دو نمونه غذای کودک از طریق آزمون تی مورد آنالیز قرار گرفت.

**یافته‌ها:** شاخص NPR  $4/3 \pm 0/4$ ،  $4/3 \pm 0/9$  و  $3/6 \pm 0/2$ ، TPD  $8/8 \pm 0/4$ ،  $8/7 \pm 0/8$  و  $8/8 \pm 0/5$ ، PER  $3/0 \pm 0/2$ ،  $2/5 \pm 0/4$  و  $2/9 \pm 0/2$  به ترتیب برای پروتئین کازئین + متیونین، سرلاک و غذای خانگی کودک بود. همچنین نتایج آزمون آماری NPR و TPD گروه غذای صنعتی کودک با غذای خانگی کودک معنی‌دار نمی‌باشد ولی از نظر PER معنی‌دار می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌ها نشان می‌دهند که NPR غذای کودک بر پایه مخلوط ماکارونی + سویا در مقایسه با غذای صنعتی کودک سرلاک پایین‌تر ولی قابل قبول است. همچنین TPD و PER غذای کودک بر پایه مخلوط ماکارونی + سویا در مقایسه با غذای سرلاک بالاتر است. (مجله دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، دوره ۱۴/ شماره ۲ / صص ۱۰۲ - ۹۵).

**واژه‌های کلیدی:** کیفیت پروتئینی؛ NPR، RNPR، TPD، PER؛ سرلاک؛ غذای خانگی کودک.

## مقدمه

پروتئین و کارآیی پروتئین مورد استفاده را اندازه‌گیری کند (۱,۸,۹). به طور کلی، ارزیابی کیفیت پروتئین‌ها شامل روش‌های بیولوژیک، میکروبیولوژیک، شیمیایی و تلفیقی می‌باشد. در بین روش‌های موجود، نسبت خالص پروتئین (Net protein ratio) نسبت خالص نسبی پروتئین (Relative NPR)، ارزیابی قابلیت حقیقی هضم پروتئین (True protein digestibility) و نسبت کارآیی پروتئین (Protein Efficiency Ratio) به‌عنوان روش‌های مناسب برای تعیین کیفیت پروتئین پیشنهاد می‌شوند (۵,۱۰). با این همه، تاکنون این روش‌ها در ایران بر روی غذاهای کودک مورد بررسی و ارزیابی قرار نگرفته است. از این رو، نظر به اهمیت ارزش کیفی پروتئین در مواد غذایی خصوصاً در خانواده‌های کم درآمد، مطالعه و ارزیابی روش‌های پیشنهادی با توجه به دقت و قابل اجرا بودن آن‌ها در کشور ضروری به‌نظر می‌رسد 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 گندم) و یک نمونه غذای خانگی کودک (بر پایه مخلوط ماکارونی زر+ سویای سبجان) در موش‌های صحرایی نر سال ۱۳۸۵ در دانشگاه علوم پزشکی کاشان اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

تحقیق به روش تجربی بر روی ۶۴ موش صحرایی نر از نژاد Wistar در محدوده سن از شیرگیری (۲۳-۲۱ روزه) که از انستیتو پاستور (شعبه کرج) خریداری شده بود، انجام گرفت. در ابتدا، نمونه سرلاک، ماکارونی زر و سویای سبجان از نظر میزان رطوبت، پروتئین (برای اندازه‌گیری پروتئین ابتدا مقدار اثر را با روش آزمایشگاهی کج‌جدال تعیین کرده، بدین ترتیب که ابتدا مقدار مشخصی از نمونه را هضم نموده، سپس اثر را به روش تقطیر استخراج و از طریق فرمول مربوطه

تغذیه با غذاهای کمکی زمانی آغاز می‌شود که شیر مادر به تنهایی نتواند نیازهای تغذیه‌ای کودک را تأمین نماید (۱). کمبودهای تغذیه‌ای در دوران کودکی منجر به کاهش رشد می‌گردد. اختلال تغذیه‌ای در دوران کودکی عامل اصلی ایجاد کواشیورکور و ماراسموس می‌باشد (۲). به‌دلیل تکامل قدرت بلع شیرخوار، مناسب‌ترین زمان جهت ارائه غذاهای نیمه جامد، ۴ تا ۶ ماهگی می‌باشد (۳). بنابراین در صورتی که بعد از سن مذکور تغذیه کمکی شروع نشود، رشد کودک کاهش می‌یابد (۲).

رژیم‌های تکمیلی در کشورهای در حال توسعه، عمدتاً شامل غلات و حبوبات به همراه پروتئین‌های حیوانی می‌باشد. به علت قیمت بالای پروتئین‌های حیوانی، اقداماتی در جهت یافتن سایر منابع جایگزین پروتئین، از قبیل منابع گیاهی صورت گرفته است (۱).

در تهیه غذاهای کمکی سنتی، در مناطقی که غلات به عنوان غذای اصلی مورد مصرف می‌باشد، به طور عمده از ذرت، گندم، جو، برنج و غیره استفاده می‌شود (منبع غذایی اصلی پروتئین و کالری در کودکان) که کیفیت پروتئینی این ترکیبات در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی، پایین‌تر است (۴). از طرف دیگر، استفاده بهینه از پروتئین مورد نیاز بدن تابع قابلیت هضم و الگوی اسیدهای آمینه ضروری در منابع غذایی بوده که برای بدن فراهم می‌گردد (۵). از این رو تعیین کیفیت پروتئین و ارزیابی مواد غذایی مورد مصرف، در برنامه‌ریزی‌های تغذیه‌ای به لحاظ تأمین نیازهای زیستی انسان لازم می‌باشد (۶). همچنین فرآوری مواد غذایی بر الگو و میزان تأمین اسیدهای آمینه ضروری و در نهایت، بر کیفیت پروتئین محصول تأثیر می‌گذارد (۷).

بنابراین، ضرورت استفاده از روش‌های دقیق، حساس، سریع و قابل اجرا جهت تعیین کیفیت پروتئین احساس می‌شود. این روش‌ها باید قابلیت هضم حقیقی

مقدار اژت محاسبه شده در نهایت برای محاسبه پروتئین مقدار اژت به دست آمده را در ضریب ۶/۲۵ ضرب می- نماییم)، چربی، فیبر و خاکستر با روش‌های آزمایشگاهی (۱۱) مورد آنالیز قرار گرفت تا بر اساس مواد موجود، برای تهیه رژیم‌های غذایی مربوطه به کار گرفته شود. در زیست آزمون‌های NPR و PER (شرایط مطالعه PER مشابه NPR می باشد با این تفاوت که طول مدت مطالعه PER، ۲۸ روز و همچنین فاقد رژیم بدون پروتئین می باشد) چهار رژیم تجربی مورد (غذای کودک سرلاک و غذای خانگی کودک بر پایه مخلوط ۵۰ درصد ماکارونی زرد با آرد مخصوص سمولینا و ۵۰ درصد سویای گرانوله سبجان)، استاندارد (کازئین + متیونین) و رژیم پایه (بدون پروتئین) و در زیست آزمون TPD چهار رژیم مورد، استاندارد و رژیم پایه دیگر مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به ترکیب غذاهای کودک، مقادیر مواد غذایی و مواد مغذی اصلی برای رژیم تجربی پایه تنظیم شد (جدول ۱).

در ضمن همه رژیم‌ها از نظر مقدار رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر با روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری و سپس آنالیز گردید (۵،۱۰،۱۲). در تمام مدت انجام آزمایش، درجه حرارت  $22 \pm 2^{\circ}C$  و رطوبت نسبی اتاق حیوانات ۵۰ تا ۷۰ درصد ثابت نگهداشته شد.

جذب آب زیاد قرار گرفت تا حداکثر ممانعت از آغستگی مواد غذایی ریخته شده و مدفوع موش‌ها با ادرار صورت گیرد (۵،۱۰،۱۲). موش‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، آزادانه به مدت ۶ روز (دوره خوگیری یا Acclimation period) تحت تغذیه با غذای تجارتي قرار داده شدند. پس از مدت مزبور موش‌ها به طور تصادفی به ۸ گروه ۸ تایی، هر گروه شامل ۲ بلوک و هر بلوک شامل ۴ موش (از مجموع ۶۴ موش اولیه) به صورت، ۴ گروه کازئین + متیونین، بدون پروتئین، سرلاک و ماکارونی + سویا برای زیست آزمون‌های NPR و PER و ۴ گروه کازئین + متیونین، بدون پروتئین، سرلاک و ماکارونی + سویا برای زیست آزمون TPD تقسیم شدند. تقسیم موش‌ها در بلوک‌ها به گونه‌ای بود که در نهایت، تفاوت بین میانگین‌های وزنی بلوک‌ها با یکدیگر، در محدوده  $0.05 g$  قرار داشت.

برای تعیین NPR و RNPR آب و غذا به مدت ۱۴ روز به‌طور آزادانه در اختیار حیوانات قرار داده شد و غذای ریخته شده در هر قفس، پس از جمع‌آوری به‌طور 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 مورد و مینا، برای هر موش گزارش شد (۱۴-۱۰،۱۲).

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

$$RNP = \frac{NPR \text{ منبع پروتئین غذای کودک}}{NPR \text{ منبع پروتئین کازئین + متیونین}} \times 100$$

تعیین TPD، ۹ روز به طول انجامید که ۴ روز اول آن دوره مقدماتی (Preliminary period) و ۵ روز پایانی، دوره تعادلی (Balance period) است. در طول دوره آزمون، غذای حیوانات به ۱۵ گرم در روز (بر اساس ماده خشک) محدود شد اما آب به‌طور آزادانه در اختیار

در زمان انجام زیست‌آزمون‌ها، 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 امکان مدفوع‌خواری از حیوانات سلب شود. به علاوه در کف قفس، کاغذ صافی با قابلیت

موش‌ها قرار گرفت. پس از پایان دوره تعادلی، غذاهای ریخته شده به مدت ۳ روز در معرض هوا بود. سپس مقدار اژت دریافتی توسط هر موش محاسبه شد. نمونه‌های مدفوع نیز در ظروف شیشه‌ای به مدت سه روز در درجه حرارت  $50^{\circ}\text{C}$  قرار داده شد و مقدار اژت تعیین شد (۱۴-۱۲ و ۱۰، ۵). محاسبه TPD به کمک رابطه زیر

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

انجام می‌گیرد:

Ni = دریافت اژت موش‌های گروه تست

NF1 = اژت دفع شده در مدفوع گروه تست

NF2 = اژت دفع شده در مدفوع گروه بدون پروتئین

برای تعیین PER غذا و آب بدون محدودیت در اختیار موش‌ها قرار داده شد. موش‌ها تحت رژیم‌های ۳ گانه (سرلاک، غذای خانگی کودک و کازئین+متیونین) تغذیه شدند و نهایتاً بعد از ۴ هفته وزن شدند. افزایش وزن در طی این دوره ثبت گردید سپس PER از رابطه زیر محاسبه شد (۱۴، ۱۳، ۱۰).

$$\text{PER} = \frac{\text{میزان افزایش وزن بدن (g)}}{\text{مقدار پروتئین مصرفی (g)}} \times 100$$

میزان NPR، RNPR، TPD و PER گروه کازئین+متیونین با غذاهای کودک در داخل نمونه‌ها تعیین و فاصله اطمینان آن با احتمال ۹۵ درصد در جامعه برآورد گردید و سپس با آزمون تی از طریق نرم افزار SPSS نسبت به گروه استاندارد (کازئین+متیونین) و بین غذاهای کودک مورد قضاوت آماری قرار گرفت. همچنین آنالیز واریانس همراه با آزمون توکی جهت مقایسه بین گروه‌های مورد و استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. در تمام آزمون‌ها  $P < 0.05$  معنی دار تلقی شده است.

## یافته‌ها

این تحقیق بر روی ۶۴ موش صحرایی نر در ۸

گروه ۸ تایی انجام گرفت. میزان غذا و پروتئین دریافتی در گروه‌های مورد مطالعه برای تعیین TPD، NPR، RNPR و PER در جدول ۲، ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که آنالیز واریانس متوسط غذای دریافتی ۵ و ۱۴ روزه و نیز میزان پروتئین دریافتی ۵، ۱۴ و ۲۸ روزه بین سه گروه کازئین+متیونین، سرلاک و غذای خانگی کودک به لحاظ آماری به ترتیب ( $P=0.005$ ،  $P=0.01$ ،  $P=0.0001$ ،  $P<0.0001$  و  $P<0.0001$ ) معنی‌دار بوده است ولی آنالیز واریانس متوسط غذای دریافتی ۲۸ روزه بین سه گروه، گروه کازئین+متیونین، سرلاک و غذای خانگی کودک به لحاظ آماری ( $P=0.13$ ) معنی‌دار نبود. بر اساس آزمون توکی اختلاف بین میزان غذا و پروتئین دریافتی ۱۴ روزه گروه‌های کازئین با سرلاک و غذای خانگی کودک با سرلاک، اختلاف بین میزان غذا و

جدول ۱: مواد اولیه تهیه رژیم‌های غذایی تجربی (۱۰۰/گرم)

اجزاء رژیم	گروه غذایی سرلاک			بدون کازئین+ پروتئین
	سویا	ماکارونی+	کازئین+	
کازئین	۰	۰	۰	۰/۲
سرلاک بر پایه گندم	۵۳/۴	۰	۰	۰
ماکارونی زر	۴۱/۶	۰	۰	۰
سویای سبحان	۹/۸	۰	۰	۰
شکر	۵	۵	۵	۵
روغن ذرت <sup>۱</sup>	۴/۷	۹/۴	۱۰	۱۰
ویتامین‌ها	۱	۱	۱	۱
املاح	۴	۴	۴	۴
فیبر(سلولز) <sup>۲</sup>	۴/۴	۴/۵	۵	۵
L- متیونین	۰	۰	۰/۳	۰/۳
کولین کلراید	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
نشاسته ذرت	۲۷/۳	۲۴/۴	۶۵/۲	۷۴/۶

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

پروتئین دریافتی ۵ روزه گروه‌های کازئین با سرلاک و غذای خانگی کودک با سرلاک و اختلاف بین میزان پروتئین دریافتی ۲۸ روزه گروه‌های کازئین با سرلاک و غذای خانگی کودک با سرلاک ( $P < 0.05$ ) معنی‌دار بوده

جدول ۲: میزان غذا و پروتئین دریافتی حیوانات بر حسب گروه‌های مورد مطالعه برای تعیین TPD، NPR، RNPR و PER

میزان پروتئین دریافتی (g)			میزان غذای دریافتی (g)			میزان دریافت	گروه‌ها
در ۲۸ روز	در ۱۴ روز	در ۵ روز	در ۲۸ روز	در ۱۴ روز	در ۵ روز		
-	۰/۰۷±۰/۰۰۶	۰/۰۱±۰/۰۰۴	-	۷۶/۳±۶/۴	۱۹/۰±۴/۰		بدون پروتئین
۲۹/۳±۲/۷	۱۳/۵±۱/۴	۴/۵±۰/۹	۲۹۷/۱±۲۷/۲	۱۳۷/۰±۱۴/۱	۴۶/۶±۹/۳		کازئین + متیونین
۲۱/۵±۲*	۹±۱/۴*	۲/۸±۰/۶*	۲۶۹/۲±۲۵/۸	۱۱۲/۶±۱۸/۶*	۳۵±۷/۴*		سرلاک
۲۷/۱±۳/۶**	۱۳/۵±۱/۲**	۴/۴±۰/۶**	۲۷۳/۸±۳۶/۹	۱۳۷/۰±۱۲/۸**	۴۵/۴±۶/۴**		غذای خانگی کودک
P<۰/۰۰۰۱	P<۰/۰۰۰۱	P<۰/۰۰۰۱	P=۰/۱۳	P=۰/۰۰۵	P=۰/۰۱		نتیجه آزمون مقایسه سه گروه

\* در مقایسه با گروه سرلاک مقادیر P&lt;۰/۰۰۵

\* در مقایسه با گروه کازئین + متیونین مقادیر P&lt;۰/۰۰۵

ارزش بالاتری نسبت به غذای صنعتی سرلاک برخوردار می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان NPR به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی کودک بر پایه مخلوط ماکارونی + سویا و سرلاک ۳/۶±۰/۲ و ۴/۳±۰/۹ است. در حالی که سایر محققان میزان NPR ۲۸ روزه مخلوط غلات و حبوبات را ۲/۵۲، ۲/۵۲، ۵ روزه سرلاک را ۲/۶۵، و NPR ۱۴ روزه را در یک نمونه غذای کودک بر پایه شیر و گندم ۴ گزارش کردند (۱، ۲، ۱۰). میزان NPR به دست آمده برای پروتئین کازئین + متیونین در مطالعه حاضر ۴/۳±۰/۴ بود در حالی که محققان دیگر ۳/۶۵ و ۳/۹۴ گزارش کردند که تقریباً مشابه با این تحقیق

است. میزان NPR و RNPR کازئین + متیونین و غذاهای کودک در جدول ۳ ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که میزان NPR بین گروه سرلاک و غذای خانگی کودک از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. میزان TPD و PER کازئین + متیونین و غذاهای کودک در جدول ۴ گزارش شده است. ملاحظه می‌شود که میزان TPD بین گروه سرلاک و غذای خانگی کودک از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین میزان PER بین گروه سرلاک و غذای خانگی کودک از نظر آماری معنی‌دار

جدول ۳: میزان NPR و RNPR منابع پروتئینی در حیوانات

گروه‌ها	NPR	RNPR	گروه‌ها	NPR	RNPR
کازئین + متیونین	۴/۳±۰/۴		کازئین + متیونین	۴/۳±۰/۴	
سرلاک	۴/۳±۰/۹	۱۰۰	غذای خانگی کودک	۳/۶±۰/۲	۸۴/۲
نتیجه آزمون	P=۰/۹		نتیجه آزمون	P=۰/۰۰۷	

جدول ۴: میزان TPD و PER منابع پروتئینی در حیوانات

گروه‌ها	TPD (%)	PER <sup>۲</sup>	گروه‌ها	TPD (%)	PER
کازئین + متیونین	۹۲/۸±۴	۳±۰/۲	کازئین + متیونین	۹۲/۸±۴	۳±۰/۲
سرلاک	۸۷±۸	۲/۵±۰/۴	غذای خانگی کودک	۸۸/۵±۴/۱	۲/۹±۰/۲
نتیجه آزمون	P=۰/۰۸	P=۰/۰۲	نتیجه آزمون	P=۰/۰۱	P=۰/۰۴

بود (۱۰، ۱۲). 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 نان پروتئین و میزان دریافت پروتئین گروه تست می‌باشد)

دار می‌باشد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که به‌طور کلی نمونه پروتئین غذای خانگی کودک بر پایه مخلوط ماکارونی + سویا از ارزش کیفی پایین‌تری نسبت به کازئین و

## بحث

ارتباط دارد. میزان TPD به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی کودک بر پایه مخلوط ماکارونی+ سویا و سرلاک  $88/5 \pm 4/1$  و  $87 \pm 8$  است. در حالی که سایر محققان میزان آن را برای سویای گرانوله ۸۶، سویای ایزوله ۹۵، مخلوط سویا + آرد گندم ۹۲، سرلاک  $90/8$  و ۹۴ گزارش کردند (۲,۵,۱۵) که تقریباً مشابه با این تحقیق بود. میزان TPD برای پروتئین کازئین+ متیونین در این تحقیق  $92/8 \pm 4$  است. در حالی که سایر محققان میزان آن را ۹۶، ۹۹ و ۹۲ گزارش کردند (۲,۵,۱۵) که مشابه با این تحقیق بود. به عبارت دیگر، فاکتورهای اصلی که موجب تفاوت مقدار TPD کازئین و غذای کودک می‌شود مربوط به مقدار پروتئین دریافتی و دفعی گروه‌های تست می‌باشد. قابلیت هضم واقعی منابع پروتئینی تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد 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.

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 احیاءکننده (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 بویژه در مورد گندم صادق است (۵).

میزان PER به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی کودک بر پایه مخلوط ماکارونی+ سویا و سرلاک  $2/9 \pm 0/2$  و  $2/0 \pm 0/4$  است. در حالی که سایر محققان میزان PER ۲۸

روزه مخلوط غلات و حبوبات  $2/52$  و  $2/1$  برای سرلاک و PER ۱۴ روزه را در یک نمونه غذای کودک بر پایه شیر و گندم ۴ گزارش کردند (۱,۲,۱۲). میزان PER به دست آمده برای پروتئین کازئین+ متیونین در مطالعه حاضر  $3 \pm 0/2$  بود در حالی که محققان دیگر  $3/65$  و  $3/94$  گزارش کردند (۱,۲,۱۰). به عبارت دیگر نتایج به دست آمده در مورد مقدار PER کازئین و غذاهای کودک با نتایج دیگر محققان تقریباً برابری می‌کند. همچنین نتایج آزمون آماری بین غذاهای کودک از نظر NPR و TPD معنی‌دار نیست حتی PER غذای خانگی کودک بالاتر از سرلاک می‌باشد و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد ( $P=0/001$ ). علت این امر مقدار دریافت غذا یا پروتئین در گروه غذای خانگی کودک نمی‌باشد بلکه به دلیل انتخاب مکمل غلات (ماکارونی) و حبوبات (سویا) مناسب و بهبود اسیدهای آمینه ضروری در گروه غذای خانگی کودک منجر به وزن بالاتر و در نتیجه PER بالاتر در گروه مذکور شده است.

نتایج ارزیابی کیفی بیولوژیکی کسب شده به روش‌های NPR، RNPR، TPD و PER بر روی منبع پروتئین کازئین و غذاهای کودک، رضایت بخش بود و این نشانگر آن است که فرمولاسیون رژیم به درستی انجام شده و نژاد Wistar نژاد مناسبی برای مطالعه است. به طور کلی، کیفیت تغذیه‌ای پروتئین تحت تأثیر سه عامل است:

۱- ترکیب اسیدهای آمینه

۲- هضم پروتئینی

۳- نیاز به اسیدهای آمینه گونه مصرف‌کننده

پروتئین.

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 (۱۶).

در مجموع، NPR غذای کودک بر پایه مخلوط ماکارونی+ سویا در مقایسه با غذای صنعتی کودک سرلاک پایین‌تر ولی قابل قبول است. همچنین TPD و PER غذای

مناسب به خصوص در خانوارهای کم درآمد می‌توان مشکلات ناشی از سوء تغذیه را در کودکان کاهش داد.

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

### تشکر و قدردانی

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 نمایم.

کودک بر پایه مخلوط ماکارونی + سویا در مقایسه با غذای صنعتی کودک سرلاک بالاتر است. بنابراین پیشنهاد می‌شود:

۱- با توجه به مقدار قابل قبول کیفیت پروتئینی ماکارونی + سویا، محققان کشور روی مکمل‌های دیگر غلات و حبوبات بررسی نمایند تا نتایج حاصل مفید واقع شود.

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

۳- با توجه به این که مصرف مخلوط ۵۰ درصد ماکارونی + ۵۰ درصد سویا در الگوی غذای کودکان ایرانی وجود ندارد، با فرهنگ سازی مناسب و آموزش تغذیه

### 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 value of home made weaning foods. *Nutr Res* 1992; 12(10): 1171-1180.
3. Mahan LK, Escott-Stump S. Food, nutrition & diet therapy. 11 nd ed. Philadelphia: Saunders Company; 2004. pp. 66, 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. F.A.O. protein quality evaluation Report of the joint FAO/WHO expert consultation 1989 Dec 4-8, Bethesda, USA. FAO, Fd. Nutr paper 1991. Rome.51.
6. Boutrife E. Recent developments in protein quality evaluation .*FNA/ANA*.1991; 1(2/3): 36-40.
7. 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.
8. Sarwar G. Digestibility of protein and bioavailability of amino acids in food in: Bourne GH(Ed). Nutrition in the Gulf Countries-Malnutrition and minerals. *Wld Rev Nutr Die*. 1987; 54: 26-70.
9. Whitney EN, Rolfes SR. Understanding normal and clinical nutrition. 9 nd ed. Belmont, CA: Wadsworth: 2002. pp. 183-184.
10. Snehil K , Sudesh J. Biological evaluation of protein quality of barley. *Food Chem*. 1998; 61(1/2): 35-39.
11. William H. Official methods of analysis of AOAC international. 17 nd ed. Washington: AOAC International: 2000. pp. 5, 20-23, 33, 40.

۱۲- رشیدی آرش، امین پور آزاده، ولایی ناصر، کیمیاگر مسعود. بکارگیری زیست‌آزمون به منظور ارزیابی کیفیت پروتئینی یک نمونه غذای صنعتی کودک. *فصلنامه پژوهشی پژوهنده*، ۱۳۸۰: سال ششم، شماره ۱، صفحات ۳۷-۴۳.

13. Eqounlety M, Aworh OC, Akinqbala 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.
14. 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.
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. Vernon RY, Sudhir B. Supplement nitrogen and amino acid requirements: the Massachusetts institute of technology amino acid requirement pattern. *J Nutr* 2000; 130 (7): 1841s-1849s.