تاثیر سطوح مختلف پروتئین جیره‌های غذایی بر رشد و بازماندگی مینیاتورهای شاه میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus*)

سید کاظم جلیل‌زاده مقیمی[۱]؛ باقر مجازی امیری[۲]*؛ محمد پیری[۳]؛ عبدالحمید یزدانی جهرمی[۴] و داود محمد رضایی[۵]

bmamiri@chamran.ut.ac.ir

۱- شرکت شیلان گستر سبز، آستانه اشرفیه صندوق پستی: ۱۳۱۳

۲و۵- گروه شیلات و محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج صندوق پستی: ۴۳۱۴-۳۱۸۵۸

۳- مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی، گرگان صندوق پستی: ۱۳۹

۴- سازمان شیلات ایران، تهران خیابان فاطمی غربی، پلاک ۲۵۰

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۸۵

چکیده

آزمایشات تغذیه‌ای در یک سیستم با جریان آب با میانگین اکسیژن محلول ۰/۷۹±۸/۰۰ میلیگرم در لیتر و متوسط درجه حرارت آب ۲/۹±۲۱/۴ درجه سانتیگراد، جهت بررسی اثر سطوح مختلف پروتئین بر رشد و بازماندگی مینیاتورهای شاه میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) در ایستگاه تحقیقات شیلاتی آستانه اشرفیه انجام شد. چهار جیره آزمایشی خالص با سطوح مختلف پروتئین (۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درصد) تنظیم شد و به ۱۲۰ عدد شاه میگوی آب شیرین به مدت ۹۰ روز در محفظه‌های انفرادی خورانیده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه جهت بررسی میانگین طول کل، وزن، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، نسبت تبدیل غذا، نسبت کارایی پروتئین و مصرف ظاهری پروتئین خالص انجام شد. نتایج نشان داد که میزان بهینه پروتئین برای حصول حداکثر رشد در شاه میگوی آب شیرین حدود ۴۰ درصد می‌باشد. جیره‌های دارای ۳۵ و ۴۰ درصد پروتئین نتایج بهتری در افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، نسبت تبدیل غذا، نسبت کارایی پروتئین و مصرف ظاهری پروتئین خالص ایجاد نمودند. میزان بازماندگی شاه میگوها تحت تاثیر سطوح پروتئین غذا نبودند.

ترکیب لاشه میگوهای آب شیرین تحت تاثیر کیفیت غذا بود. جیره‌های با پروتئین بالاتر منجر به افزایش پروتئین و خاکستر لاشه و کاهش چربی و رطوبت لاشه شدند.

لغات کلیدی: پروتئین، شاه میگوی آب شیرین، *Astacus leptodactylus*، جیره غذایی، رشد، بازماندگی

* نویسندهٔ مسئول

مقدمه

شاه میگوی آب شیرین متعلق به راسته ده‌پایان و از رده سخت‌پوستان می‌باشند. این آبزی بعنوان یک غذای لذیذ و دلچسب از قیمت بالایی برخوردار است. جمعیتهای اروپایی آنها به علت بیماری طاعون ناشی از قارچ *Aphanomyces astaci* در حال نابودی هستند (Westaman *et al.*, 1990).

در حال حاضر تکثیر و پرورش انواع شاه میگوهای آب شیرین در بیشتر نقاط جهان از جمله کشورهای اروپایی و امریکایی روز به روز افزایش می‌یابد و تحقیقات زیادی در مورد پرورش آنها انجام می‌شود. شاه میگوی آب شیرین موجود در ایران نیز گونه‌ای با ارزش بوده و طبق آمار ارائه شده توسط فائو در سال ۱۹۹۸ ارزش هر تن آن ۲۰ هزار دلار بوده است (FAO, 2000).

نقش تغذیه در سودآوری و موفقیت فعالیت‌های آبزی پروری کاملاً روشن است. بنابراین شناخت نیازهای غذایی از اولویتهای تحقیق بشمار می‌رود.

زمانی که پرورش شاه میگوی آب شیرین در استخرها در سطح تجاری مطرح می شود، گونه *A. leptodactylus* در میان گونه‌های آسیایی و اروپایی حائز رتبه اول بوده و در بسیاری از کشورهای اروپایی تکثیر و پرورش این آبزی جزء آبزی پروری‌های پرسود محسوب می‌شود (Arrignon, 1981 ; Masse, 1982 ; Hoger, 1988). این گونه نسبت به تمام گونه‌های اروپایی بیشترین رشد و هم‌آوری را داشته و نسبت به بیماریها مقاوم‌تر است، همچنین پرورش استخری این گونه نسبت به سایر گونه‌ها به علت سازگاری مطلوب آنها متداول‌تر است (Ackefors, 1989 ; Koksal, 1988 ; Hofman, 1980).

تنظیم موفقیت‌آمیز غذاها، برای گونه‌های مختلف بر پایه دانش تعیین نیازهای تغذیه‌ای مختص آنها صورت می‌گیرد. اطلاعات کمی از نیازهای غذایی شاه‌میگوی آب شیرین در دسترس است. خصوصیات رفتاری آنها و سایر سخت‌پوستان در تغذیه بطور معمول موجب بروز مشکلاتی در مطالعات تغذیه‌ای می‌شود زیرا امکان نشت مواد مغذی یا آلودگی باکتریایی در طول آزمایشات وجود دارد (Castell *et al.*, 1989 $_{a,b}$).

از آنجایی که پروتئینها بخش عمده هزینه غذاهای تنظیم شده را تشکیل می‌دهند، تعیین مقدار بهینه پروتئین برای حصول حداکثر رشد ضروری است و اغلب مطالعه‌های تغذیه‌ای با تحقیق بر روی مقدار بهینه پروتئین در غذا شروع می‌شود (Shiau, 1998). لذا این تحقیق جهت تعیین حداقل پروتئین مورد نیاز در جیره غذایی برای حصول حداکثر رشد و بررسی عملکرد جیره‌های غذایی خالص بر شاخصهای مهم تغذیه‌ای شاه میگوی آب شرین صورت گرفت.

مواد و روش کار

مواد خام مورد استفاده برای ساخت جیره‌های آزمایشی قبل از تنظیم جیره‌ها تجزیه شدند و پس از تنظیم و ساخته شدن، برای اطمینان از یکنواخت بودن آنها تجزیه جیره‌ها نیز انجام شد. تجزیه لاشه شاه میگوهای آب شیرین در شروع و پایان آزمایشات برای تمامی تیمارها انجام گردید. برای تجزیه تقریبی جیره و لاشه از روشهای ذکر شده در AOAC, 1990 استفاده شد.

چهار جیره با انرژی یکسان و سطوح مختلف پروتئین (۲۵، ۳۰ ، ۳۵ و ۴۰ درصد) با استفاده از نرم افزار جیره‌نویسی UFFDA تنظیم شد. کازئین، ژلاتین و گلوتن گندم بعنوان منابع پروتئین مورد استفاده قرار گرفتند. برای اینکه در تمامی جیره‌ها انرژی برابر شود در تنظیم جیره‌ها میزان چربی غذاها را تقریباً برابر در نظر گرفته و باقیمانده انرژی جیره با منبع هیدرات کربن (دکسترین) تامین گردید و از یک ماده غیر مغذی (آلفا سلولز) برای تکمیل جیره استفاده شد. جهت برقراری الگوی اسیدهای آمینه مشابه در تیمارهای مختلف از روش تجزیه اسیدهای آمینه لاشه استفاده شد.

پس از تنظیم جیره‌ها مقدار مورد نیاز از هر ماده به دقت وزن شد و مطابق روش ذکر شده در (NRC, 1993) جیره‌ها آماده شدند. ترکیب جیره‌های غذایی و تجزیه تقریبی آنها در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱: ترکیب جیره‌های غذایی (درصد از ماده خشک)

اجزا و شاخص‌ها	سطوح پروتئین غذا (درصد از ماده خشک)			
	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
کازئین	۱۸/۰۱	۲۱/۴۰	۲۴/۸۰	۲۸/۱۹
ژلاتین	۷/۵۰	۸/۸۷	۱۰/۲۴	۱۱/۶۱
گلوتن گندم	۲/۱۰	۳/۱۲	۴/۱۴	۵/۱۶
دکسترین	۵۳/۶۳	۴۷/۴۳	۴۱/۲۳	۳۵/۰۳
روغن ذرت	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰
روغن کبد کاد	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰
پیش مخلوط مواد معدنی	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰
پیش مخلوط ویتامینه	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰
ویتامین E	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
کولین کلراید	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
کلسترول	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
الفا سلولز	۳/۰۶	۳/۴۸	۳/۸۹	۴/۳۱

جدول۲ : تجزیه تقریبی جیره‌های غذایی

اجزا و شاخص‌ها	سطوح پروتئین غذا (درصد از ماده خشک)			
	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
پروتئین خام	۲۴/۷۳±۰/۱	۳۰/۱۳±/۴	۳۵/۱۰±۰/۲۷	۳۹/۲۰±۰/۲
چربی خام	۸/۴۲±۰/۰۲	۸/۶۱±۰/۰۵	۸/۴۸±۰/۰۴	۸/۳۹±۰/۰۸
خاکستر	۵/۱۶±۰/۰۱۱	۵/۲۱±۰/۰۱۶	۵/۵۸±۰/۰۲	۵/۵۱±۰/۰۱۹
فیبر خام	۴/۰۸±۰/۰۰۱	۴/۲۸±۰/۰۰۵	۴/۶۹±۰/۰۰۷	۵/۰۴±۰/۰۰۹
NFE	۴۸/۵۳±۰/۱۳۸	۴۲/۶۳±۰/۱۳۵	۳۷/۱۶±۰/۱۳۰	۳۳/۴۵±۰/۱۲۸
هیدرات کربن	۵۲/۶۱±۰/۱۲۵	۴۶/۹۱±۰/۱۲۱	۴۱/۸۵±۰/۱۱۷	۳۷/۴۹±۰/۱۱۳
انرژی خام (کیلوکالری در گرم)	۳/۹۸۶±۰/۰۰۱	۳/۸۹۹±۰/۰۰۵	۳/۸۹۹±۰/۰۰۴	۳/۹۶۸±۰/۰۰۲

RICEST©

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از تجزیه واریانس یکطرفه و آزمون چند دامنه دانکن ($P<0/05$) جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS صورت گرفت.

تیمار A – وان فایبرگلاس A با ۳۰ تکرار و استفاده از غذای دارای ۲۵ درصد پروتئین

تیمار B - وان فایبرگلاس B با ۳۰ تکرار و استفاده از غذای دارای ۳۰ درصد پروتئین

تیمار C – وان فایبرگلاس C با ۳۰ تکرار و استفاده از غذای دارای ۳۵ درصد پروتئین

تیمار D – وان فایبرگلاس D با ۳۰ تکرار و استفاده از غذای دارای ۴۰ درصد پروتئین

شاه میگوی آب شیرین به صورت انفرادی در محفظه‌های جداگانه استوانه‌ای شکل به قطر و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر نگهداری شدند و جریان دایم و مستقل آب (۰/۱ لیتر در دقیقه) برای هر محفظه برقرار شد. منبع آب مورد استفاده در آزمایشات آب چاه ایستگاه تحقیقات شیلات آستانه اشرفیه بود. دوره نوری به صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی در نظر گرفته شد (Ackefors, 1989). منبع روشنایی در آزمایشات نور سرد لامپ فلورسنت با شدت نور ۱۰۰۰ لوکس بود که در فاصله ۱/۲ متری از سطح آب قرار گرفت. شاه‌میگوها در ساعت ۱۸ هر روز تغذیه شدند و باقی مانده غذاها پس از ۳ ساعت جمع‌آوری و بصورت جداگانه تا پایان هر ماه در ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری گردید، تا در پایان هر ماه مجموع غذای خورده نشده پس از خشک شدن اندازه‌گیری شود. در طول آزمایشات میانگین اکسیژن محلول ۰/۷۹±۸/۰۰ میلی‌گرم در لیتر، متوسط درجه حرارت آب ۲/۹±۲۱/۴ درجه سانتیگراد، میانگین اسیدیته آب ۰/۳۶±۷/۹۳ و میانگین نیتروژن آمونیاکی ۰/۰۰۷±۰/۰۷۹ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد.

۵۰۰ عدد مینیاتور شاه میگوی آب شیرین هم سن و هم وزن با وزن متوسط ۰/۰۰۳±۰/۰۴۰ گرم که از مولدین تقریباً هم وزن بدست آمده بودند انتخاب و بمدت یک ماه تا حد سیری بصورت دسته جمعی با غذای زنده (دافنی) و غذای ابداعی (۸۵ درصد سیست پوسته زدایی شده، ۱۲ درصد پوره سیب‌زمینی، ۲ درصد مخلوط مواد معدنی و ۱ درصد مخلوط ویتامین) تغذیه شدند. پس از پایان دوره۴۱۰ عدد مینیاتور با وزن متوسط ۰/۲۱۶±۰/۸۱۶ گرم بدست آمده که از این میان ۱۲۰ عدد مینیاتور تقریباً هم وزن و بدون نقص عضو با وزن متوسط ۰/۰۲۱ ± ۰/۶۳۴ گرم انتخاب و به محفظه‌های انفرادی بصورت تصادفی انتقال یافتند. قبل از شروع آزمایشات به مدت ۴۸ ساعت غذادهی قطع و سپس با جیره‌های تهیه شده براساس پنج درصد وزن بدن در روز تغذیه شدند.

ضدعفونی محفظه‌ها بصورت هفتگی انجام شد و محل استقرار هر شاه میگو نیز تغییر می‌نمود تا شانس قرار گرفتن یک شاه میگو در موقعیت مناسب‌تر کاهش یابد. ضد عفونی کلی محفظه‌ها و وانهای فایبرگلاس هر ماه در زمان وزن کشی انجام شد. برای وزن نمودن مینیاتورها پس از گرفتن رطوبت بدن هر مینیاتور توسط کاغذ خشک کن، از ترازوی Bosch مدل ۲۰۰-EP با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. اکسیژن محلول و اسیدیته بصورت روزانه و مجموع نیتروژن آمونیاکی نیز بصورت هفتگی اندازه‌گیری گردید. شاخصهای تغذیه‌ای محاسبه شده عبارتند بودند از (Jones *et al.*, 1996 ; Yazdani Jahromi, 1995):

$$\text{درصد افزایش} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

$$\text{نسبت تبدیل غذا} = \frac{\text{غذای خشک مصرف شده (گرم)}}{\text{افزایش وزن گرم}}$$

$$\text{نسبت کارایی پروتئین} = \frac{\text{افزایش وزن تر (گرم)}}{\text{پروتئین مصرف شده (گرم)}}$$

$$\text{مصرف ظاهری پروتئین خالص} = \frac{\text{پروتئین اولیه لاشه (گرم)} - \text{پروتئین نهایی لاشه (گرم)}}{\text{پروتئین مصرف شده (گرم)}} \times ۱۰۰$$

$$\text{نرخ رشد ویژه} = \frac{\text{وزن اولیه Ln- وزن نهایی ln}}{\text{روزهای آزمایش}} \times ۱۰۰$$

نتایج

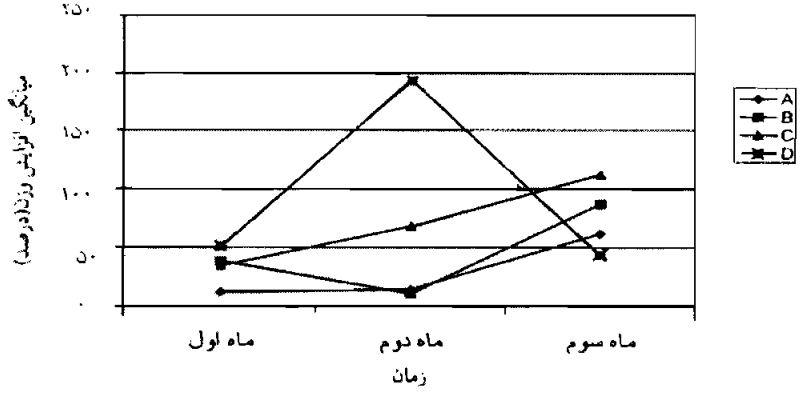
اطلاعات مربوط به میانگین وزن شاه‌میگوها در تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. در شروع آزمایشات وزن اولیه شاه‌میگوها در تیمارهای مختلف غذایی از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار بود (P>۰/۰۵). در پایان ماه اول تیمارهایی که از جیره‌های دارای ۳۰ و ۳۵ درصد پروتئین تغذیه می‌شدند اختلاف معنی‌دار نداشتند (P>۰/۰۵). در سایر تیمارها در طول به ماه آزمایش اختلاف معنی‌داری بین میانگین ها وجود داشت (P<۰/۰۵) و با افزایش میزان پروتئین غذا میانگین وزن شاه میگوها افزایش می‌یافت.

تجزیه واریانس یکطرفه درصد افزایش وزن شاه میگوها پس از به ماه در سطوح مختلف پروتئین نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بیشترین درصد افزایش وزن در پایان آزمایشات متعلق به تیمار ۴۰ درصد پروتئین و به مقدار ۵۴۳/۸ درصد و کمترین مقدار متعلق به تیمار ۲۵ درصد پروتئین و به میزان ۱۰۸/۷ درصد بدست آمد. درصد افزایش وزن در ماهها و تیمارهای مختلف متفاوت بود. در نمودار ۱ میانگین درصد افزایش وزن شاه‌میگوها در ماههای مختلف نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در ماه سوم آزمایشات کاهش چشمگیری در درصد افزایش وزن تیمار D (۴۰ درصد پروتئین) بوجود آمد.

جدول ۳: مقایسه میانگین وزن مینیاتورهای شاه میگوی آب شیرین در تیمارهای مختلف (گرم)

تیمار	میانگین وزن در فازهای مختلف آزمایش			
	شروع آزمایش	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم
A	۰/۶۳۵±۰/۰۲۲^{a}	۰/۷۱۱±۰/۰۳۹^{c}	۰/۸۱۵±۰/۰۴۸^{d}	۱/۳۲۳±۰/۱۱۷^{d}
B	۰/۶۳۴±۰/۰۲۲^{a}	۰/۸۷۵±۰/۰۳۵^{b}	۰/۹۷۲±۰/۰۳۴^{c}	۱/۸۲۸±۰/۱۲۱^{c}
C	۰/۶۳۹±۰/۰۱۹^{a}	۰/۸۶۱±۰/۰۴۴^{b}	۱/۴۵۸±۰/۱۹۷^{b}	۳/۰۷۹±۰/۲۶۸^{b}
D	۰/۶۴۱±۰/۰۲۳^{a}	۰/۹۶۹±۰/۰۶۰^{a}	۲/۸۵۰±۰/۱۱۷^{a}	۴/۱۳۹±۰/۵۲۳^{a}

مقادیری که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌دار ندارند (P>۰/۰۵) (انحراف معیار± میانگین).



نمودار ۱: مقایسه میانگین درصد افزایش وزن شاه‌میگوها در تیمارهای مختلف

با توجه به محاسبه‌های انجام شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد این نتیجه بدست آمد که درصد نرخ رشد ویژه بعد از پایان آزمایشات در سطوح مختلف پروتئین با هم اختلاف معنی دار آماری دارند ($P<0/05$) و بیشترین درصد نرخ رشد ویژه متعلق به تیمار ۴۰ درصد پروتئین (۲/۰۰۶ درصد) و کمترین مقدار متعلق به تیمار ۲۵ درصد پروتئین (۰/۷۹۵ درصد) بود (جدول۴).

نسبت کارایی پروتئین پس از پایان آزمایشات در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود و با انجام آزمون چند دامنه دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشخص گردید که کلیه تیمارها با هم اختلاف داشته و در گروههای همگن واقع نشده‌اند ($P<0/05$). بیشترین نسبت کارایی پروتئین متعلق به تیمار C (۳۵ درصد پروتئین) و به مقدار ۱/۷۶ و کمترین مقدار متعلق به تیمار A (۲۵ درصد پروتئین) و به میزان ۱/۲۹ بدست آمد (جدول۴).

با انجام آزمون چند دامنه دانکن در سطوح اطمینان ۹۵ درصد، نسبت تبدیل غذا در سطوح پروتئین ۳۵ و ۴۰ درصد با هم اختلاف معنی‌دار آماری نداشته و سایر سطوح با یکدیگر از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی دار بودند ($P<0/05$). بیشترین مقدار نسبت تبدیل غذا متعلق به تیمار A (۲۵ درصد پروتئین) و به میزان ۳/۲۲ و کمترین مقدار متعلق به تیمار D (۴۰ درصد پروتئین) و به میزان ۱/۶۰ بدست آمد (جدول۴).

پس از پایان آزمایشات و انجام تجزیه لاشه در تیمارهای مختلف و انجام محاسبه‌های لازم این نتیجه بدست آمد که فقط تیمار ۳۵ و ۴۰ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بوده و گروه همگن واقع شده‌اند ($P<0/05$). تمیارهای ۲۵ و ۳۰ درصد پروتئین خالص متعلق به تیمار ۴۰ درصد پروتئین به میزان ۷۷/۶۷ درصد و کمترین آن متعلق به تیمار ۲۵ درصد پروتئین به میزان ۳۳/۹۶ درصد محاسبه شد (جدول۴).

در این آزمایشات درصد بازماندگی در تیمارهای مختلف ۱۰۰ درصد بود و تنها یکی از مینیاتورها در تیمار ۴۰ درصد پروتئین پوست‌اندازی ناموفق داشت (جدا نشدن کاراپاس از بدن) ولی تا پایان آزمایشات زنده باقی ماند.

تجزیه لاشه مینیاتورهای شاه میگوی آب شیرین در ابتدا و انتهای آزمایشات در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود میانگین پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت لاشه شاه‌میگوها در پایان آزمایشات از لحاظ آماری دچار تغییرات معنی‌دار شده است ($P<0/05$). در این بین تنها خاکستر لاشه شاه‌میگوها در تیمارهای ۲۵ و ۳۰ درصد پروتئین نسبت به مقدار اولیه خاکستر لاشه فاقد اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشد ($P>0/05$).

جدول ۴: مقایسه میانگین درصد افزایش وزن، درصد نرخ رشد ویژه، نسبت کارایی پروتئین، نسبت تبدیل غذا و مصرف ظاهری پروتئین خالص در تیمارهای مختلف

تیمار	درصد افزایش وزن	درصد نرخ رشد ویژه	نسبت کارایی پروتئین	نسبت تبدیل غذا	مصرف ظاهری پروتئین خالص
A	۱۰۸/۷۰۱±۲۰/۰۴۲^{d}	۰/۷۹۵±۰/۱۰۴^{d}	۱/۲۹۳±۰/۲۲۳^{d}	۳/۲۲±۰/۵۶۹^{b}	۳۳/۸۸۸±۸/۶۰۳^{c}
B	۱۸۸/۴۰۲±۱۶/۶۰۸^{c}	۱/۱۹۵±۰/۰۶۲^{c}	۱/۴۴۰±۰/۱۶۶^{c}	۲/۳۵۲±۰/۲۶۶^{b}	۵۱/۵۸۳±۶/۳۴۶^{b}
C	۳۸۱/۷۱۶±۳۷/۰۴۳^{b}	۱/۶۹۲±۰/۰۹۰^{b}	۱/۴۴۰±۰/۰۹۹^{a}	۲/۳۵۲±۰/۰۹۸^{c}	۷۶/۹۲۳±۴/۴۴۲^{a}
D	۵۴۳/۷۹۳±۵۹/۹۹۶^{a}	۲/۰۰۶±۰/۱۰۰^{a}	۱/۶۰۱±۰/۱۲۱^{b}	۱/۶۰۲±۰/۱۲۷^{c}	۷۷/۶۶۳±۵/۹۱۶^{a}

مقادیری که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌دار ندارند ($P<0/05$). (انحراف معیار ± میانگین).

جدول ۵: تجزیه لاشه میناتورهای شاه میگوی آب شیرین ابتدا و انتهای آزمایشات (درصد از ماده خشک)

	تجزیه لاشه				
درصد	تجزیه اولیه لاشه	A	B	C	D
پروتئین خام	۵۱/۰۶±۰/۰۰۱^{a}	۳۸/۱۷±۰/۰۰۸^{e}	۴۰/۵۳±۰/۰۰۵^{d}	۴۵/۲۶±۰/۰۰۳^{c}	۴۸/۹۱±۰/۰۰۹^{b}
چربی خام	۵/۰۶±۰/۰۰۱^{e}	۵/۰۶±۰/۰۰۷^{a}	۱۴/۰۱±۰/۰۱^{b}	۹/۴۸±۰/۰۰۹^{c}	۸/۵۰±۰/۰۰۵^{d}
خاکستر	۲۵/۶۵±۰/۰۸^{c}	۲۵/۷۲ ±۰/۰۱^{c}	۲۵/۸۵ ±۰/۰۱۲^{c}	۲۶/۶۶±۰/۰۹^{b}	۲۷/۴۴±۰/۰۱۱^{a}
رطوبت	۷۵/۶۳±۰/۰۰۵^{a}	۷۴/۴۸±۰/۰۰۴^{b}	۷۴/۲۴±۰/۰۰۳^{c}	۷۳/۹۶±۰/۰۰۱^{d}	۷۳/۰۶±۰/۰۰۷^{e}

مقادیری که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌دار ندارند ($P>0/05$). (انحراف معیار ± میانگین).

بحث

در این تحقیق که جهت بررسی عملکرد رشد شاه‌میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) در پاسخ به سطوح مختلف پروتئین انجام شد، بیشترین میزان رشد با جیره دارای ۴۰ درصد پروتئین بدست آمد. سطوح مختلف پروتئین در دامنه مورد مطالعه بر میزان بازماندگی شاه‌میگوها بی‌تاثیر بود. در مطالعه حاضر سطوح مختلف پروتئین غذا در میانگین وزن، میانگین درصد افزایش وزن، نسبت تبدیل غذا، نسبت کارایی پروتئین، نرخ رشد ویژه و مصرف ظاهری پروتئین خالص تاثیرگذار بود و با افزایش مقدار پروتئین غذا، شاخصهای مذکور بهبود یافت.

در ماه سوم آزمایشات کاهش قابل ملاحظه‌ای در درصد افزایش وزن تیمار D رخ داد که به احتمال زیاد ناشی از عدم پوست‌اندازی اکثر شاه‌میگوها در فاصله دو نمونه‌گیری می‌باشد. از سوی دیگر کاهش دسترسی به فضای زیستی بعلت افزایش اندازه شاه‌میگوها هم می‌تواند بر کاهش درصد افزایش وزن تاثیرگذار باشد. در این آزمایش حداکثر وزن مورد انتظار ۳ گرم بود که مساحت محفظه‌های مورد استفاده برای این منظور کافی بنظر می‌رسید (Akerfors *et al.*, 1992) ولی در تیمار D وزن بدست آمده بیش از مقدار مورد انتظار بود و لذا کاهش دسترسی به فضای زیستی موجب کاهش روند بسیاری از گونه‌های سخت‌پوستان رشد وابسته به تراکم داشته و حتی زمانی که تنها یک فرد در هر محفظه قرار می‌گیرد این موضوع به روشنی مشاهده می‌شود (D'Abramo & Castell, 1997).

بنظر می‌رسد که افزایش وزن تحت تاثیر ناحیه سطحی یا حجم محفظه پرورش باشد. بنابراین در یک آزمایش که افزایش وزن به عنوان پاسخ اصلی در تفسیر نتایج بکار می‌رود ممکن است بدون توجه به اندازه محفظه‌ها نتایج به غلط تفسیر شوند.

طی مطالعه‌ای که توسط Ackefors *et al.*, 1992 بر روی شاه‌میگوی آب شیرین (*Astacus astacus*) انجام شد، این نتیجه بدست آمد که شاه‌میگوهای بزرگتر پس از گذشت زمان فضای کمتری در اختیار دارند (تغذیه انفرادی). در پایان آزمایشاتی این محققین میانگین وزن بدست آمده در تیمارهای مختلف ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ میلیگرم بود و بزرگترین شاه‌میگو به وزن ۳۶۰۰ میلیگرم رسید. طول دوره آزمایشات آنها نیز ۳۹۴ روز بود در مقایسه با نتایج بدست آمده از آزمایش حاضر مقادیر بسیار پایین است. طول دوره آزمایش حاضر نیز به مراتب کوتاهتر بوده و در حدود ۹۰ روز به طول انجامید. دلیل این اختلاف را می‌توان ناشی از ابعاد محفظه‌های نگهداری دانست زیرا محفظه‌هایی که در پژوهش حاضر بکار برده شد حدود بیست برابر بزرگتر از محفظه‌های مورد استفاده توسط Ackefors *et al.*, 1992 بود.

در مطالعه حاضر نسبت کارایی پروتئین تا سطح ۳۵ درصد افزایش و پس از آن کاهش یافت اما میزان پروتئین لاشه تا سطح ۴۰ درصد پروتئین سیر صعودی داشته و پروتئین لاشه شاه‌میگوها در سطوح بالای پروتئین غذا کاهش نیافت. در مقایسه با پژوهشهای انجام شده توسط سایر محققین در آزمایشی که توسط Colvin, 1976 انجام شد نسبت کارایی پروتئین برای جیره‌های حاوی ۲۱، ۳۸/۳، ۴۲/۳ و ۵۳/۱ درصد پروتئین بترتیب ۱/۵۶، ۱/۱۰، ۰/۹۶، ۰/۷۸ بدست آمد. همچنین نتایج آزمایش دیگری که توسط Yazdani Jahromi, 1995 بر روی میگوی سفید هندی انجام شد عبارت بود از: ۰/۷۸، ۰/۸۶، ۱/۱۰ و ۱/۳۳ بترتیب برای جیره‌های حاوی ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد پروتئین که نتایج این دو محقق متفاوت می‌باشد. این نتایج بیانگر این مطلب است که در جیره‌های حاوی ۲۵ تا ۳۵ درصد پروتئین با افزایش پروتئین غذا نسبت کارایی پروتئین افزیش می‌یابد و با افزایش بیشتر پروتئین تا ۴۰ درصد نسبت کارایی پروتئین کاهش می‌یابد در مطالعه دیگری که توسط Jones *et al.*, 1996 بر روی دو گونه شاه‌میگوی آب شیرین استرالیایی انجام شد میزان نسبت کارایی پروتئین در دو جیره مورد آزمایش (۱۵ و ۳۰ درصد پروتئین) به این ترتیب بود که با افزایش میزان پروتئین غذا، نسبت

کارایی پروتئین افزایش یافت.

نظر به اینکه در پژوهش حاضر در ماه سوم آزمایشات کاهش قابل توجهی در شاخصهای رشد تیمار ۴۰ درصد پروتئین بوجود آمد و با توجه به اینکه نسبت کارایی پروتئین یک شاخص وابسته به رشد می‌باشد، بنابراین بدون در نظر گرفتن نتایج این تیمار در آزمایش حاضر رابطه مستقیمی بین نسبت کارایی پروتئین و میزان پروتئین غذا وجود دارد که با نتایج حاصله از کارهای Yazdani Jahromi, 1995 و Jones *et al.*, 1996 مطابقت می‌نماید.

در مقایسه با سایر مطالعه‌های انجام شده با انواع جیره‌های غذایی مختلف میزان افزایش وزن بدست آمده در ماه برای جیره‌های خالص ۰/۵ تا ۱/۵ گرم (Deshimaru, 1981 ; Kanazawa *et al.*, 1970) ۲-۳/۵ تا ۳/۵ گرم برای جیره‌های کاربردی (Zein-Eldin & Meyers, 1973) و تا ۴ گرم افزایش وزن از جیره‌های تجاری (Deshimara, 1981) بدست آمد که با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، نتایج قابل قبولی می‌باشد و تقریباً با دامنه فوق الذکر برابری می‌نماید.

با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر با افزایش میزان پروتئین غذا، نسبت تبدیل غذا کاهش می‌یابد، این اختلاف بین جیره‌های دارای ۳۵ و۴۰ درصد پروتئین به حداقل رسیده و از لحاظ آماری فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P>۰/۰۵). در مطالعه‌ای که توسط Jones *et al.*, 1996 انجام شد نسبت تبدیل غذا در تیمارهای مختلف از ۰/۷۹ تا ۳/۳۲ در نوسان بود که در آزمایش آنها مقدار ۰/۷۹ با جیره حاوی ۳۰ درصد پروتئین بدست آمد که بسیار جالب توجه است و این در حالی است که نسبت تبدیل غذای بدست آمده در آزمایش حاضر حداقل ۱/۶ و حداکثر ۳/۲ بود. درصد مصرف ظاهری پروتئین خالص نیز با افزایش میزان پروتئین غذا افزایش یافت. در مطالعه‌ای که توسط Jones *et al.*,1996 انجام شده بود این شاخص در دو سطح پروتئین ۱۵ و ۳۰ درصد از ۱۸/۷۱ تا ۴۴/۶۴ درصد برای دو گونه مورد مطالعه متفاوت بود که با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر کمتر است البته سطوح پروتئین غذا در آزمایش آنها پایین‌تر از پژوهش حاضر بود. در پژوهش حاضر میزان ۳۳/۹۶ درصد برای تیمار ۲۵ درصد پروتئین و ۷۷/۶۷ درصد برای تیمار ۴۰ درصد پروتئین بدست آمد که بسیار رضایت‌بخش بود.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که سطوح مختلف پروتئین بر ترکیبات بدن مینیاتورها موثر است. افزایش وزن یا طول سخت‌پوستان بیانگر تغییرات فیزیکی اندازه آنها می‌باشد و بطور کلی تنها برای مطالعات دراز مدت شاخصهای مناسبی هستند.

در مطالعه حاضر ترکیب لاشه شاه‌میگوها تحت تاثیر ترکیب غذا بوده و به ظاهر تجمع پروتئین در شاه‌میگوهایی که با مقدار بیشتر پروتئین تغذیه می‌شوند، افزایش می‌یابد. از طرفی بنظر می‌رسد که شاه‌میگوهای تغذیه شده با جیره‌های با پروتئین پایین انرژی را بیشتر به صورت چربی ذخیره می‌کنند. شاید تغییر در میزان خاکستر لاشه نیز به دلیل قرار داشتن شاه‌میگوها در مراحل مختلف پوست‌اندازی باشد زیرا ضخامت کاراپاس با رشد میگوها افزایش یافته و شاه‌میگوها در مراحل مختلف پوست‌اندازی مقدار متفاوتی خاکستر دارند (Jones *et al.*,1996).

براساس نتایج حاصل از این پژوهش بیشترین رشد در تیمارهای مختلف برای شاه‌میگوهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۴۰ درصد پروتئین خام، ۸/۵ درصد چربی خام، ۳۶ درصد هیدرات کربن و ۴ کیلوکالری انرژی خام در هر گرم غذا بدست آمد که می‌توان از این اطلاعات برای تنظیم جیره‌های تجاری استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

مراتب تشکر خود را از همکاری آقای مهندس علی دانش معاونت محترم مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان ابراز می‌داریم. همچنین از آقای دکتر علی نیکخواه به دلیل راهنمایی‌های بسیار مفیدشان تشکر می‌نماییم و از کلیه عزیزانی که در اجرای این تحقیق بنحوی ما را یاری نمودند، سپاسگزاریم.

منابع

Ackefors, H. ; Castell, J.D. ; Boston, L.D. ; Raty, P. and Sveensson, M. , 1992. Standard experimental diets for crustacean nutrition research. II. Growth and survival of juvenile Cray fish *Astacus astacus* (Linne) fed diet containing various amounts of protein, carbohydrate and lipid. Aquaculture. Vol. 104, pp.341-356.

Ackefors, H. , 1989. European freshwater Cray fish. Culture intensification special session on Cray fish culture. Losangeles, USA. 279P.

AOAC(Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official methods of analysis, 15thed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA. 1094P.

Arrignon, J. , 1981. Cray fish. *In*: Freshwater Cray fish. Biology, Management and Exploitation. Holdich, D.M. and Lowery, R.S. (eds). Croomhelm, London, UK. pp.390-391.

Castell, J.D. ; Keam, J.C. ; Dabroamo, L.R. and Conklin, D.E. , 1989a. A standard reference diet for crustacean nutrition research. I.

evaluation of two formulations. Journal of the world Aquaculture Society. Vol. 20, pp. 93-99.

Castell, J.D. ; Keam, J.C. ; Mccann, D.G.C. ; Boghen, A.D. ; Conklin, D.E. and Dabramo, L.R. 1989b. A standard reference diet for crustacean nutrition research. II. Selection of purification procedure for production of rock crab (*Cancer irroratus*) protein ingredient. Journal of World Aquaculture Society. Vol. 20, pp.100-106.

Colvin, P.M. , 1976. Nutritional studies on penaeid prawns: protein requirement, in compounded diets for juvenile *Penaeus indicus* (Milne Edwardes). Aquaculture. Vol. 7, pp.315-326.

D'Abramo, L.R. and Castell, J.D. , 1997. Research methodology. *In*: Crustacean nutrition, vol. 6, D. Abramo, L. R. ; Conklin, D.E. and Akiyama, D.M. (eds). Prepared by the international working group on crustacean nutrition. pp.1-25.

Deshimaru, D. , 1981. Studies on nutrition and diet for prawn *Penaeus japonicus*. Men. Kagoshima. Proj. fish. Exp. Stn. Vol. 12, No.72, pp.31-33.

Food and Agriculture Organization (FAO) , 2000. FAO yearbook fishery statistics', aquaculture production. 1998. Vol. 86/2. Rome, Italy. 169P.

Hofman, J. , 1980. Cray fish biology. *In*: European freshwater Cray fish. Ackefors, H. (ed). Losangles, USA. pp. 78-98.

Hogger, J.B. , 1988. Ecology, population, biology and behavior. *In*: Freshwater Cray fish biology, management and exploitation. Holdich, D.M. and Lowery, R. S. (eds). Croom helm. London, UK. pp.127-138.

Jones, P.L. ; De Silve, S. and Mitchell, B.D. , 1996. Effect of dietary protein content on growth, feed utilization and carcasses composition in destructor Clark (Decapoda, Parastacidae). Aquaculture Nutrition. Vol. 2, pp.141-150.

Kanazawa, A. ; Shimaya, M. ; Kawasaki, M. and kashiwada, K. , 1970. Nutritional requirements of prawn. I. Feeding and artificial diet. Bull. Hpn. Soc. Sci. Fish. Vol. 36, pp.949-945.

Koksal, F. , 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. *In*: Holdich, D.M. and Lowery, R.S. (eds). Freshwater Cray fish biology management and exploitation. Croom helm, London, UK. pp.365-400.

Masse, J. , 1982. Cray fish rearing in France. Bull. FR. Pisic, Vol. 281, pp.162-168.

NRC (National Research Council) , 1993. Nutrient requirement of fish. National Academy Press, Washington, DC. USA. 114P.

Shiau, S.Y. , 1998. Nutrient requirement of penaeid shrimp. Aquaculture. Vol. 164, 93P.

Westman, K. ; Pursiainen, M. and Westman, P. , 1990. Status of Cray fish stocks, fisheries advisory and culture in Europe. Report of the FAO European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) working party on Cray fish. RKTL, KALA tutkimuksia 3. Helsinki.

Yazdani Jahromi, A. , 1995. The effects of varying protein levels on the growth survival and yield of *penaeus indicus* under Iranian condition. M.Sc. Thesis.University of Pertanian, Malaysia.

Zein-Eldin, Z.P. and Meyers, S.P. , 1973. General consideration problem in shrimp nutrition. Proc. World. Maricult. Soc., Vol. 4, pp.299-317.

RICEST

The effects of various levels of protein on the growth and survival of Crayfish (*Astacus leptodactylus*)

Jalilzadeh Moghimi S.K.[1] ; Mojazi Amiri B.[2]* ; Piri M.[3] ; Yazdan Jahromi A.H.[4] and Rezaei D.M.[5]

bmamiri@chamran.ut.ac.ir

1- Shilan Gostar-e-Sabaz Company, Astaneh Ashrafeih, P.O.Box: 1313 Rasht, Iran

2,5- Dept. Of Fisheries and Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, P.O.Box: 31858-4314 Karaj, Iran

3- Inland Water Aquatic Stocks Research Center, P.O.Box: 139 Gorgan, Iran

4- Iranian Fisheries Organization, No. 250, West Fatemi Ave., Tehran, Iran

Received: September 2005 Accepted: November 2006

Keywords: *Astacus leptodactylus*, Purified Diet, Protein Levels, Growth, Survival

Abstract

A feeding experiment was conducted in a flow through water system to investigate effects of different dietary protein levels (isocaloric diets) on growth performance and survival of juvenile crayfish (*Astacus leptodactylus*). Four purified experimental diets with various levels of protein (25, 30, and 40%) were formulated and fed to 120 crayfish for 90 days in the individual compartment. The diets which contained 35-40% dietary protein produced the highest values in weight gain (WG), specific growth rate (SGR), and feed utilization (ANPU). Survival of crayfish was not effected by dietary protein levels. The crayfish that were fed on the diet containing 35% protein had significantly higher PER than those which were fed with a diet containing 40% protein.

Carcase composition was found to be influenced by food type. The higher protein content resulted in an increase in carcase protein and ash contents while a decrease in carcase in lipid and moisture levels was detected as influenced by the protein content. The results indicate the optimum dietary protein level for crayfish to be in the range35 to 40%.

* **Corresponding author**