



دانشگاه گمرک‌های دریایی و آب‌های شیرین

بهره‌برداری و پرورش آبزیان

جلد دوم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۲

<http://japu.gau.ac.ir>

تأثیر جایگزینی جزیی پودر ماهی با پودر سویا در جیره خرچنگ دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*)

*مهدی بنایی^۱، فاطمه دریالعل^۲، سید محمدرضا امام‌پور^۳ و مریم یعقوبی^۴

^۱ استادیار گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء (ص) بهبهان، ^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه تهران،

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء (ص) بهبهان، ^۴ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه شیلات،

دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۲۰

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تغییر ترکیب رژیم غذایی خرچنگ دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*)، با جایگزینی تدریجی پودر سویا به جای پودر ماهی، بر شاخص‌های رشد، پارامترهای بیوشیمیایی همولنف و نیز کیفیت لاشه این جانور انجام گردید. از این رو ۱۲۰ خرچنگ‌های دراز آب شیرین به مدت ۴۵ روز با سه جیره غذایی با نسبت‌های مختلف پودر ماهی به پودر سویا (۱۰۰ به ۰؛ ۸۱ به ۹ و ۲۴ به ۷۶) تغذیه شدند. نتایج به دست آمده از مطالعه پارامترهای بیوشیمیایی همولنف و لاشه خرچنگ‌ها نشان داد که افزایش نسبت سویا در جیره غذایی خرچنگ‌ها، تأثیر سویی بر سلامت این جانوران و نیز کیفیت لاشه آن‌ها ندارد. اما، وزن نهایی، وزن به دست آمده و نرخ رشد ویژه به طور معنی‌داری در خرچنگ‌هایی که با جیره غذایی واجد پودر ماهی و پودر سویا به نسبت ۸۱ به ۹، تغذیه شدند ($P < 0/05$). افزایش نسبت سویا در جیره غذایی، وزن به دست آمده و نرخ رشد ویژه خرچنگ‌ها را به طور معنی‌داری کاهش و ضریب تبدیل غذایی آن‌ها را افزایش داد ($P < 0/05$). بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه، استفاده از

*مسئول مکاتبه: mahdibanace@yahoo.com

پودر سویا به مقداری که بر روی رشد خرچنگ‌ها تأثیر منفی نداشته باشد قابل توصیه است. زیرا می‌تواند در کاهش هزینه پرورش خرچنگ‌ها مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: خرچنگ دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*)، پودر ماهی، پودر سویا، رشد، پارامترهای بیوشیمیایی همولنف

مقدمه

خرچنگ دراز آب شیرین بزرگ‌ترین بی‌مه‌ره شناخته شده در اکوسیستم‌های آب شیرین می‌باشد (هولدیچ، ۲۰۰۲) و از نظر جمعیتی نیز بیومس قابل توجهی از گونه‌های کف‌زی را تشکیل می‌دهد (هولدیچ، ۲۰۰۲). اغلب گونه‌های خرچنگ دراز، شب فعال می‌باشند و با کمک گیرنده‌های شیمیایی و مکانیکی خود غذا، شکار و نیز هم‌نوعان خود را پیدا می‌کنند (نیستروم، ۲۰۰۲). این جانوران، همچون دیگر سخت‌پوستان، قادرند که به‌طور تناوبی رژیم غذایی خود را در زمان‌های مختلف تغییر دهند و این بدان معنی است که تعیین جایگاه این جانوران در زنجیره غذایی به‌میزان و نوع مواد غذایی قابل دسترس آن‌ها بستگی دارد (نکویی‌فرد و همکاران، ۲۰۱۱).

در طی سال‌های اخیر، بسیاری از پژوهش‌گران، با توجه به مشکلات موجود بر سر راه استفاده از پودر ماهی، به دلیل هزینه بالا و محدودیت منابع تأمین آن، به استفاده از منابع جدید پروتئینی از جمله منابع پروتئین گیاهی روی آورده‌اند (هرترامف و پیداد پاسکال، ۲۰۰۰؛ واتاناب، ۲۰۰۲؛ ساموکا و همکاران، ۲۰۰۴؛ آلوارز و همکاران، ۲۰۰۷). جایگزینی جزئی یا کلی سویا به‌جای پودر ماهی در جیره غذایی ماهی توربوت *Psetta maotica* (یگیت و همکاران، ۲۰۱۰)، میگوی سفید *Litopenaeus schmitti* (آلوارز و همکاران، ۲۰۰۷)، سیم دریایی پوزه باریک *Diplodus puntazzo* (هرناندز و همکاران، ۲۰۰۷)، ماهی کویا *Racycentron canadum* (هسو، ۲۰۰۵)، فلاندر ژاپنی *Paralichthys olivaceus* (ماسوموتو و همکاران، ۲۰۰۱)، میگوی سفید غربی *Litopenaeus Vannamei* (داویس و آرنولد، ۲۰۰۰)، سی‌باس اروپایی *Dicentrarchus labrax* (تولی و همکاران، ۲۰۰۰)، ماهی شانک *Sparus aurata* (کیسیل و همکاران، ۲۰۰۰) و سیم دریایی قرمز *Pagrus major* (تاکاگی و همکاران، ۲۰۰۱) به خوبی نشان می‌دهد که در میان منابع پروتئین گیاهی، سویا به‌دلیل داشتن پروفیل اسید آمینه‌ای مطلوب، همچنین فراوانی و قیمت مناسب، به‌عنوان یک کاندیدای مناسب جهت جایگزینی پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان، می‌باشد

(درس جان لی، ۲۰۰۲؛ واتانیپ، ۲۰۰۲). اما باید این نکته را نیز مدنظر داشت که سویا نیز مانند هر منبع پروتئینی گیاهی دیگر واجد ترکیبات ضد تغذیه‌ای فراوانی مانند ترکیبات بازدارنده‌ی تریپسین، لکتین‌ها، اولیگوساکاریدها، آنتی‌ژن‌های سبوسی، فیتواستروژن‌ها، اسید فایتیک، آنتی‌ویتامین‌ها و انواع ساپونین‌ها است که ممکن است بر رشد و نمو و نیز سلامتی آبزیان تأثیرات نامطلوبی داشته باشد (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۱؛ درس جان لی، ۲۰۰۲). با این وجود، در بسیاری از موارد استفاده از سویا در جیره غذایی نه تنها تأثیر منفی بر رشد و سلامت آبزیان نداشته (خان و همکاران، ۲۰۰۳ b و a) بلکه توسط آبرزی به میزان زیادی مصرف شده است (توماس و همکاران، ۲۰۰۵؛ اوگانکویا و همکاران، ۲۰۰۶). با این حال اختلاف در فرمولاسیون جیره غذایی و ویژگی‌های فردی گونه موردنظر از مهم‌ترین دلایل وجود اختلاف در پاسخ تغذیه‌ای آبزیان به استفاده از سویا در جیره غذایی است (رفستی و همکاران، ۲۰۰۰).

خرچنگ‌های آب شیرین، از نظر عادات غذایی بسیار انعطاف‌پذیر می‌باشند و به راحتی می‌توانند از منابع گیاهی و جانوری تغذیه نمایند (یوسیو، ۲۰۰۰؛ یوسیو و تووندسند، ۲۰۰۲؛ نیستروم، ۲۰۰۲؛ دورن و ووج‌داک، ۲۰۰۴؛ تومپسون و همکاران، ۲۰۰۵؛ مک‌کلاین و رومایر، ۲۰۰۹؛ استزر و همکاران، ۲۰۱۱)؛ پرورش خرچنگ قرمز استرالیایی (*Cherax quadricarinatus*) و خرچنگ باتلاقی (*Procambarus clarkii*) با جیره‌های واجد پروتئین گیاهی مانند سویا نمونه‌ای از این موارد است (موزنیک و همکاران، ۲۰۰۴؛ تومپسون و همکاران، ۲۰۰۴؛ تومپسون و همکاران، ۲۰۰۶؛ مک‌کلاین و رومایر، ۲۰۰۹).

مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که با تغییر شرایط زیستی از جمله رژیم غذایی خرچنگ‌ها در طی دوره‌های مختلف زیستی، ممکن است تغییراتی در شاخص‌های رشد، و ترکیب لاشه آن‌ها نیز صورت گیرد (جلیل‌زاده مقیمی و همکاران، ۲۰۰۷؛ قیاس‌وند و همکاران، ۲۰۱۲). تغییر فاکتورهای بیوشیمیایی همولنف خرچنگ‌ها نیز می‌تواند تحت تأثیر تغییرات شرایط فصلی قرار گیرد (بوکاپ و همکاران، ۲۰۰۸). علاوه بر این، شرایط مختلف زیستی مانند چرخه زیستی، بلوغ جنسی، تولیدمثل، پوست‌اندازی و قابلیت دسترسی به مواد غذایی و فاکتورهای غیرزیستی مانند دوره‌ی نوری، دما، pH و اکسیژن محلول در آب می‌تواند به شدت بر پارامترهای بیوشیمیایی و فیزیولوژی سخت‌پوستان تأثیر داشته باشد (روزا و نونز، ۲۰۰۳ b و a، ویناگر و همکاران، ۲۰۰۷).

از آنجایی که دانش ما در زمینه نیازهای غذایی گونه‌های پرورشی خرچنگ‌های دراز آب شیرین، به‌ویژه خرچنگ دراز آب شیرین (*A. leptodactylus*)، بسیار محدود است و همچنین با توجه به

ویژگی‌های تغذیه‌ای خرچنگ‌ها و با در نظر گرفتن امکانات و مشکلات موجود در تهیه و تأمین مواد اولیه غذایی، شاید بتوان براساس رژیم غذایی این جانوران در طبیعت، جیره مناسبی برای آن‌ها تهیه کرد. عدم آگاهی از تأثیر استفاده از منابع پروتئینی گیاهی بر شاخص رشد و فاکتورهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و نیز کیفیت لاشه خرچنگ دراز آب شیرین، سبب شده تا انجام پژوهش در این زمینه امری ضروری به نظر آید. زیرا مطالعه تغییرات در شاخص‌های رشد، فاکتورهای بیوشیمیایی همولنف و نیز کیفیت لاشه آن‌ها نه تنها می‌تواند در ارزیابی و پایش سلامت آبزیان مفید باشد، بلکه در توجیه اقتصادی پرورش این جانوران با رژیم‌های غذایی ارزان قیمت‌تر، مؤثر است. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی تغییرات در شاخص‌های رشد، فاکتورهای بیوشیمیایی همولنف و نیز کیفیت لاشه خرچنگ دراز آب شیرین (*A. leptodactylus*) پس از تغذیه با جیره‌های غذایی با نسبت‌های مختلف پروتئین گیاهی و جانوری است.

مواد و روش‌ها

تهیه خرچنگ و آماده‌سازی شرایط آزمایشگاهی: خرچنگ دراز آب شیرین (*A. leptodactylus*) با میانگین وزنی $35/32 \pm 5/56$ گرم و میانگین طولی $16/96 \pm 1/92$ سانتی‌متر از شرکت ارس میگوی ماکو (استان آذربایجان غربی، ایران) خریداری و در تراکم مناسب و در جعبه‌های یونولیتی به آزمایشگاه انتقال داده شد. پس از انتقال، خرچنگ‌ها جهت سازگاری با شرایط کنترل شده آزمایشگاهی (دمای آب 17 ± 2 درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول در آب ۶ میلی‌گرم در لیتر، $pH 7/4 \pm 0/2$ و ۲۰ درصد تعویض آب در روز و دوره‌ی نوری ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ تاریکی) در طی مدت ۱۴ روز در ۱۲ مخزن ۲۰۰ لیتری توزیع گردیدند. به‌منظور فراهم شدن شرایط مناسب، بستر مخازن با سنگ‌ریزه و پوسته صدف پوشیده شد و از لوله‌های پولیکا به‌عنوان پناهگاه و همچنین سنگ‌ریزه‌های آهکی به‌عنوان منبع تأمین کننده و تنظیم کننده غلظت کلسیم در آب استفاده گردید (بنایی و احمدی، ۲۰۱۱). در طی دوره سازگاری، بنا به توصیه کارشناس شرکت ارس میگوی ماکو، خرچنگ‌ها با گوشت تازه ماهی روزانه به نسب وزنی ۵ درصد وزن زی‌توده تغذیه شدند. در پایان دوره سازگاری، خرچنگ‌ها رقم‌بندی و بیومتری شدند و تعداد ۱۲۰ خرچنگ که از نظر ظاهری سالم به‌نظر می‌رسیدند، جدا گردیدند.

آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی: مواد اولیه جهت تهیه جیره‌های آزمایشی شامل پودر ماهی و پودر سویا به‌عنوان منبع پروتئینی، آرد گندم، آرد ذرت و آرد برنج به‌عنوان منبع کربوهیدراتی و روغن

آفتاب‌گردان به‌عنوان منبع لیپیدی انتخاب و از بازار محلی خریداری شد. مکمل ویتامینی و مواد معدنی نیز از شرکت دارویی رازک داملران تهیه گردید. فرموله نمودن جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسی WUFFDA انجام گرفت. پس از توزین و تعیین نسبت و درصد کلیه مواد مورد نیاز جهت تهیه جیره‌های آزمایشی، پودر ماهی همراه با دیگر مواد به‌صورت پودر با همزن برقی، با یکدیگر مخلوط شد، پس از افزودن روغن آفتاب‌گردان و همچنین زئولیت به‌عنوان ماده پرکننده (زمانی کیاسج‌محله و همکاران، ۲۰۰۷) و نیز تخم مرغ به‌عنوان پلت چسبان، با افزودن ۱ سی‌سی آب به ازای هر گرم پودر غذایی، تا به‌صورت خمیر درآید، سپس به‌مدت ۳۰ دقیقه بخار پز گردید و پس از این مرحله، خمیر حاصل، با استفاده از چرخ گوشتی، چرخ گردید و رشته‌های با قطر ۳/۵ میلی‌متر، ساخته شد. سپس رشته‌های تهیه شده به‌مدت ۱۲ ساعت در آون در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا خشک شود و پس از خشک شدن و سرد شدن رشته‌های غذایی، اندازه‌های تقریباً یکسان برش داده و سپس در ظروف دربسته و در فریزر ۱۸- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی: به‌منظور ارزیابی و تأیید سطح ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی، میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر جیره‌ها براساس روش‌های استاندارد، و به‌ترتیب با دستگاه آون (در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد)، کجلدال، سوکسوله، کوره الکتریکی (در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) تعیین شد. میزان کربوهیدرات (NFE) نیز از طریق برآورد تفاوت مجموع نسبت‌های رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر از مقدار ۱۰۰ درصد و میزان انرژی خام نیز با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر محاسبه گردید (هورویتز و لاتیمر، ۲۰۰۷). آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش نهایی: در طی دوره آزمایش، خرچنگ‌های تحت آزمایش با سه جیره مختلف با نسبت‌های مختلف از پودر ماهی و سویا به‌مدت ۴۵ روز تغذیه گردیدند (جدول ۱). خرچنگ‌ها دو بار در روز و به نسب وزنی ۵ درصد وزن زی‌توده در روز تغذیه شدند (زحمتکش و همکاران، ۲۰۰۷). ۲۴ ساعت پیش از پایان آزمایش، تغذیه خرچنگ‌ها قطع گردید. سپس، از هر تیمار ۱۲ خرچنگ به‌طور تصادفی صید و پس از بیومتری و وزن‌کشی، از فضای پریکاردیوم آن‌ها به‌وسیله سرنگ ۱ سی‌سی همولنف‌گیری صورت گرفت. همولنف جمع‌آوری شده پس از سانتریفیوژ در دستگاه سانتریفیوژ با

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۲)، شماره ۴) زمستان ۱۳۹۲

سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه، تا زمان انجام آزمایش‌های بیوشیمیایی در فریزر ۲۱- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید.

جدول ۱- اجزای جیره‌های آزمایشی و آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی

نسبت پودر ماهی به سویا در جیره غذایی (درصد)			اجزای جیره غذایی
۱۰۰ به ۰ درصد (۱)	۸۱ به ۹ درصد (۲)	۲۴ به ۷۶ درصد (۳)	
۶۰	۵۱/۵	۱۸	آرد ماهی
۰	۱۲	۵۷	آرد سویا
۱۰	۶/۵	۶	آرد ذرت
۱۲	۱۷	۵	آرد گندم
۲	۲	۲	روغن آفتاب‌گردان
۰	۶	۶	سبوس برنج
۰	۰	۱	اسفناج
۱	۱	۱	تخم مرغ
۱	۱	۱	مکمل ویتامینی
۱	۱	۱	مکمل مواد معدنی
۲	۲	۲	ژئولیت
آنالیز جیره‌های غذایی			
۹۲/۵۴	۹۳/۴۴	۹۳/۳۱	مواد خشک
۳۵۰/۲۴	۳۲۳/۱۶	۳۵۴/۵۸	انرژی متابولیسمی (Kcal/g)
۴۰/۲۲	۴۰/۷۴	۴۰/۲۶	پروتئین خام
۱۰/۴۹	۸/۰۴	۱۳/۳	عصاره اتری (لیپید)
۷/۸۶	۹/۸۳	۷/۱۳	خاکستر
۵/۷۹	۷/۱۰	۸/۷۰	فیبر خام
۲۷/۵۶	۲۷/۸۵	۲۴/۲۶	کربوهیدرات

- مولتی‌ویتامین: ۱۵۰۰۰ IU/Kg، A، ویتامین ۱۰۰۰۰ IU/Kg، D3، ویتامین ۲۰ mg/Kg، B1، ویتامین ۳ mg/Kg، B2، ویتامین ۳۰ mg/Kg، B3، ویتامین ۱۰ mg/Kg، B5، ویتامین ۳ mg/Kg، B6، ویتامین ۱۰ mg/Kg، B12، ویتامین ۱۰۰ ویتامین C، ۱۰ mg/Kg، ویتامین E، ۳ mg/Kg، ویتامین K3 است.
- مواد معدنی: ۰/۵ mg/Kg، KCl، ۰/۵ mg/Kg، MgSO4.7H2O، ۰/۰۹ mg/Kg، ZnSO4.7H2O، ۰/۰۰۲۳ mg/Kg، ۰/۰۰۵ mg/Kg، CuSO4.5H2O، ۰/۰۰۵ mg/Kg، KI، ۰/۰۰۰۲۵ mg/Kg، CoCl2.2H2O، ۲/۳۷ mg/Kg، Na2HPO4.

شاخص‌های رشد: میزان اشتها و تمایل خرچنگ‌ها به تغذیه، با توجه به غذای باقی‌مانده در سینی‌های غذایی در بازه زمانی بین هر وعده غذایی، مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص‌های مختلف رشد، وزن نهایی، درصد وزن به‌دست آمده، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی نیز پس از ریخت‌سنجی و وزن‌کشی خرچنگ‌ها، براساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید.

$$\text{وزن اولیه (g) - وزن نهایی (g)} = \frac{\text{وزن اولیه (g)}}{\text{وزن اولیه (g)}} \times 100 = \text{درصد) وزن به‌دست آمده}$$

$$\text{Ln(وزن اولیه بدن) - Ln(وزن نهایی بدن)} = \frac{\text{Ln(وزن اولیه بدن) - Ln(وزن نهایی بدن)}}{\text{دوره آزمایش (روز)}} \times 100 = \text{نرخ رشد ویژه (SGR)}$$

$$\text{غذای دریافتی (g)} = \frac{\text{غذای دریافتی (g)}}{\text{وزن تر به‌دست آمده (g)}} = \text{ضریب تبدیل غذایی (FCR)}$$

فاکتورهای بیوشیمیایی همولنف: اندازه‌گیری فاکتورهای بیوشیمیایی همولنف با استفاده از کیت‌های تهیه شده از شرکت پارس آزمون و با دستگاه اتوآنالایزر صورت گرفت. سطح پروتئین تام همولنف براساس واکنش بایوره و در طول موج ۵۴۰ نانومتر، گلوکز همولنف براساس روش آنزیمی گلوکز اکسیداز و در طول موج ۵۰۰ نانومتر، سطح کلسترول همولنف نیز به روش آنزیمی (CHO-PAP) در طول موج ۵۱۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. سطح فعالیت آنزیم‌های آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) همولنف براساس مقدار مصرف NADPH و تبدیل آن به NAD^+ در طول موج ۳۴۰ نانومتر، لاکتات دهیدروژناز (LDH) همولنف براساس تبدیل پیروات به لاکتات در طول موج ۳۴۰ نانومتر، آلکالین فسفاتاز (ALP) براساس تبدیل نیتروفنیل فسفات به نیتروفنول و فسفات و در طول موج ۴۰۵ نانومتر، تعیین و براساس میزان جذب نوری OD و فرمول ارائه شده در دستورالعمل کیت‌ها محاسبه گردید. اندازه‌گیری کلیه فاکتورهای بیوشیمیایی براساس دستورالعمل کیت‌ها صورت گرفت (توماس، ۱۹۹۸).

آنالیز بیوشیمیایی لاشه: پس از همولنف‌گیری و کشتن خرچنگ‌ها، پوسته خارجی از فیله آن‌ها جدا گردید. پس از وزن‌کشی لاشه، میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر لاشه خرچنگ‌ها براساس روش‌های استاندارد و به ترتیب با دستگاه آون (در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد)، کج‌لدال، سوکسوله و کوره الکتریکی (در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) تعیین شد (هورویتز و لایمر، ۲۰۰۷).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19® و نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی گردید. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($\alpha = 0/05$) صورت گرفت. میانگین داده‌ها (میانگین \pm انحراف معیار) و اختلاف بین تیمارها با حروف الفبا انگلیسی نشان داده شد.

نتایج

شاخص‌های رشد: خرچنگ‌هایی که با جیره (۲) تغذیه شدند، تمایل بیشتری به غذاگیری از خود نشان دادند. همچنین دفعات پوست‌اندازی و نیز درصد مرگ و میر و همچنین هم‌نوع خواری در بین این خرچنگ‌ها در مقایسه با دیگر گروه‌ها کمتر مشاهده شد. با افزایش معنی‌دار وزن نهایی خرچنگ‌هایی که تحت تیمار غذایی جیره (۲) قرار داشتند، درصد وزن به‌دست آمده و نرخ رشد ویژه خرچنگ‌ها در این تیمار نیز به‌طور معنی‌داری در مقایسه با خرچنگ‌هایی که با جیره (۳) تغذیه شدند، افزایش یافت ($P < 0/05$). نتایج به‌دست آمده بیانگر افزایش معنی‌دار در ضریب تبدیل غذایی در خرچنگ‌های تحت تیمار جیره (۳) در مقایسه با خرچنگ‌های تحت تیمار جیره (۱) بود ($P < 0/05$) (جدول ۲).

آنالیز لاشه خرچنگ‌های تحت تیمار رژیم‌های مختلف غذایی واجد نسبت‌های مختلف پودر ماهی به سویا، نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین درصد رطوبت و درصد پروتئین لاشه در گروه‌های مختلف وجود ندارد ($P > 0/05$)؛ در حالی که درصد چربی در خرچنگ‌های تحت تیمار جیره (۳) و نیز درصد خاکستر در خرچنگ‌های تحت تیمار جیره (۱) در مقایسه با دیگر گروه‌ها به‌طور معنی‌داری کمتر بود ($P < 0/05$)؛ (جدول ۳).

مهدی بنایی و همکاران

جدول ۲- شاخص‌های رشد خرچنگ‌های دراز آب شیرین تحت تیمار جیره‌های آزمایشی

نسبت پودر ماهی به سویا در جیره غذایی (درصد)			شاخص‌های رشد
۱۰۰ به ۰ درصد	۸۱ به ۹ درصد	۲۴ به ۷۶ درصد	
۷۶/۶۷	۸۰/۰۰	۷۶/۶۷	درصد بازماندگی
۳۵/۰۵±۲/۲۱ ^a	۳۶/۳۹±۳/۵۴ ^a	۳۵/۰۶±۶/۴۱ ^a	وزن اولیه (گرم)
۴۷/۲۹±۴/۳۷ ^a	۵۲/۲۵±۴/۱۸ ^b	۴۷/۰۹±۷/۳۲ ^a	وزن نهایی (گرم)
۳۲/۰۶±۸/۸۸ ^a	۴۴/۰۴±۱۱/۲۷ ^b	۳۵/۱۶±۱۱/۹۵ ^{ab}	درصد وزن به دست آمده
۰/۶۱±۰/۱۵ ^a	۰/۸۱±۰/۱۸ ^b	۰/۶۷±۰/۱۹ ^{ab}	نرخ رشد ویژه (SGR)
۲/۶۸±۰/۷۴ ^b	۱/۹۲±۰/۵۳ ^a	۲/۴۳±۰/۶۴ ^{ab}	ضریب تبدیل غذایی (FCR)

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشد. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده است.

جدول ۳- تغییرات سطح فاکتورهای کیفی آنالیز بیوشیمیایی لاشه خرچنگ دراز آب شیرین تحت تیمار جیره‌های مختلف آزمایشی

نسبت پودر ماهی به سویا در جیره غذایی (درصد)			آنالیز بیوشیمیایی لاشه
۱۰۰ به ۰ درصد	۱۰۰ به ۰ درصد	۱۰۰ به ۰ درصد	
۸۵/۲۲±۱/۸۶ ^a	۸۵/۷۰±۲/۱۶ ^a	۸۳/۵۳±۱/۷۸ ^a	رطوبت
۷۵/۱۵±۱۰/۳۲ ^a	۷۸/۶۷±۶/۷۷ ^a	۷۴/۰۰±۱۱/۸۸ ^a	پروتئین
۱۸/۹۳±۱/۹۸ ^a	۲۲/۶۴±۲/۹۶ ^b	۲۳/۹۵±۲/۷۱ ^b	لیپید
۷/۵۲±۰/۳۲ ^b	۷/۶۳±۰/۲۱ ^b	۶/۴۴±۰/۱۳ ^a	خاکستر

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشد. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده است.

نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در سطح گلوکز همولنف و نیز سطح فعالیت آنزیم‌های آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار جیره‌های مختلف وجود ندارد ($P > 0.05$) (جدول ۴). با این وجود، سطح فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز در همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار جیره (۲) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سطح فعالیت این آنزیم در همولنف خرچنگ‌هایی است که با جیره (۱) تغذیه شدند ($P < 0.05$). سطح فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در همولنف خرچنگ‌های دراز تحت تیمار جیره (۳) در مقایسه با دیگر گروه‌های آزمایشی

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (۲)، شماره (۴) زمستان ۱۳۹۲

به‌طور معنی‌دار کاهش یافته است ($P < 0/05$). کاهش معنی‌دار ($P < 0/05$) سطح کلسترول در همولنف خرچنگ‌های دراز آب شیرینی که با جیره غذایی (۳) تغذیه شده‌اند، در مقایسه با دیگر گروه‌ها و نیز بالاتر بودن سطح تری‌گلیسرید و پروتئین تام در همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار جیره (۲) از دیگر تغییراتی است که پس از گذشت ۴۵ روز از شروع آزمایش، مشاهده گردید (جدول ۴).

جدول ۴- تغییرات سطح فاکتورهای بیوشیمیایی همولنف خرچنگ دراز آب شیرین تحت تیمار جیره‌های مختلف آزمایشی

فاکتورهای بیوشیمیایی همولنف	نسبت پودر ماهی به سویا در جیره غذایی (درصد)		
	۲۴ به ۷۶ درصد	۸۱ به ۹ درصد	۱۰۰ به ۰ درصد
آسپارات آمینوترانسفراز (U/L)	۴/۴۵±۰/۸۸ ^a	۴/۶۷±۱/۷۳ ^a	۳/۱۱±۱/۴۵ ^a
آلانین آمینوترانسفراز (U/L)	۲/۶۷±۰/۹۹ ^a	۲/۸۹±۱/۴۵ ^a	۲/۶۷±۱/۰۰ ^a
لاکتات دهیدروژناز (U/L)	۱۴/۰۰±۵/۰۲ ^{ab}	۱۶/۸۹±۶/۵۷ ^b	۱۱/۰۰±۱/۸۰ ^a
آکالین فسفاتاز (U/L)	۳۲/۸۹±۷/۱۱ ^a	۴۴/۵۷±۴/۳۴ ^b	۴۹/۲۲±۱۰/۲۳ ^b
گلوکز (mg/dL)	۷/۱۱±۱/۶۱ ^a	۷/۷۸±۱/۹۲ ^a	۶/۲۲±۱/۷۱ ^a
پروتئین تام (g/dL)	۲/۸۳±۰/۶۳ ^{ab}	۳/۵۶±۰/۶۷ ^b	۲/۶۸±۰/۷۳ ^a
کلسترول (mg/dL)	۵۸/۴۵±۴/۶۱ ^a	۷۱/۳۳±۱۱/۱۱ ^b	۷۶/۵۶±۷/۷۸ ^b
تری‌گلیسرید (mg/dL)	۲۱/۵۶±۵/۷۷ ^a	۳۰/۱۱±۷/۴۴ ^b	۲۹/۱۱±۶/۹۳ ^{ab}

حروف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد می‌باشد. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده است.

بحث

اگرچه تأثیر سوء استفاده از پودر سویا در جیره غذایی ماهی‌های پرورشی بر رشد و تکامل و فاکتورهای بیوشیمیایی این آبزیان به اثبات رسیده است (فورد اسکجارویک و همکاران، ۲۰۰۶؛ ونوو و همکاران، ۲۰۰۶؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۶)؛ اما در اغلب مطالعات صورت گرفته در این زمینه بر روی سخت‌پوستان، گزارشی مبنی بر کاهش رشد یا تأثیر سوء استفاده از سویا به‌عنوان یک جایگزین برای پودر ماهی، مشاهده نشده است (گارسیا اوآوا و همکاران، ۲۰۰۳؛ موزینیک و همکاران، ۲۰۰۴؛ تومپسون و همکاران، ۲۰۰۵؛ کامپانا تورس و همکاران، ۲۰۰۵؛ تومپسون و همکاران، ۲۰۰۶؛ کامپانا تورس و همکاران، ۲۰۰۶).

در این مطالعه، خرچنگ‌هایی که با جیره واجد پودر ماهی و پودر سویا به نسبت ۸۱ به ۹ درصد، تغذیه شدند، تمایل بیشتری به غذا از خود نشان دادند؛ که این امر ممکن است به متعادل بودن پروفیل اسیدهای آمینه موجود در جیره غذایی آن مربوط باشد. زیرا پروفیل اسیدهای آمینه جیره غذایی تأثیر به سزایی بر روی اشتهای خرچنگ‌ها دارد (غنی‌زاده کازرونی و ابطحی، ۲۰۱۱). پایین‌تر بودن دفعات پوست‌اندازی و نیز درصد مرگ و میر و همچنین میل هم‌نوع خواری در بین این خرچنگ‌ها در مقایسه با دیگر گروه‌ها نیز می‌تواند موید همین امر باشد. از آنجایی که با افزایش نسبت سویا به پودر ماهی، اشتهای خرچنگ‌ها کاهش و تمایل آن‌ها به هم‌نوع خواری افزایش یافت می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش نسبت برخی از مواد ضد تغذیه‌ای در منابع پروتئین گیاهی در جیره یا برهم خوردن نسبت بین اسیدهای آمینه ضروری، زمینه‌ساز بروز چنین مشکلاتی در خرچنگ‌های مورد آزمایش بوده است. البته، باید این نکته را مدنظر داشت که پوست‌اندازی در بین خرچنگ‌ها مهم‌ترین عامل محرک در افزایش هم‌نوع خواری در بین این جانوران است. اما با توجه به قرار دادن پناهگاه برای پنهان شدن آن‌ها، مشکل هم‌نوع خواری تا حد قابل توجهی در این آزمایش مرتفع گردید.

با توجه به وزن اولیه و وزن نهایی خرچنگ‌ها در تیمارهای مختلف، می‌توان به این نکته اذعان کرد که افزایش وزن نهایی در خرچنگ‌هایی که با جیره دارای پودر ماهی و سویا به نسبت ۸۱ به ۹ درصد، تغذیه شده‌اند به‌طور معنی‌داری بیشتر از دیگر گروه‌ها است. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که خرچنگ‌های *A. leptodactylus* می‌توانند به‌طور هم‌زمان از منابع پروتئینی جانوری و گیاهی تغذیه کنند، اما هرچه نسبت پودر ماهی به سویا در جیره آن‌ها بیشتر باشد، کارایی بهره‌وری خرچنگ‌ها از جیره غذایی بیشتر است. بنابراین با افزایش نسبت سویا به پودر ماهی به نسبت ۷۶ به ۲۴ در جیره غذایی این جانوران، درصد وزن به‌دست آمده و نرخ رشد ویژه خرچنگ‌ها به‌شدت کاهش و نیز ضریب تبدیل غذایی آن‌ها به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. در پژوهش صورت گرفته بر روی شاخص‌های رشد خرچنگ‌های قرمز استرالیایی (*Cherax quadricarinatus*) که با جیره غذایی دارای ۳۵ درصد پروتئین خام با منشاء گیاهی مانند سویا تغذیه شدند، در مقایسه با گروهی که با پروتئین با منشاء جانوری تغذیه شدند، اختلاف معنی‌داری گزارش نشده است (تومپسون و همکاران، ۲۰۰۵). اگرچه استفاده از سویا به‌عنوان یک منبع پروتئین گیاهی در جیره غذایی دیگر سخت‌پوستان و خرچنگ‌های پرورشی می‌تواند کماکان نتایج مشابه با زمانی که از پودر ماهی به‌عنوان منبع پروتئین جانوری در جیره غذایی استفاده می‌شود، در پی داشته باشد (مک‌کلاین و رومایر، ۲۰۰۹). اما استفاده

از سطوح مختلف پروتئین جانوری در جیره غذایی *A. leptodactylus* می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر روی پارامترهای رشد مانند افزایش وزن نهایی، میانگین وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، میزان بهره‌وری از پروتئین و نرخ رشد ویژه داشته باشد (قیاس‌وند و همکاران، ۲۰۱۲).

از آنجایی که کیفیت لاشه معرف بازارپسندی محصول است، بنابراین این فاکتور بسیار مورد توجه پرورش دهندگان می‌باشد (دی‌سوزا، ۲۰۰۶). براساس نتایج به‌دست آمده، یک رابطه معنی‌دار بین سطح پروتئین جانوری موجود در جیره و میزان چربی لاشه وجود دارد؛ یعنی این‌که با افزایش سطح پودر ماهی به‌عنوان منبع پروتئین جانوری در جیره، سطح چربی لاشه افزایش می‌یابد. این امر ممکن است حاکی از این باشد که سطح پروتئین جیره بیش از نیاز فیزیولوژیک جانور می‌باشد، بنابراین مقدار اضافی پروتئین به شکل چربی یا کربوهیدرات در بدن ذخیره می‌شود (کوی و سارجنت، ۱۹۷۹). در حالی که درصد چربی در لاشه خرچنگ‌های تحت تیمار جیره دارای نسبت بالاتر سویا در مقایسه با دیگر گروه‌ها به‌طور معنی‌داری کمتر می‌باشد، که این امر ممکن است به‌دلیل تأثیر ترکیبات موجود در سویا بر روی روند متابولیسم لیپیدها باشد (سوگی‌یاما و همکاران، ۱۹۸۰).

آنالیز لاشه خرچنگ‌ها نشان می‌دهد که با تغییر نوع رژیم غذایی، تغییر معنی‌داری در درصد رطوبت و درصد پروتئین لاشه این جانوران به‌وجود نمی‌آید. مشابه این نتایج در پژوهش صورت گرفته بر روی *Eriocheir sinensis* دیده می‌شود؛ در این سخت‌پوستان تغییر سطح و منبع تأمین پروتئین جیره، تأثیری بر روی سطح پروتئین لاشه خرچنگ‌ها جوان ندارد (مو و همکاران، ۱۹۹۸). این در حالی است که در مطالعه مشابه بر روی *E. sinensis* مشخص شد که با افزایش سطح پروتئین و نسبت پودر ماهی به سویا در جیره غذایی، سطح پروتئین لاشه نیز افزایش می‌یابد (چن و همکاران، ۱۹۹۴).

آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) در بافت‌های مختلفی مانند هپاتوپانکراس، آبشش و عضلات سخت‌پوستان عالی یافت می‌شوند (برگز و بالانتین، ۱۹۹۱). این آنزیم‌ها نقشی مهمی در تنظیم متابولیسم اسیدهای آمینه بازی می‌کنند (موری و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین سنجش سطح فعالیت این آنزیم‌ها، شاخص زیستی مناسبی در پایش سلامت هپاتوپانکراس محسوب می‌شود. اگرچه انتظار می‌رود که استفاده از منبع پروتئین گیاهی که واجد ترکیبات ضدتغذیه‌ای نیز می‌باشد سبب بروز اختلال در عملکرد فعالیت هپاتوپانکراس و تغییر سطح سنتز و فعالیت این آنزیم گردد؛ اما با توجه به عدم تغییر معنی‌داری در سطح فعالیت آنزیم آسپاراتات

آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار رژیم‌های غذایی مختلف می‌توان چنین اذعان کرد که تغییر نوع منبع پروتئینی تأثیری بر سطح فعالیت این آنزیم‌ها در همولنف خرچنگ‌های دراز آب شیرین (*A. leptodactylus*) نداشته است.

آنزیم لاکتات دهیدروژناز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های فعال در مسیر متابولیسم بی‌هوازی کربوهیدرات‌ها است؛ که در بافت‌های مختلف سخت‌پوستان مانند همولنف، تخمدان، آبشش‌ها، هپاتوپانکراس، عضلات و کیسه اسپرمی یافت می‌شود (چورپاگر و کولکارنی، ۲۰۰۹؛ سرنی‌واسان و همکاران، ۲۰۱۰؛ سرنی‌واسان و همکاران، ۲۰۱۱؛ بنایی و احمدی، ۲۰۱۱). بنابراین هر گونه تغییر در سطح فعالیت این آنزیم می‌تواند گویای بروز تغییر در روند متابولیسم بی‌هوازی باشد؛ در چنین حالتی ممکن است روند تبدیل پروتئین به لاکتات و بازتولید گلوکز تسریع گردد (بنایی و احمدی، ۲۰۱۱). اگرچه در پی استفاده از سویا در جیره غذایی خرچنگ‌ها، سطح فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز به ویژه در همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار جیره غذایی دارای پودر ماهی و سویا به نسبت ۸۱ به ۹ درصد افزایش یافت؛ اما تغییری معنی‌داری در سطح فعالیت این آنزیم در همولنف خرچنگ‌هایی که با جیره دارای پودر ماهی و سویا به نسبت ۲۴ به ۷۶ درصد تغذیه شدند، در مقایسه با فعالیت این آنزیم در خرچنگ‌هایی که با جیره واجد منبع پروتئینی ۱۰۰ درصدی از پودر ماهی تغذیه شدند، مشاهده نگردید.

آنزیم آلکالین فسفاتاز (ALP) در بافت‌های مختلف سخت‌پوستان، مانند همولنف، آبشش‌ها، عضلات و هپاتوپانکراس گزارش شده است (سرنی‌واسان و همکاران، ۲۰۱۰؛ بنایی و احمدی، ۲۰۱۱). براساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، سطح فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در همولنف خرچنگ‌های که با جیره غذایی واجد نسبت بیشتر پروتئین گیاهی سویا تغذیه شده‌اند در مقایسه با سایر تیمارها، به‌طور معنی‌دار پایین‌تر است. آلکالین فسفاتاز نقش معنی‌داری در هیدرولیز فسفات و نقل و انتقال آن در غشای سلولی بازی می‌کند و می‌تواند به‌عنوان یک شاخص زیستی مناسب جهت ارزیابی سلامت غشای سلولی به‌کار گرفته شود (بنایی و احمدی، ۲۰۱۱). اندازه‌گیری سطح فعالیت این آنزیم در بررسی عملکرد بافت‌های مختلف به ویژه بافت کبد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (بنایی و احمدی، ۲۰۱۱). بنابراین با توجه به سطح فعالیت آنزیم ALP در همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار، می‌توان اذعان کرد که افزایش نسبت پروتئین گیاهی، برخلاف داشتن ترکیبات ضد تغذیه‌ای گوناگون، تأثیری در ایجاد سمیت سلولی در هپاتوسیت‌ها نداشته است.

براساس نتایج به‌دست آمده، سطح گلوکز همولنف در خرچنگ‌های تحت تیمار جیره‌های مختلف غذایی تغییر معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. گلوکز منوساکارید پایه‌ای است که در همولنف سخت‌پوستان یافت می‌شود و نقش مهمی از نظر فیزیولوژیک در این جانوران ایفا می‌کند، که از آن جمله می‌توان سنتز موکوپلی‌ساکاریدها، سنتز کیتین، سنتز ریبوزوم و نیکوتین‌آمید دی‌نوکلئوتید فسفات احیا شده^۱، تشکیل پیرووات، سنتز گلیکوژن و نیز به‌عنوان یک منبع تولید انرژی اشاره کرد (چانگ و اووگونور، ۱۹۸۳؛ دوترا و همکاران، ۲۰۰۸). سطح پایدار گلوکز همولنف برای تنظیم عملکرد و فعالیت سیستم عصبی، ماهیچه‌ای و نیز سیستم تولیدمثلی سخت‌پوستان ضروری است (ویناگر و داسیلوا، ۲۰۰۲؛ اولیویرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ دوترا و همکاران، ۲۰۰۸). گلوکز همچنین می‌تواند به شکل گلیکوژن در هپاتوپانکراس و در دیگر بافت‌ها مانند ماهیچه‌ها و آبشش تجمع یابد (ویناگر و داسیلوا، ۲۰۰۲؛ اولیویرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ دوترا و همکاران، ۲۰۰۸). چرخه تولید و ذخیره گلیکوژن و سطح گلوکز همولنف بسیار متغیر است و به فاکتورهای مختلف بستگی دارد و بسته به مراحل مختلف رشد، پوست‌اندازی، فصل، رژیم غذایی، وضعیت تغذیه‌ای، سیکل شبانه‌روزی، شوری و سطح اکسیژن محلول در آب تغییر می‌کند (اولیویرا و همکاران، a و b ۲۰۰۴). قرار گرفتن سخت‌پوستان تحت تأثیر شرایط نامطلوب زیستی و استرس‌زا مانند کمبود اکسیژن به‌ویژه در زمان حمل و نقل تجاری خرچنگ‌ها (دوران و همکاران، ۲۰۰۰؛ اسپید و همکاران، ۲۰۰۱)، قرار گرفتن در معرض آلاینده‌های زیست محیطی (لورنزون و همکاران، ۲۰۰۰؛ لورنزون و همکاران، ۲۰۰۱)، و همچنین هر گونه تغییر در سطح فعالیت هورمون‌ها و میانجی‌گرهای عصبی دخیل در تنظیم گلوکز همولنف مانند هورمون افزایشنده گلوکز^۲، سراتونین و دوپامین (لورنزون و همکاران، a و b ۲۰۰۴؛ کومالی و همکاران، ۲۰۰۵)، می‌تواند بر سطح گلوکز همولنف این جانوران تأثیر گذارد. بنابراین براساس نتایج این مطالعه، تغییر نسبت سویا در جیره تأثیر نامطلوبی بر مکانیسم تنظیم گلوکز در همولنف خرچنگ‌های مورد آزمایش نداشته است.

فقدان بافت چربی در سخت‌پوستان سبب شده تا هپاتوپانکراس به‌عنوان مهم‌ترین جایگاه ذخیره چربی مطرح شود؛ با این حال، لیپیدها می‌توانند در بافت ماهیچه‌ای و همچنین در غدد جنسی جنس ماده تجمع یابند (بوکاپ و همکاران، ۲۰۰۸؛ دوترا و همکاران، ۲۰۰۸). به‌عنوان مثال، در خرچنگ

1- NADPH

2- Crustacean hyperglycemic hormone (CHH)

مصبی *Chasmagnathus granulatus* مقدار لیپید کل بیش از ۲۰ درصد از وزن هپاتوپانکراس را به خود اختصاص می‌دهد (کوچارسکی و دا سیلوا، ۱۹۹۱). از این رو هر گونه تغییر در سطح کلسترول و تری‌گلیسرید همولنف می‌تواند به‌عنوان یک شاخص در ارزیابی سلامت هپاتوپانکراس باشد. پایین‌تر بودن سطح کلسترول در همولنف خرچنگ‌های دراز آب شیرینی که با جیره غذایی دارای درصد بالاتری از پودر سویا تغذیه شده‌اند، در مقایسه با دیگر گروه‌ها و نیز کاهش معنی‌دار سطح تری‌گلیسرید در همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار رژیم غذایی مبتنی بر نسبت بیشتر پروتئین با منشأ گیاهی در مقایسه با خرچنگ‌هایی که با جیره غذایی دارای درصد بالاتری از پودر ماهی تغذیه شده‌اند، از تغییراتی است که در این آزمایش مشاهده گردید. از آنجایی که نسبت اسیدهای آمینه آرژینین به لیزین و همچنین گلايسین به متیونین در پروتئین سویا، بالا است، بنابراین کاهش سطح کلسترول در خرچنگ‌هایی که با جیره گیاهی تغذیه شده‌اند، به دور از انتظار نیست. به‌همین ترتیب، بالاتر بودن نسبت اسیدهای آمینه متیونین و لیزین در پروتئین پودر ماهی، می‌تواند سبب افزایش سطح کلسترول خون شود (سوگی‌اما و همکاران، ۱۹۸۰؛ موریتا و او هاشی، ۱۹۹۷). وجود ایزوفلاون‌هایی مانند ژنیستین، دایدزین و گلیستین در سویا (استچلا و راد، ۲۰۰۰)، نیز به دلیل داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی و ضدالتهابی (وردینگ و همکاران، ۲۰۰۴) می‌تواند موجب کاهش سطح چربی‌های خون در جانوران تحت تیمار گردد (موریتا و او هاشی، ۱۹۹۷).

برخلاف این‌که، سطح پروتئین تام در همولنف خرچنگ‌هایی که با جیره (۲)، تغذیه شده‌اند به‌طور معنی‌داری بیشتر از سطح پروتئین تام در همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار جیره (۱) است؛ اما اختلاف معنی‌داری بین سطح پروتئین تام در همولنف خرچنگ‌های تحت تیمار جیره غذایی بر پایه پروتئین گیاهی سویا (۳) با دیگر گروه‌ها مشاهده نشد. در سخت‌پوستان، ظاهراً عضلات مهم‌ترین محل ذخیره پروتئین می‌باشند. در ده‌پایان، سطح اسیدهای آمینه آزاد در بافت‌ها ده برابر بیشتر از سطح اسیدهای آمینه آزاد در بافت مهره‌داران است. مطالعات صورت گرفته بر روی این اسیدهای آمینه نشان می‌دهد که آن‌ها در تنظیم اسمزی و کنترل حجم سلولی نقش دارند (چانگ و اوو کونور، ۱۹۸۳؛ اسپین و همکاران، ۲۰۰۴). از آنجایی که یک توازن بین میزان پروتئین ذخیره شده در بافت‌ها و سطح پروتئین تام در همولنف وجود دارد؛ بنابراین، با توجه به عدم تغییر سطح پروتئین لاشه در خرچنگ‌ها تغذیه شده با جیره‌های مبتنی بر پروتئین گیاهی و جانوری، می‌توان چنین نتیجه گرفت که تغییر نوع رژیم غذایی تأثیری بر سطح پروتئین تام همولنف خرچنگ‌ها ندارد.

در مجموع، با در نظر گرفتن توانایی خرچنگ‌های دراز آب شیرین در استفاده از رژیم‌های غذایی گیاهی و نیز با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه، می‌توان چنین اذعان کرد که استفاده از نسبت ۸۱ به ۹ درصدی پودر ماهی به پودر سویا در جیره غذایی نه تنها تأثیر نامطلوبی بر شاخص‌های رشد، کیفیت لاشه و نیز فاکتورهای بیوشیمیایی آن‌ها نداشته بلکه نرخ رشد خرچنگ‌ها را نیز افزایش داده است. از این‌رو، با توجه به مشکلات موجود در تأمین منابع پروتئین جانوری، به‌ویژه پودر ماهی و نیز هزینه بالای تهیه آن‌ها، استفاده از منابع پروتئین گیاهی مانند سویا، در حد مطلوب می‌تواند جایگزین مناسبی باشد.

سپاسگزاری

به‌این‌وسیله نویسندگان این مقاله از مدیر عامل و کلیه کارکنان محترم شرکت ارس میگوی ماکو (استان آذربایجان غربی، ایران)، که در تأمین خرچنگ دراز آب شیرین ما را یاری نمودند، سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

1. Alcorlo, P., Geiger, W. and Otero, M. 2004. Feeding preferences and food selection of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkia*) in habitats differing in food item diversity. *Crustaceana* 77: 435-453.
2. Alvarez, J.S., Hernandez-Llamas, A., Galindo, J., Fraga, L., García, T. and Villarreal, H. 2007. Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) *Aquaculture Research*, 38: 689-695.
3. Banaee, M. and Ahmadi, K. 2011. Sub-lethal toxicity impact of endosulfan on some biochemical parameters of the freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Research Journal of Environmental Sciences* 5(11): 827-835.
4. Berges, J.A. and Ballantyne, J.S. 1991. Size scaling of whole body maximal enzyme activities in aquatic crustacean. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 2385-2394.
5. Buckup, L., Dutra, B.K., Ribarcki, F.P., Fernandes, F.A., Noro, C.K., Oliveira, G.T. and Vinagre, A.S. 2008. Seasonal variations in the biochemical composition of the crayfish (*Parastacus defossus*) in its natural environment. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 149: 59-67.
6. Campana-Torres, A., Martinez-Cordova, L.R., Villarreal-Colmenares, H. and Civera-Cerecedo, R. 2005. In vivo dry matter and protein digestibility of three-plant derived and four animal-derived feedstuffs and diets for juvenile Australian redclaw (*Cherax quadricarinatus*). *Aquaculture* 250: 748-754.

7. Campana-Torres, A., Martinez-Cordova, L.R., Villarreal-Colmenares, H. and Civera-Cerecedo, R. 2006. Carbohydrate and lipid digestibility of animal and vegetal ingredients and diets for juvenile Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). *Aquaculture Nutrition* 12: 103-109.
8. Chang, E. and O'Connor, J.D. 1983. Metabolism and transport of carbohydrates and lipids. In: Mantell, L.H. (Eds.), *The biology of Crustacea*. Vol. 5. Internal anatomy and physiological regulation. Academic Press, New York, Pp: 263-287.
9. Chen, J.C., Chen, C.T. and Cheng, S.Y. 1994. Nitrogen excretion and changes of hemocyanin protein and free amino acid levels in the hemolymph of *Penaeus monodon* exposed to different concentrations of ambient ammonia-N at different salinity levels. *Marine Ecology Progress Series* 110: 85-94.
10. Chourpagar, A.R. and Kulkarni, G.K. 2009. Toxic effect of copper sulphate on lactate dehydrogenase activity in a freshwater crab, *Barytelphusa cunicularis* (Westwood). *World Journal of Zoology* 4(3): 180-183.
11. Correia, A.M. 2002. Niche breadth and trophic diversity: feeding behaviour of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) towards environmental availability of aquatic macroinvertebrates in a rice field (Portugal). *Acta Oecologia* 23: 421-429.
12. Cowey, C.B. and Sargent, J.R. 1979. Nutrition. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Brett, J.R., (Eds.), *Fish Physiology*, vol. VIII. Academic Press, Orlando, FL, Pp:1-69.
13. Davis, A.D. and Arnold, C.R. 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus Vannamei*). *Aquaculture* 185: 291-298.
14. Dersjant-Li, Y. 2002. The use of soy protein in aquafeeds. In: Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortes, M.G., Simoes, N. (Eds.), *Advances in Aquaculture Nutrition: Sixth International Symposium of Aquaculture Nutrition, Cancun, Quintana Roo, Mexico*. Pp: 527-540.
15. Dorn N.J. and Wojdak J.M. 2004. The role of omnivorous crayfish in littoral communities. *Oecologia* 140: 150-159.
16. D'Souza, N. 2006. Effects of dietary soybean meal and its components on the quality on rainbow trout fillets: isoflavone deposition and lipid oxidative status. M.Sc. Thesis, The University of Maine. 189p.
17. Durand, F., Devillers, N., Lallier, F.H. and Regnault, M. 2000. Nitrogen excretion and change in blood components during emersion of the sub-tidal spider crab (*Maia squinado*). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 127A: 259-271.
18. Dutra, B.K. da Silva, K.M. Zank, C. Conter, M.R. and Oliveira, G.T. 2008. Seasonal variation of the effect of high-carbohydrate and high-protein diets on the intermediate metabolism of *Parastacus brasiliensis* maintained in the laboratory. *Iheringia Série Zoologia* 98(4): 433-440.

19. Førde-Skjærvik, O., Refstie, S., Aslaksen, M.A. and Skrede, A. 2006. Digestibility of diets containing different soybean meals in Atlantic cod (*Gadus morhua*); comparison of collection methods and mapping of digestibility in different sections of the gastrointestinal tract. *Aquaculture* 261: 241-258.
20. Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2001. Anti-nutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199: 197-227.
21. Garcia-Ulloa, G.M., Lopez-Chavarin, H.M., Rodriguez-Gonzalez, H. and Villarreal-Colmenares, H. 2003. Growth of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) juveniles fed isoprotic diets with partial or total substitution of fish meal by soy bean meal: preliminary study. *Aquaculture Nutrition* 9: 25-31.
22. Ghanizadeh Kazerouni, E. and Abtahi, B. 2011. Study of behavioral responses of crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Journal of Marine Science and Technology Research*. 10(1): 24-32.
23. Ghiasvand, Z., Matinfar, A., Valipour, A., Soltani, M. and Kamali, A. 2012. Evolution of different dietary protein and energy levels on growth performance and body composition of narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 11(1): 63-77.
24. Hernandez, M.D., Martinez, F.J., Jover, M. and Garcia, B. 2007. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. *Aquaculture* 263: 159-167.
25. Hertrampf, J.W. and Piedad-Pascual, F. 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 573 p.
26. Holdich, D.M. 2002. Background and functional morphology. In: Holdich, D.M., (Eds.), *Biology of freshwater crayfish*. MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall, Great Britain, Pp: 3-29.
27. Horwitz, W. and Latimer, G. 2007. AOAC International (Association of Official Agricultural Chemist): Extraneous materials isolation. *Official methods analysis*, 25th Edition. Washington. D.C. Pp: 10-100.
28. Hsu, G.P. 2005. Effects of various soybean products and mineral levels on the growth of juvenile cobia (*Racynentron canadum*). Master's Thesis. Institute of Marine Biology, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, 804, Taiwan R.O.C. 87p.
29. Jalilzadeh Moghimi, S.K., Mojazi Amiri, B., Piri, M., Yazdan Jahromi, A.H., and Rezaei, D.M. 2007. The effects of various levels of protein on the growth and survival of crayfish (*Astacus leptodactylus*) *Iranian Scientific Fisheries Journal*. 15(4): 11-20. (In persian)
30. Khan, M.A., Jafri, A.K., Chadha, N.K. and Usmani, N. 2003a. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. *Aquaculture Nutrition* 9: 391-396.

31. Khan, M.N., Perveen, M., Rab, A., Afzal, M., Sahar, L., Ali, M.R. and Naqvi, S.M.H.M., 2003b. Effect of replacement of fish meal by soybean and sunflower meal in the diet of *Cyprinus carpio* fingerlings. Pakistan Journal Biology Science 6: 601-4.
32. Kissil, G.W., Lupatsch, I., Higgs, D.A. and Hardy, R.W. 2000. Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata*) Aquaculture Research 31: 595-601.
33. Komali, M., Kalarani, V., Venkatrayulu, C.H. and Reddy, D.C.S. 2005. Hyperglycemic effects of 5-hydroxytryptamine and dopamine in the freshwater prawn (*Macrobrachium malcolmsonii*). J. Experimental Zoology. 303: 448-455.
34. Kucharski, L.C.R. and Da Silva, R.S.M. 1991. Seasonal variation on the energy metabolism in an estuarine crab (*Chasmagnathus granulata*) Comparative Biochemistry and Physiology 100: 599-602.
35. Lorenzon, S., Brezovec, S. and Ferrero, E.A. 2004b. Species-specific effects on hemolymph glucose control by serotonin, dopamine and L-enkephalin and their inhibitors in *Squilla mantis* and *Astacus leptodactylus* J. Experimental Zoology. 301: 727-736.
36. Lorenzon, S., Edomi, P., Giulianini, P.G., Mettullo, R. and Ferrero, E.A. 2004a. Variation of crustacean hyperglycemic hormone (cHH) level in the eyestalk and hemolymph of the shrimp *Palaemon elegans* following stress. J. Experimental. Biology. 207: 4205-4213.
37. Lorenzon, S., Francese, M. and Ferrero, E.A. 2000. Heavy metal toxicity and differential effects on the hyperglycemic stress response in the shrimp *Palaemon elegans*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 39: 167-176.
38. Lorenzon, S., Francese, M., Smith, V.J. and Ferrero, E.A. 2001. Heavy metal affects the circulating haemocyte number in the shrimp *Palaemon elegans*. Fish Shellfish Immunol. 11: 459-472.
39. Masumoto, T., Tamura, B. and Shimeno, S. 2001. Effects of phytase on bioavailability of phosphorus in soybean meal-based diets for Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Fisheries Science 67: 1075-1080.
40. McClain, W.R. and Romaire, R.P. 2009. Contribution of different food supplements to growth and production of red swamp crayfish. Aquaculture 294: 93-98.
41. Morita, T. and Oh-Hashi, A. 1997. Cholesterol effect of soybean, potato, and rice protein depend on their low methionine contents in rats fed a cholesterol-free purified diet. Journal of Nutrition 127: 470-478.
42. Mu, Y.Y., Shim, K.F. and Guo, I.Y. 1998. Effects of protein level in isocaloric diets on growth performance of the juvenile Chinese hairy crab (*Eriocheir sinensis*). Aquaculture 165: 139-148.

43. Murray, R.K., Granner, D.K. and Rodwell, V.W. 2006. Harper's Illustrated Biochemistry. 27th Edition. Translated by Sobhanian, Kh. Supervised by: Maleknia, N. 790p.
44. Muzinic, L.A., Thompson, K.R., Morris, A., Webster, C.D. Rouse, D.B. and Manomaitis, L. 2004. Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and brewer's grains with yeast in practical diets for Australian redclaw crayfish (*Cheax quadricarinatus*). Aquaculture 230: 359-376.
45. Nekuie Fard, A., Motalebi, A.A., Jalali Jafari, B., Aghazadeh Meshgi, M., Azadikhah, D. and Afsharnasab, M. 2011. Survey on fungal, parasites and epibionts infestation on the *Astacus leptodactylus*, in Aras reservoir West. Iranian Journal of Fisheries sciences 10: 266-275.
46. Nyström, P. 2002. Ecology. In: Holdich, D.M., (Eds.), Biology of freshwater crayfish. Blackwell Science Ltd., Oxford, Pp: 192-235.
47. Ogunkoya, A.E., Page, G.I., Adewolu, M.A. and Bureau, D.P. 2006. Dietary incorporation of soybean meal and exogenous enzyme cocktail can affect physical characteristics of fecal material egested by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 254: 466-475.
48. Oliveira, G.T., Eichler, P., Rossi, I.C., Da Silva and R.S.M. 2004b. Hepatopancreas gluconeogenesis during anoxia and post-anoxia recovery in *Chasmagnathus granulata* crabs maintained on high-protein or carbohydrate-rich diets. Journal Experimental Zoology, 301A: 240-248.
49. Oliveira, G.T., Fernandes, F.A., Bon-Buckup, G., Bueno, A.A. and Da Silva, R.S.M. 2003. Circadian and seasonal variations in the metabolism of carbohydrates in *Aegla ligulata*. Memoirs Museum of Victoria 60: 59-62.
50. Oliveira, G.T., Rossi, I.C., Kucharski, L.C. and Da Silva, R.S.M. 2004a. Hepatopancreas gluconeogenesis and glycogen content during fasting in crabs previously maintained on a high-protein or carbohydrate-rich diet. Comparative Biochemistry and Physiology. 137A: 383-390.
51. Refstie, S., Korsøen, O.J., Storebakken, T.G., Lein, I. and Roem, A.J. 2000. Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 190:49-63.
52. Rosa, R.A. and Nunes, M.L. 2003a. Biochemical composition of deep-sea decapod crustaceans with two different benthic life strategies off the Portuguese south coast. Deep-Sea Research 50(1): 119-130.
53. Rosa, R.A. and Nunes, M.L. 2003b. Changes in organ indices and lipid dynamics during the reproductive cycle of *Aristeus antennatus*, *Parapenaeus longirostris* and *Nephrops norvegicus* females from the south Portuguese coast. Crustaceana 75: 1095-1105.

54. Samocha, T.M., Davis, A.D., Saoud, I.P. and De Bault, K. 2004. Substitution of fish meal by co-extruded soybean poultry by-product meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture* 231: 197-203.
55. Schein, V., Wache', Y., Etges, R., Kucharski, L.C., Wormhoudt, A. and Da Silva, R.S.M. 2004. Effect of hyperosmotic shock on phosphoenolpyruvate carboxykinase gene expression and gluconeogenic activity in the crab muscle. *FEBS Letter* 561: 202-206.
56. Setchell, K.D.R. and Radd, S. 2000. Soy and other legumes: Bean around a long time but are they the super foods of the millennium and what are the safety issues for their constituent phytoestrogens? *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 9: 13-22.
57. Speed, S.R., Baldwin, J., Wong, R.J. and Wells, R.M.G. 2001. Metabolic characteristic of muscles in the spiny lobster, *Jasus edwardsii*, and responses to emersion during simulated live transport. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 128B: 435-444.
58. Sreenivasan, R.S., Moorthy, P.K. and Deecaraman, M. 2010. Variations in enzyme activity of gills and hemolymph in Cypermethrin, a pesticide treated freshwater female field crab (*Spiralothelphusa hydrodroma*) *International Journal of Sustainable Agriculture* 2(1): 10-15.
59. Sreenivasan, R.S., Moorthy, P.K. and Deecaraman, M. 2011. Effects of Cypermethrin exposure on dehydrogenases in activity in the hepatopancreas and abdominal muscle of the freshwater female field crab (*Spiralothelphusa hydrodroma*) *World Journal of Fish and Marine Sciences* 3(2): 117-120.
60. Sugiyama, K., Ohkawa, S. and Muramatsu, K. 1980. Relationship between amino acid composition of diet and plasma cholesterol level in growing rat fed a high cholesterol diet. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 198: 413-432.
61. Takagi, S., Shimeno, S., Hosokawa, H. and Ukawa, M. 2001. Effect of lysine and methionine supplementation to a soy protein concentrate diet for red sea bream (*Pagrus major*). *Fisheries Science* 67: 1088-1096.
62. Thompson, K.R., Metts, L.S., Muzinic, L.A., Dasgupta, S. and Webster, C.D. 2006. Effects of feeding practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, on growth, survival, body composition and processing traits of male and female Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) grown in ponds. *Aquaculture Nutrition* 12: 227-238.
63. Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S., Morton, S.R. and Webster, C.D. 2004. Effects of feeding practical diets containing various protein levels on growth, survival, body composition and processing traits of Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality. *Aquaculture Research* 35: 659-668.

64. Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S. and Webster, C.D. 2005. Evaluation of practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, for juvenile Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). *Aquaculture* 244: 241-249.
65. Tomás, A., De la Gándara, F., García-Gómez, A., Pérez, L. and Jover, M. 2005. Utilization of soybean meal as an alternative protein source in the Mediterranean yellowtail (*Seriola lalandi*). *Aquaculture Nutrition* 11: 333-340.
66. Tomas, L. 1998. *Clinical laboratory diagnostics*, 1st ed. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft. 1526p.
67. Tulli, F., Ramelli, M., Tibaldi, E., Manetti, F., Volpatti, D. and Galcotti, M. 2000. Feeding seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles with soybean products: Effects on growth, feed utilization, serological response and non-specific defence. *Bollettino Societa Italiana di Patologia Ittica* 12: 3-9.
68. Usio, N. 2000. Effects of crayfish on leaf processing and invertebrate colonization of leaves in a headwater stream: decoupling of trophic cascade. *Oecologia* 124: 608-614.
69. Usio, N. and Townsend, C.R. 2002. Functional significance of crayfish in stream food webs: roles of omnivory, substrate heterogeneity and sex. *Oikos* 98:512-522.
70. Valipour, A., Shariatmadari, F., Abedian, A., Seyfabadi, S.J. and Zahmatkesh, A. 2011. Growth, Molting and Survival response of juvenile narrow claw crayfish, *Astacus leptodactylus*, fed two sources of dietary oils. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 10: 505-518.
71. Venou, B., Alexis, M.N., Fountoulaki, E. and Haralabous, J. 2006. Effects of extrusion and inclusion level of soybean meal on diet digestibility, performance and nutrient utilization of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 261: 343-356.
72. Verdrengh, M., Collins, L., Bergin, P. and Tarkowshi, A. 2004. Phytoestrogen genistein as an anti-staphylococcal agent. *Microbes and Infection* 6(1): 86-92.
73. Vinagre, A.S., Amaral, A.P.N., Ribarcki, F.P., Silveira, E.F. and Pèrico, E. 2007. Seasonal variation of energy metabolism in ghost crab (*Ocypode quadrata*) at Siriù Beach (Brazil). *Comparative Biochemistry and Physiology A* 146(4): 514-519.
74. Vinagre, A.S. and Da Silva, R.S.M. 2002. Effects of fasting and refeeding on metabolic processes in the crab *Chasmagnathus granulata*. *Canadian Journal Zoology*. 80: 1413-1421.
75. Wang, Y., Kong, L.J., Li, C. and Bureau, D.P. 2006. Effect of replacing fish meal with soybean meal on growth, feed utilization and carcass composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). *Aquaculture* 261: 1307-1313.
76. Watanabe, T. 2002. Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheries Science (Tokyo)* 68: 242-252.

77. Zahmatkesh, A., Pourreza, J. Abedian, A., Shariatmadari, F., Vaalipour, A. and Karimzadeh, L. 2007. Effects of different levels of calcium on growth criteria and survival of freshwater crayfish, (*Astacus leptodactylus*). Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 11(40B): 385-397.
78. Zamani Kyasajmaheleh, H.A., Hadavi, M. and Khoshkholgh, M.R. 2007. Effects of zeolite levels on growth indexes of juvenile freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*). Iranian Scientific Fisheries Journal. 16(3): 81-90.

