

ارزیابی زیستی کیفیت پروتئین "سویا" و "مخلوط آرد گندم و سویا" با روشهای نسبت خالص پروتئین (NPR)، نسبت خالص نسبی پروتئین (RNPR) و نسبت کارآیی پروتئین (PER)

محسن تقی زاده^۱، ذات الله عاصمی^۲، مهندس ناصر ولانی^۳

خلاصه

سابقه و هدف: ارزیابی کیفیت پروتئین مواد غذایی به دلایل بیولوژیک و اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین علت روشهای بیولوژیک، میکروبیولوژیک، شیمیائی و تلفیقی برای تعیین کیفیت پروتئین‌ها معرفی و بکار گرفته شده است. در بین روش‌های موجود، نسبت خالص پروتئین (NPR)، نسبت خالص نسبی پروتئین (RNPR) و نسبت کارآیی پروتئین (PER) بعنوان روشهای مناسب برای تعیین کیفیت پروتئینها پیشنهاد شده است. این مطالعه با هدف ارزیابی کیفیت پروتئینی با روشهای فوق روی دو نمونه محصول سویا در سال ۱۳۸۲ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: تحقیق با طراحی تجربی روی تعداد ۳۲ موش صحرایی نر در سن ۲۱ روز، از نژاد ویستار (*wistar*) در گروههای هشت پایی تحت چهار رژیم غذایی: مورد (سویا - مخلوط آرد گندم و سویا)، مینا (کازئین و متیونین)، هر یک حاوی ۱۰ درصد پروتئین و پایه (بدون پروتئین) انجام شد. طول دوره مطالعه برای NPR، ۱۴ روز بود. بمنظور محاسبه NPR، مقدار پروتئین دریافتی و افزایش وزن حیوانات تعیین گردید. طول مدت مطالعه برای تعیین PER، ۲۸ روز بود و مقدار پروتئین دریافتی و تغییر وزن حیوانات تعیین گردید. میزان NPR، RNPR و PER گروه "کازئین و متیونین" با "سویا" و "مخلوط آرد گندم و سویا" از طریق آماره *t test* مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: شاخص NPR برای "پروتئین کازئین و متیونین" 4.37 ± 0.48 ، و برای "سویا" 3.75 ± 0.35 ($P < 0.01$) و شاخص RNPR برابر ۸۳ بود. شاخص NPR برای "مخلوط آرد گندم و سویا" 2.7 ± 0.3 ($P < 0.001$) و شاخص RNPR برابر ۶۲/۷ بود. شاخص PER برای "پروتئین کازئین و متیونین" 3.04 ± 0.24 ، "سویا" 2.28 ± 0.35 ($P < 0.001$) و شاخص PER "سویا" نسبت به "کازئین و متیونین" ۷۵ درصد بود. شاخص PER برای "مخلوط آرد گندم و سویا" 1.1 ± 0.1 ($P < 0.001$) بود.

نتیجه‌گیری: کیفیت پروتئین محصول "سویا" در مقایسه با "کازئین و متیونین" پایین است.

واژگان کلیدی: کیفیت پروتئینی، NPR، RNPR، PER، سویا

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۱۲/۱۳

تاریخ تایید مقاله: ۸۴/۳/۲۳

۱- مربی، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی کاشان، گروه تغذیه و بیوشیمی

۲- مربی، کارشناس آزمایشگاه مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۳- مربی، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران، گروه بهداشت کاشان، میدان پانزده خرداد، ابتدای خ ابادر، بیمارستان اخوان، آزمایشگاه مواد غذایی

مقدمه

در سالهای اخیر استفاده از منابع پروتئینی گیاهی در رژیم غذایی روزانه بیش از پیش توصیه می‌شود. زیرا از یک طرف منابع پروتئینی گیاهی ارزان می‌باشند و از طرفی با مصرف کمتر منابع حیوانی، مقدار چربی اشباع مصرفی کاهش یافته و موجب پیشگیری از بیماریهای مزمن بخصوص قلبی - عروقی، دیابت، نارسایی کلیوی، هیپر لیپیدمی، سرطان و استئوپروز می‌گردد (۱). استفاده بهینه از پروتئین مورد نیاز بدن تابع قابلیت هضم و الگوی اسیدهای آمینه ضروری در منابع غذایی بوده که برای بدن فراهم می‌گردد (۲). از این رو تعیین کیفیت پروتئین و ارزیابی مواد غذایی مورد مصرف، در برنامه‌ریزی‌های غذا و تغذیه به جهت تأمین نیازهای زیستی انسان لازم می‌باشد (۳). از طرف دیگر فرآوری مواد غذایی بر الگو و میزان تامین اسیدهای آمینه ضروری و در نهایت، کیفیت پروتئین محصول تأثیر می‌گذارد (۴). این تغییر در کیفیت انواع غذاهای پروتئینی گیاهی از جمله سویا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۵). بنابراین، ضرورت استفاده از روشهای دقیق، حساس، سریع و قابل اجرا جهت تعیین کیفیت پروتئین احساس می‌شود. این روشها باید هضم واقعی پروتئین و کارایی پروتئین مورد استفاده را اندازه‌گیری و تعیین کند (۶).

بطور کلی، ارزیابی کیفیت پروتئینها شامل روشهای بیولوژیک، میکروبیولوژیک، شیمیایی و تلفیقی هستند. 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 کارایی پروتئین (*Protein efficiency ratio*) بعنوان روشهای مناسب برای تعیین کیفیت پروتئین پیشنهاد می‌شوند (۷). با این همه، تاکنون این روشها در ایران بر روی محصول سویا مورد بررسی و ارزیابی قرار نگرفته است.

از این رو، نظر به اهمیت ارزش کیفی پروتئین در مواد غذایی خصوصاً در خانواده‌های کم‌درآمد، مطالعه و ارزیابی روشهای پیشنهادی با توجه به دقت و قابل اجرا بودن آنها در کشور ضروری بنظر می‌رسد و در آینده می‌تواند از موارد کنترل کیفی محصولات بشمار آید. بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین کیفیت پروتئینی یک نمونه پروتئین گیاهی (یک نمونه سویا موجود در بازار ایران) و مخلوط آرد گندم و سویا، با استفاده از زیست آزمون *NPR*، *RNPR* و *PER* در مرداد ماه سال ۱۳۸۲ در دانشگاه علوم پزشکی کاشان مورد اجرا گذاشته شد.

مواد و روشها

تحقیق به روش تجربی بر روی ۳۲ موش صحرایی نر (*rat*) از نژاد ویستار (*Wistar*) در محدوده سن "از شیرگیری" (۲۳-۲۱ روزه) که از انستیتو پاستور (شعبه کرج) خریداری شده بود انجام شد. در ابتدا، نمونه سویا از نظر میزان رطوبت، پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر با روشهای آزمایشگاهی (۸) مورد آنالیز قرار گرفت تا بر اساس مواد موجود (جدول زیر)، برای تهیه رژیم‌های غذایی تجربی مربوطه بکار گرفته شود.

ترکیب نمونه سویای موجود در بازار ایران

اجزاء	مقدار گرم درصد*	مقدار گرم درصد**
پروتئین	۵۱±۱	۵۱/۸
چربی	۱±۰/۲	۰/۹
خاکستر	۶±۰/۵	۶/۰
فیبر غیر محلول	۳±۰/۵	۳/۲
کربوهیدرات	۳۰±۲	۳۱/۵

* بر اساس مقادیر مندرج بر روی بسته بندی
** بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه

در زیست آزمونهای *NPR*، *RNPR* و *PER* چهار رژیم تجربی مورد (سویا و مخلوط آرد گندم و سویا)، مینا (کازئین و متیونین) و رژیم بدون پروتئین (زیست‌آزمون *PER* فاقد رژیم بدون پروتئین می‌باشد) مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به ترکیب سویا و آرد گندم مقادیر مواد غذایی و مواد مغذی اصلی برای رژیم تجربی پایه (جدول زیر) تنظیم شد. تمام اجزای خشک رژیم‌ها بعد از توزین، به مدت ۵ دقیقه توسط مخلوط‌کن با هم مخلوط و سپس روغن ذرت به مواد مذکور اضافه شد و مجدداً بمدت ۱۵ دقیقه اجزاء رژیم‌های غذایی با هم مخلوط شدند. مطالعات قبلی نشانگر این مطلب است که حداقل زمان ۱۰ دقیقه برای هموژن کردن ترکیبات کافی است. رژیم‌ها برای مدت ۱ هفته تهیه و در یخچال نگهداری می‌شدند. در ضمن همه رژیم‌ها از نظر مقدار رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر با روشهای آزمایشگاهی اندازه‌گیری و سپس آنالیز گردیدند (۲). جدول صفحه بعد، آنالیز شیمیایی رژیمها را نشان می‌دهد.

ترکیب نظری رژیم غذایی پایه در زیست‌آزمونها.

اجزاء اصلی	مقدار (درصد وزن خشک)
پروتئین	۱۰
چربی	۱۰ تا
ساکاروز	۵
فیبر غیر محلول (سلولز)	۵
مخلوط ویتامین‌ها و املاح	۵
نشاسته	باقی تا ۱۰۰
جمع	۱۰۰

مواد اولیه برای تهیه رژیمهای غذایی تجربی (۱۰۰/گرم)

اجزای رژیم	سویا	آرد گندم و سویا	کازئین و متیونین	بدون پروتئین
پروتئین کازئین	۰	۰	۱۰	۰/۲
سویا	۱۹/۳	۷	۰	۰
آرد گندم	۰	۳۵	۰	۰
گلوتن	۰	۴	۰	۰
نشاسته ذرت	۵۶/۳	۲۹/۶	۶۴/۶	۷۴/۸
روغن ذرت*	۹/۸	۹/۶۸	۱۰	۱۰
ویتامین	۱	۱	۱	۱
املاح	۴	۴/۱	۴	۴
فیبر (سلولوز)**	۴/۴	۴/۲	۵	۵
L-متیونین	۰	۰	۰/۲	۰
کولین کلراید	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
شکر	۵	۵	۵	۵
کالری	۳۹۷/۴	۴۰۷/۱	۴۰۸/۴	۴۱۰

* تنظیم شده بر اساس موجودی چربی منابع پروتئینی برای دستیابی به سطح ۱۰ درصد چربی در رژیم نهایی

** تنظیم شده بر اساس موجودی فیبر غیرمحلول منابع پروتئینی و نشاسته، برای دستیابی به سطح فیبر ۵ درصد در رژیم نهایی

قفسهای مجزا قرار گرفتند. فاصله محل استقرار موشها با کف قفس، به کمک توریهایی که برای این مطالعه ساخته شده حفظ گردید تا بدین ترتیب امکان مدفوع خواری (*coprophagy*) از حیوانات سلب شده و از اختلاط ادرار با مدفوع و غذای ریخته شده کاسته شود. بعلاوه در کف قفس کاغذ صافی با قابلیت جذب آب زیاد قرار گرفت تا حداکثر ممانعت از آغستگی مواد غذایی ریخته شده و مدفوع موشها با ادرار صورت گیرد (۲).

طراحی تجربی زیست‌آزمونها

موشها پس از انتقال به آزمایشگاه، آزادانه بمدت ۶ روز (دوره خوگیری: *Acclimation period*) تحت تغذیه با غذای تجارسی قرار داده شدند، پس از اتمام مدت مزبور از میان ۵۰ موش اولیه، ۳۲ عدد موش، جدا و به ازای هر رژیم غذایی تجربی، ۸ حیوان تخصیص یافت. تقسیم موشها در بلوکها به گونه‌ای انجام شد که در نهایت، تفاوت بین میانگینهای وزنی بلوکها، در محدوده ۰/۵ گرم قرار داشت. در آخرین مرحله، رژیمهای غذایی تجربی به طور تصادفی برای هر یک از بلوکها در نظر گرفته شدند.

آنالیز شیمیایی رژیمهای تجربی از نظر رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین

اجزا	سویا	آرد گندم و سویا	کازئین و متیونین	بدون پروتئین
رطوبت	۴/۹۳	۴/۹۲	۴/۹۹	۵/۰۵
خاکستر	۳/۶۷	۳/۶۲	۳/۵۸	۳/۵۵
چربی	۹/۹	۹/۸۶	۹/۸۷	۹/۹۳
پروتئین	۹/۸۴	۹/۷۲	۹/۹	۰/۱

دراین پژوهش از موش صحرانی از شیر گرفته شده از نژاد ویستار (*Wistar*) با سن ۲۳-۲۱ روزه برای انجام زیست‌آزمونها *NPR*، *RNPR* و *PER* استفاده شد. موشها بطور تصادفی به ۴ گروه، هر گروه شامل ۲ بلوک و هر بلوک شامل ۴ موش (از مجموع ۵۰ موش اولیه) تقسیم شدند. در تمام مدت انجام آزمایش، درجه حرارت $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ و رطوبت نسبی اتاق حیوانات ۷۰-۵۰ درصد ثابت نگهداشته شد و روشنایی اتاق بمدت ۱۲ ساعت (از ساعت ۷ بعدازظهر تا ۷ صبح روز بعد) تأمین گردید. توزین حیوانات و بازبینی ظروف آب و غذای هر حیوان قبل از خاموش کردن چراغ صورت گرفت. کف اتاق حیوانات، هر روز شستشو داده شد. در زمان انجام زیست‌آزمونها، موشها در

جدول ۱- میزان تغییرات وزن حیوانات در گروههای تجربی - برای تعیین NPR و $RNPR$

گروه‌های مورد مطالعه	میزان وزن حیوانات (g)	
	ابتدایی	نهایی
بدون پروتئین	۸۰/۷±۱۴/۴	۵۷/۱±۱۲/۳
کازئین و متیونین	۸۰/۸±۷/۱	۱۱۶/۴±۱۵/۲
سویا	۸۰/۶±۱۴/۴	۱۰۴/۷±۱۷/۶
آرد گندم و سویا	۸۰/۷۵±۱۰/۷۵	۹۸/۳۵±۱۵/۴۰
		تغییر وزن
		-۲۳/۶±۳/۲
		+۳۵/۵±۱۰/۶
		+۲۴/۰±۶/۳
		۱۷/۶±۶/۶۹

تعیین NPR و $RNPR$

در این زیست‌آزمون، آب و غذا به مدت ۱۴ روز، به طور آزادانه در اختیار حیوانات قرار داده شد و توزین موش‌ها به طور یک روز در میان صورت گرفت. تعویض قفس حیوانات هر ۴ روز یک‌بار انجام شد و غذای ریخته شده در هر قفس، پس از جمع‌آوری به طور مجزا در ظروف پلاستیکی (بدون درپوش) در دمای اتاق نگهداری گردید. در پایان دوره آزمون، مقدار پروتئین دریافتی توسط هر موش محاسبه و NPR هر یک از منابع پروتئینی مورد و مینا، برای هر موش محاسبه شد (۲، ۹).

میانگین کاهش وزن گروه بدون پروتئین (gr) + افزایش وزن گروه مینا (gr)

$NPR = \frac{\text{میانگین پروتئین دریافتی گروه بدون پروتئین } (gr) - \text{پروتئین مصرفی گروه مینا } (gr)}{\text{میانگین کاهش وزن گروه بدون پروتئین } (gr) + \text{افزایش وزن گروه مینا } (gr)}$

NPR منبع پروتئین سویا

$RNPR = \frac{\text{میانگین پروتئین دریافتی گروه بدون پروتئین } (gr) - \text{پروتئین مصرفی گروه مینا } (gr)}{\text{میانگین کاهش وزن گروه بدون پروتئین } (gr) + \text{افزایش وزن گروه مینا } (gr)}$

تعیین PER

برای ارزیابی روش PER موشها نخست توزین شدند و سپس سه بار در هفته مورد توزین قرار گرفتند. غذا و آب بصورت *ad libitum* (بطور آزادانه) در اختیار موش‌ها قرار داده شد. موش‌ها تحت رژیم‌های ۳گانه (سویا، مخلوط آرد گندم و سویا،

کازئین و متیونین) تغذیه شدند و نهایتاً بعد از ۴ هفته وزن شدند و افزایش وزن در طی این دوره ثبت شد، سپس PER از رابطه زیر محاسبه شد (۱۰).

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

یافته‌ها

این تحقیق بر روی ۳۲ موش صحرایی نر در ۴ گروه ۸ تایی انجام گرفت. تغییرات وزن حیوانات در گروه‌های مورد مطالعه در جدول شماره ۱، ارائه گردید که نشان می‌دهد وزن حیوانات در ابتدای مطالعه و پایان مطالعه در پیگیری ۱۴ روزه (حیوانات گروه کازئین و متیونین با گروه سویا و مخلوط آرد گندم و سویا) اختلاف معنی‌داری نداشتند. میزان غذا و پروتئین دریافتی در گروه‌های مختلف برای تعیین NPR و $RNPR$ در جدول ۲، ارائه گردید که نشان می‌دهد متوسط غذای دریافتی و نیز میزان پروتئین دریافتی گروه کازئین و متیونین با گروه سویا از نظر آماری معنی دار نبود (به ترتیب $P=0/8$ و $P=0/9$). نتایج در گروه کازئین و متیونین با گروه آرد گندم و سویا ($P=0/2$ و $P<0/05$) نشان داد متوسط غذای دریافتی از نظر آماری معنی دار نبود اما برای میزان پروتئین دریافتی از نظر آماری معنی دار بود.

جدول ۲- میزان غذا و پروتئین دریافتی حیوانات بر حسب گروه‌های مورد مطالعه - برای تعیین NPR و $RNPR$

گروه‌های مورد مطالعه	میزان غذای دریافتی (g)		میزان پروتئین دریافتی (g)	
	در ۱۴ روز	متوسط روزانه	در ۱۴ روز	متوسط روزانه
بدون پروتئین	۷۶/۳±۶/۴	۵/۴±۰/۴	۰/۰۷±۰/۰۰۶	۰/۰۰۵±۰/۰۰۰۵
کازئین و متیونین	۱۳۷/۰±۱۴/۱	۹/۷±۱/۰	۱۳/۵±۱/۴	۰/۹±۰/۰۹
سویا	۱۳۴/۷±۱۶/۶	۹/۵±۱/۲	۱۳/۲±۱/۶	۰/۹±۰/۰۱
آرد گندم + سویا	۱۵۶/۳۲±۳۵/۳۸	۱۱/۱۶±۲/۵۲	۱۵/۱۹±۳/۴۳	۱/۰۸±۰/۲۴

آرد گندم و سویا در نمونه‌های مورد بررسی، میزان واقعی در محدوده ۲/۴۹ تا ۲/۹۹ برآورد می‌گردد.

جدول ۴- میزان *NPR* و *RNPR* منابع پروتئینی در حیوانات

<i>RNPR</i>	<i>NPR</i>	گروه‌های مورد مطالعه
۶۲/۷	۴/۳۷±۰/۴۸	کازئین و متیونین
	۲/۷۴ ± ۰/۳۹	آرد گندم و سویا
	$P < 0/001$	نتیجه آزمون

میزان غذا و پروتئین دریافتی در گروه‌ها برای تعیین *PER* در جدول شماره ۵ ارائه گردید که نشان می‌دهد متوسط غذای دریافتی روزانه و ۲۸ روزه، میزان پروتئین دریافتی روزانه و ۲۸ روزه گروه کازئین و متیونین با گروه سویا و گروه کازئین و متیونین با آرد گندم و سویا به لحاظ آماری معنی دار نبود. (به ترتیب $P = 0/09$ ، $P = 0/08$ و $P = 0/08$ ، $P = 0/08$).

جدول ۵- میزان غذا و پروتئین دریافتی حیوانات بر حسب گروه‌های مورد مطالعه - برای تعیین *PER*

میزان پروتئین دریافتی (g)		میزان غذای دریافتی (g)		گروه‌های مورد مطالعه
متوسط روزانه	در ۲۸ روز	متوسط روزانه	در ۲۸ روز	
۱/۰۴±۰/۰۹	۲۹/۴±۲/۶	۱۰/۶±۰/۹	۲۹۷/۱±۲۷/۲	کازئین و متیونین
۱/۰۲±۰/۰۸	۲۸/۷±۴/۷	۱۰/۴±۱/۷	۲۹۲/۳±۴۸/۵	سویا
۱/۵۰±۰/۲۴	۲۹/۷۰±۶/۸۶	۱۰/۹۱±۲/۵۲	۳۰۵/۶۵±۷۰/۵۹	آرد گندم و سویا

PER آرد گندم و سویای سبحان با احتمال ۹۵ درصد در محدوده ۱/۰۷ تا ۱/۲۳ برآورد می‌گردد.

جدول ۷- میزان *PER* منابع پروتئینی در حیوانات

<i>PER</i>	گروه‌های مورد مطالعه
۳/۰۴ ± ۰/۲۴	کازئین و متیونین
۱/۱۵ ± ۰/۱۲	آرد گندم و سویا
$P < 0/001$	نتیجه آزمون

بحث

نتایج تحقیق نشان داد که بطور کلی محصول پروتئین سویا از ارزش کیفی مناسبی برخوردار است و نتایج آن با مطالعات دیگر انجام شده همسو می‌باشد. لازم به ذکر است که تفاوت آماری معنی‌داری میان کیفیت پروتئین سویا و مخلوط آرد گندم و سویا (مورد) با پروتئین کازئین و متیونین (مبنا) مشاهده شد. این تحقیق نشان داد که میزان *NPR* بدست آمده برای پروتئین سویا در مطالعه حاضر $3/75 \pm 0/35$ بود. محققان دیگر هم میزان آنرا $3/72$ (۱۱) گزارش کردند که مشابه و در محدوده فاصله اطمینانی این تحقیق بود. میزان *NPR* بدست آمده برای پروتئین

میزان *NPR* و *RNPR* کازئین و متیونین و سویا در جدول شماره ۳ ارائه شده است که نشان می‌دهد میزان *NPR* سویا $0/7$ و یا حدود $3/16$ درصد کمتر از کازئین و متیونین بود و آماره *t test* نشان داد که این اختلاف به لحاظ آماری معنی دار است ($P < 0/01$) با توجه به میزان *NPR* سویا در نمونه‌های مورد بررسی میزان واقعی در محدوده $3/36$ تا $3/84$ برآورد می‌گردد.

جدول ۳- میزان *NPR* و *RNPR* منابع پروتئینی در حیوانات

<i>RNPR</i>	<i>NPR</i>	
۸۳	۴/۳۷±۰/۴۸	کازئین و متیونین
	۳/۶۵±۰/۳۵	سویا
	$P < 0/01$	نتیجه آزمون

میزان *NPR* و *RNPR* کازئین و متیونین و آرد گندم و سویا در جدول شماره ۴ ارائه شده است که نشان می‌دهد میزان *NPR* آرد گندم و سویا $1/63$ و یا حدود $09/48$ درصد کمتر از کازئین و متیونین بود و آماره *t test* نشان داد که این اختلاف به لحاظ آماری معنی دار است ($P < 0/001$). با توجه به میزان *NPR*

میزان *PER* کازئین و متیونین و سویا در جدول زیر نشان می‌دهد که میزان *PER* سویا $0/84$ و یا حدود $27/63$ درصد کمتر از گروه کازئین و متیونین بود و آماره *t test* نشان داد که این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار است ($P < 0/001$) و میزان واقعی *PER* سویا با احتمال ۹۵ درصد در محدوده ۲ تا $2/4$ برآورد می‌گردد.

جدول ۶- میزان *PER* منابع پروتئینی در حیوانات

<i>PER</i>	گروه‌های مورد مطالعه
۳/۰۴ ± ۰/۲۴	کازئین و متیونین
۲/۲۸ ± ۰/۳	سویا
$P < 0/001$	نتیجه آزمون

میزان *PER* کازئین و متیونین و آرد گندم و سویا در جدول شماره ۷ ارائه گردید که نشان می‌دهد میزان *PER* آرد گندم و سویا $1/89$ و یا حدود $62/18$ درصد کمتر از گروه کازئین و متیونین بود و آماره *t test* نشان داد که این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار است ($P < 0/001$). میزان واقعی

که روی نژاد *NMRI* رازی (نژاد بومی *Rat* صحرائی در مؤسسه رازی حصارک کرج) انجام شد، نتیجه بهتری نشان داده است و بالاخره اینکه شرایط آزمایشگاه برای نگهداری حیوانات، مطلوب بوده است چون هیچ گونه تلفاتی حتی در گروه فاقد پروتئین مشاهده نگردید. با وجود این بر اساس برخی مطالعات، مطالعه حاضر نشان داد که پروتئینهای سویا و مخلوط آرد گندم و سویا از نظر کیفی با پروتئین کازئین (مینا) برابری نمی‌کنند. می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که *NPR*، *RNPR* و *PER* پایین در محصولات سویا به علت قابلیت هضم پایین پروتئین سویا (۲/۸۳) نسبت به کازئین (۹۳/۴) بوده است که آن هم، به علت اسیدهای آمینه سهل الهضم تر موجود در کازئین و وجود اسید آمینه محدودکننده متیونین در پروتئین سویا می‌باشد. با وجود این، بعضی مطالعات نشان داده است که هضم پروتئین سویا با گوشت، شیر، ماهی و تخم مرغ قابل مقایسه است (۱۶). بطور کلی ارزش کیفی پروتئین تحت تأثیر سه عامل است:

۱- ترکیب اسیدهای آمینه ضروری.

۲- هضم پروتئینی

۳- نیاز به اسیدهای آمینه گونه مصرف کننده پروتئین

این فاکتورها در ارزیابی کیفی پروتئین باید در نظر گرفته شوند. یکی از علل عدم برابری هضم واقعی پروتئین سویا با پروتئین کازئین می‌تواند مربوط به حضور ممانعت کننده‌های پروتئین در بیشتر غذاهای خام پروتئینی از جمله سویا باشد در صورتیکه حرارت مناسب می‌تواند موجب تخریب بیشتر ممانعت کننده‌های پروتئین، هیدرولیز بهتر پروتئین (داناتوره شدن بهتر پروتئین) و هضم بیشتر آن گردد (۱۶، ۱۴). البته طبق نظر مسؤول فنی شرکت سویای سبحان محصول مربوطه بدلیل فرآیند انجام شده و اعمال حرارت در خط تولید فاقد ممانعت کننده پروتئین می‌باشد.

کازئین و متیونین در مطالعه حاضر $4/37 \pm 0/48$ بود محققان دیگر نیز $3/75$ (۱۲) و $3/94$ (۹) گزارش کردند که مشابه و در محدوده فاصله اطمینانی با این تحقیق بود. به عبارت دیگر تفاوت مقدار *NPR* و *RNPR* مربوط به دریافت غذا و یا پروتئین دریافتی نبوده است بلکه می‌تواند به قابلیت هضم، کیفیت و راندمان مصرف آن بستگی داشته باشد. همچنین میزان *NPR* بدست آمده برای پروتئین آرد گندم و سویا در این مطالعه $2/74 \pm 0/39$ است ولی در مطالعات *FAO* با نسبت ۵۰ به ۵۰ آرد گندم و سویا $3/62$ بود. میزان *RNPR* در این مطالعه برای پروتئین سویا 83 و برای مخلوط آرد گندم و سویا $62/7$ بدست آمد. میزان *PER* بدست آمده برای پروتئین سویا در مطالعه حاضر $2/28 \pm 0/35$ بود. محققان دیگر نیز میزان آن را $2/15$ (۱۳)، $2/3$ (۱۴) و $2/45$ (۱۵) گزارش کردند که مشابه با این تحقیق بود. میزان *PER* بدست آمده برای پروتئین کازئین و متیونین در مطالعه حاضر $3/04 \pm 0/24$ بود، محققان دیگر هم میزان آن را $3/2$ (۱۳) و $2/5$ (۱۴) گزارش کردند که تقریباً مشابه با این تحقیق بود. شاخص *PER* سویا نسبت به کازئین و متیونین ۷۵ درصد بود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که میزان *PER* بدست آمده برای پروتئین آرد گندم و سویا برابر $1/12 \pm 0/15$ است در حالی که محققان دیگر میزان آن را $1/98$ بدست آوردند (۱۵). علت این تفاوت به نسبت مخلوط کردن سویا با آرد گندم بر می‌گردد. در مطالعه ما $85/1$ آرد گندم با $15/1$ پروتئین سویا مخلوط شده است و در مقایسه با مطالعات دیگران که ۵۰٪ سویا با $50/1$ آرد گندم مخلوط شده است، و کمتر می‌باشد (۱۵). نتایج ارزیابی کیفی بیولوژیکی کسب شده به روشهای *NPR*، *RNPR* و *PER* بر روی منبع پروتئین کازئین، رضایت بخش بوده و نتایج حاصله این بررسی با نتایج سایر مطالعات همسو می‌باشد. این نشانگر آن است که فرمولاسیون رژیم به درستی انجام شده، نژاد و بستار نژاد مناسبی برای مطالعه است و از مطالعه قبلی *RNPR* و *TPD*

REFERENCES:

1. Yang V, Scrimshaw N and et al. **Soybean Protein in human nutrition**. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1979; 56:110-120.
2. **Protein quality evaluation Report of the joint FAO/WHO expert consultation (4-8 Dec. 1989, Bethesda, USA)**. *FAO paper*. 1991; Rome. 51
3. Boutrif E. **Recent developments in protein quality evaluation FNA/ANA**. 1991; 1(2/3): 36-40.
4. Abrahamsson L, Velarde N and Hambraeus L. **The nutritional value of Home prepared and industrially produced weaning foods**. *J Hum Nutr.* 1978; 32:279-284
5. Demaeyer EM. **Processed weaning foods in: Beaton GH, Bengoa JM (Eds). Nutrition in preventive Medicine, WHO, Geneva.** 1976; 389-405
6. 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 Diet.* 1987; 54:26-70
7. Whitney EN, Cataldo CB, Rolfes SR. **Understanding normal and clinical nutrition.** 6th ed. Wadsworth, USA 2002; 183-184

8. Ronald SK and Ronald S. *Pearson, s composition and analysis of foods*. 9th ed. Long man, London. 1997; pp 8-29.

۹. رشیدی آر.ش. مقایسه دو روش امتیاز تصحیح شده اسیدهای آمینه از نظر قابلیت هضم پروتئینی و نسبت خالص نسبی پروتئین در ارزیابی کیفیت پروتئین شادامین گندمی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران. ش ۱۳۷۳. ۱۷۹

10. Snehil K and Sudesh J. **Biological evaluation of protein quality of barley**. *Food Chem*. 1998; 61(1/2):35-39.

11. *Agricultural Stabilization and Conservation Service. Corn/Soy Blend Announcement CSB-3 with Updating Through Amendment 1*. US Agriculture, Shawnee Mission, Kansas. 1982

12. Snehil K and Sudesh J. **Biological evaluation of protein quality of barley**. *Food Chem*. 1998; 61(1/2):35-39

13. Temler Ch, Dormond A, Finot PA. **Assesment of proteins from different sources by Protein Efficency Ratio (PER) and by Nitrogen Retention**. *Nutr Rep Int*. 1984; 28:267-276

14. Torun B, Pineda O, Viteri FE, and Arroyave G. **Protein quality in humans: assessment and in-vitro stimulation** .p.374, ed. by Bodwell CE, Adkins JS, and Hopkins DT. Westport: AVI Publ.Co. 1981

15. Snehil K and Sudesh J. **Biological evaluation of protein quality of barley**. *Food Chem*. 1998; 61(1/2):35-39

16. Liener IE. **Toxic constituents of plant foodstuffs**. NewYork: Academic Press. 1980