

اثر جایگزینی آرد باقلا (*Vicia faba*) به جای آرد سویا بر رشد، فراسنجه‌های خونی و بیوشیمیایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

امینه زارع تبار^۱، حسین اورجی^۲، حسین رحمانی^۲، فرید فیروزبخش^{۲*}، خسرو جانی خلیلی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

۳- دانشجوی دکتری شیلات، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۷

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۵

*نویسنده مسئول مقاله: f.firouzbakhsh@sanru.ac.ir

چکیده

اثر جایگزینی آرد باقلا با آرد سویا در ۴ سطح جایگزینی (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ($12/5 \pm 0/09$ گرم) به مدت ۷ هفته بررسی شد. نتایج نشان داد که تا ۳۰ درصد جایگزینی سویا با آرد باقلا تأثیر منفی بر روند رشد ماهی نداشت، ولی در تعداد گلبول قرمز و درصد هماتوکریت بین تیمارها و گروه شاهد اختلاف معناداری مشاهده شد ($p < 0/05$). بیشترین تعداد گلبول قرمز ($2/03 \pm 0/23$) و هماتوکریت ($44/3 \pm 1/52$) در تیمار ۱۵ درصد مشاهده شد. بررسی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون بیانگر عدم اختلاف معنادار در میزان کلسترول، پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین در تیمارها با گروه شاهد بود ($p \geq 0/05$). بیشترین میزان گلوکز ($139/04 \pm 22/2$) و تری‌گلیسرید ($323/54 \pm 11/8$) در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف معناداری با تیمار ۱۵ درصد آرد باقلا نداشت. این مطالعه نشان داد که افزودن ۳۰ درصد آرد باقلا به جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، تأثیری منفی بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و بازماندگی ماهیان ندارد.

کلید واژگان: آرد باقلا، قزل‌آلای رنگین‌کمان، فراسنجه‌های خونی، رشد

مقدمه

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مهم‌ترین گونه آزاد ماهیان پرورشی در آب شیرین است که سهم بالایی در تأمین غذای انسان دارد (NafisiBehabadi, 2005). قزل‌آلای رنگین‌کمان در پرورش آبزیان از اهمیت اقتصادی بسیار زیادی برخوردار است و به‌عنوان یک گونه آزمایشی در جوامع علمی مطرح است (Drummond, 1995). صنعت آبزی‌پروری در دنیا به دلیل افزایش جمعیت، سودآوری و همچنین ارزش غذایی گوشت ماهی نسبت به دیگر پروتئین‌های حیوانی به‌سرعت افزایش یافته است (FAO, 2003).

موفقیت در زمینه آبزی‌پروری تحت تأثیر چندین عامل مهم از جمله جیره مناسب است. بدون شک یکی از مهم‌ترین شاخصه‌ها، تعیین جیره متعادل است که همهٔ احتیاجات غذایی را برای رشد مناسب و سلامت ماهی تأمین کند (Salehi et al., 2008). به لحاظ اهمیت و نقش عمده تغذیه در هزینه‌های تولید آبزیان، مطالعه در این زمینه از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Mahmoodi et al., 2009). منابع پروتئینی به‌عنوان گران‌ترین و مهم‌ترین بخش جیره در تغذیهٔ آبزیان محسوب می‌شوند. بیشترین مواد مغذی که امروزه در آبزی‌پروری برای جیره غذایی استفاده می‌شود، منابع پروتئینی گیاهی از جمله آرد سویا است (Montra et al., 2001). امروزه کاربرد پروتئین سویا در غذای انسان و غذای حیوانی افزایش یافته است، از این رو به منابع جدید پروتئینی به‌عنوان جایگزین سویا در جیره غذایی ماهیان نیاز است. باقلا به‌عنوان یکی از منابع جایگزین آرد سویا مطرح شده است (Hughes, 1991). این گیاه در بسیاری از مناطق ایران به‌ویژه استان گیلان، مازندران، خوزستان، لرستان، فارس و کهکیلویه و بویراحمد کشت می‌شود، اما همه ساله

مقداری از این محصول به دلایل مختلف از سوی انسان استفاده نمی‌شود. دانه باقلا یکی از منابع غذایی است که در ایران تا حدودی ناشناخته است و علاوه بر مصرف انسانی می‌تواند نقش مهمی در تغذیه دام و طیور داشته باشد. باقلا به لحاظ پتانسیل و ارزش غذایی مفید در غذاهای تجاری ماهیان در برخی از کشورها استفاده می‌شود (Sudaryono et al., 1999). بنابراین از باقلا می‌توان به‌عنوان یک محصول فرعی در جیره غذایی آبزیان استفاده کرد (Shams shargh, 2008). ارزش غذایی باقلا به‌ویژه پروتئین خام و انرژی محتوای آن سبب شد که امکان جایگزینی آن در جیره غذایی دام و آبزیان به‌جای مواد تأمین‌کننده پروتئین نظیر کنجاله سویا و مواد انرژی‌زای جیره بررسی شود (Glencross et al., 2004). باقلا حاوی ۲۵-۳۰ درصد پروتئین خام، ۴۰-۵۰ درصد کربوهیدرات و ۱۰-۱۵ درصد چربی خام است (Azaza et al., 2009).

محققان باقلای مصری را به‌عنوان یک منبع پروتئینی در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌کار بردند (Higuera et al., 1988). همچنین برخی از محققان نشان دادند که استفاده از باقلای مصری به‌جای کنجاله سویا در جیره قزل‌آلای رنگین‌کمان سبب بهبود رشد شده است (Hughes, 1991). در حال حاضر در زمینه استفاده از آرد دانه باقلای فابا در جیره غذایی آبزیان در ایران تحقیقی انجام نشده و تنها مطالعات محدودی در زمینه استفاده از آن در جیره جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (Shams shargh, 2008). با توجه به مطالب مذکور، تحقیق حاضر به‌دنبال بررسی و ارزیابی جایگزینی باقلای فابا به‌جای آرد سویا در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و تغییرات فراسنجه‌های خونی و سرمی ناشی از این جایگزینی است.

مواد و روش‌ها

ماهی و امکانات آزمایشی

ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی $12/5 \pm 0/09$ گرم از کارگاه تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا واقع در شهر ساری خریداری، و به سالن پرورش ماهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل و به مدت ۱۰ روز با شرایط محیطی سازگار شدند. این آزمایش در ۵ تیمار (هر تیمار ۶۰ قطعه ماهی) با سه تکرار در سطوح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلای جایگزین پودر سویای جیره در تانک‌های ۳۰۰ لیتری انجام شد. ماهیان روزانه در سه وعده (صبح، ظهر و عصر) با غذایی که به صورت پلت تهیه شده بود به میزان ۲ درصد وزن بدن به مدت ۷ هفته تغذیه شدند.

برای آماده‌سازی غذا ابتدا ناخالصی‌های پودر ماهی با الک ۱۰۰ میکرونی جدا شدند. دیگر مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت جیره‌های غذایی به کمک ترازوی دیجیتال وزن و به خوبی با پودر ماهی مخلوط شدند. پس از آن، روغن به مخلوط مواد اضافه و برای ۱۵

دقیقه کاملاً باهم مخلوط شدند. پس از آن آب به تدریج به مخلوط مواد اضافه گردید تا حدی که مخلوط حاصل شکل خمیری به خود گرفت. سپس مخلوط حاصل به کمک چرخ‌گوشت خانگی (ساخت شرکت پارس خزر) به صورت رشته‌هایی با قطر ۲ تا ۲/۵ میلی‌متر درآمدند. رشته‌های خارج شده از چرخ‌گوشت روی سینی‌های توری گسترده شده و در داخل آون در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت کاملاً خشک شد. در زمان خشک شدن رشته‌های غذا زیر رو شدند تا تمام رشته‌ها به طور یکنواخت خشک شوند. پس از خشک شدن، جیره‌های غذایی خرد شدند تا اندازه مناسب پیدا کنند، سپس در بسته‌هایی شماره‌گذاری شده و در پلاستیک بسته‌بندی و تا زمان مصرف در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (جدول ۱). هم‌زمان با شروع فعالیت کارگاهی، مقدار غذای مورد نیاز به صورت روزانه از فریزر خارج و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و استفاده شد.

جدول ۱ مقدار ترکیب مواد اولیه خوراکی در جیره‌های آزمایشی

اجزای (درصد)	شاهد	تیمار ۱ (۱۵ درصد)	تیمار ۲ (۳۰ درصد)	تیمار ۳ (۴۵ درصد)	تیمار ۴ (۶۰ درصد)
پودر ماهی ^۱	۴۰	۳۸	۳۷	۳۵	۲۷
آرد سویا ^۲	۳۰	۲۰	۱۰	۰	۰
آرد گندم ^۳	۷	۵	۲	۰	۰
آرد باقلا	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
روغن سویا	۱۵	۱۴	۱۴	۱۳	۱۰
ملاس نیشکر	۵	۵	۴	۴	۰
مکمل ویتامین ^۴	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
مکمل معدنی ^۵	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳

آنالیز جیره (درصد)	شاهد	%۱۵	%۳۰	%۴۵	%۶۰
ماده خشک	۹۳/۴۱	۹۴/۲۳	۹۴/۱۵	۹۳/۸۵	۹۳/۶۸
پروتئین	۴۲/۵	۴۲/۳۵	۴۲/۱	۴۱/۷۷	۴۱/۲
چربی	۲۰/۴۵	۱۹/۹۷	۲۰/۹	۱۹/۳	۱۸/۹
خاکستر	۱۰/۴	۱۰/۱	۱۰/۸	۱۰/۳	۱۰/۶
کربوهیدرات	۲۶/۶۵	۲۷/۵۸	۲۶/۲	۲۸/۶۳	۲۹/۳

۱. پودر ماهی کیلکا (*Clupeonella delicatula*)، شرکت پارس کیلکا میرو
۲. آرد سویا، خوراک دام مازندران، ساری
۳. آرد گندم، خوراک دام مازندران، ساری
۴. هر ۱۰۰ گرم پرمیکس ویتامینی حاوی ۱۵۰۰ I.U. ویتامین A، ۳۰۰۰ I.U. ویتامین D_۳، ۵ گرم تیامین، ۵ گرم ریبوفلاوین، ۶ گرم نیاسین، ۴ گرم پیریدوکسین، ۱ گرم اسید فولیک، ۴ میلی گرم سیانوکوبالامین، ۳۰ گرم ویتامین C، ۳ گرم ویتامین K_۳، ۹ گرم توکوفرول
۵. هر ۱۰۰ گرم پرمیکس معدنی حاوی ۳۰۰۰ میلی گرم آهن، ۵۰۰۰ میلی گرم روی، ۱۰ میلی گرم سلنیوم، ۵۰ میلی گرم کبالت، ۳۰۰ میلی گرم مس، ۲۵۰ میلی گرم منگنز، ۳۰۰ میلی گرم ید، ۵۰۰ میلی گرم کولین کلراید

اندازه گیری شاخص های خونی

شاخص های گلبولی از جمله میانگین حجم گلبول قرمز (MCV)، میانگین هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH) و میانگین غلظت هموگلوبین در گلبول قرمز (MCHC) بر اساس فرمول های زیر محاسبه شد (Campbell et al., 2007).

$$MCV = (\text{مقدار هماتوکریت} / \text{گلبول قرمز در میلیون}) \times 10 \times$$

$$MCH = (\text{مقدار هموگلوبین} / \text{گلبول قرمز در میلیون}) \times 10 \times$$

$$MCHC = (\text{مقدار هموگلوبین} / \text{مقدار هماتوکریت}) \times 100 \times$$

میزان گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین با استفاده از کیت های آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون و با اسپکتوفتومتر محاسبه گردید (Hawk et al., 1954).

اندازه گیری شاخص های رشد

بیومتری ماهیان هر ۱۵ روز یکبار انجام شد. میزان وزن گیری در تیمارهای آزمایش و درصد افزایش وزن بدن محاسبه گردید.

در انتهای دوره پرورش از هر تکرار ۴ عدد ماهی به صورت تصادفی انتخاب و پس از بیهوشی با اسانس گل میخک، خون گیری از قسمت ساقه دمی انجام شد. بخشی از نمونه های خون در لوله های حاوی هپارین قرار گرفتند تا شمارش گلبول قرمز، شمارش گلبول سفید و سنجش میزان هماتوکریت صورت گیرد. بخشی دیگر در لوله های فاقد ماده ضد انعقاد خون قرار گرفتند و پس از تشکیل لخته، سرم خون جداسازی شد و در میکروتیوپ های جداگانه قرار گرفت. نمونه های سرم جداسازی شده تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری گردید (Mehrabi et al., 2012). شمارش گلبول قرمز و سفید با استفاده از لام ثوبار و محلول رقیق کننده نات و هریک بر اساس روش بولیس (Bullis, 1993)، میزان هموگلوبین خون بر اساس روش سیانومت هموگلوبین با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر و بر اساس روش درابکین (Drobkin, 1945) انجام گرفت. درصد هماتوکریت با روش میکروهماتوکریت و خط کش مخصوص سنجیده شد (Stoskopf, 1993).

نتایج

نتایج حاصل از تغذیه ماهی‌ها با سطوح مختلف آرد باقلای جایگزین آرد سویا بر روند افزایش وزن قزل‌آلای رنگین‌کمان در شکل ۱ نشان داده شده است. از نظر میزان افزایش وزن بین تیمار شاهد و تیمارهای ۱۵ و ۳۰ درصد آرد باقلا اختلاف معناداری مشاهده نشد ($p \geq 0.05$). در حالی که میزان افزایش وزن در تیمارهای ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا کاهش معناداری نسبت به تیمار شاهد نشان داد ($p < 0.05$).

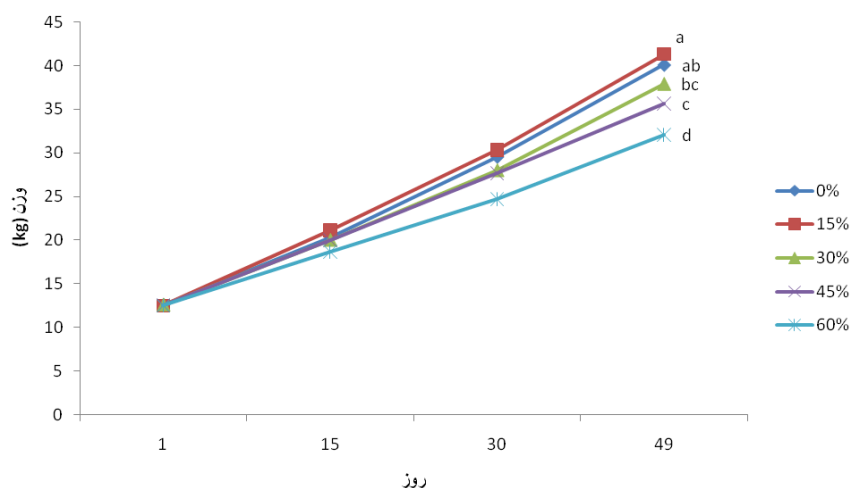
درصد افزایش وزن بدن

$$= \frac{\text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times 100$$

(De Silva and Anderson, 1995)

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از روش آنالیز واریانس یک طرفه در نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۷ تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در حدود اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت.



شکل ۱ میانگین $\pm$ انحراف معیار، حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنادار است ($p < 0.05$) روند افزایش وزن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با آرد باقلا به مدت ۷ هفته. تیمار شاهد (صفر درصد آرد باقلا) و تیمارهای حاوی آرد باقلا (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا)

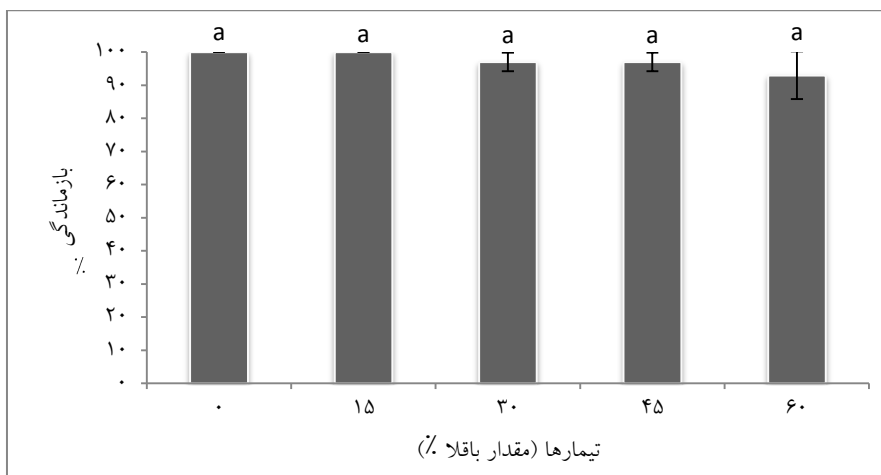
و ۳۰ درصد آرد باقلا تغذیه کردند، مشابه گروه شاهد بود، اما به هر حال این میزان در تیمار ۶۰ درصد آرد باقلا به صورت چشم‌گیری کاهش یافت.

آنالیز رگرسیون (جدول ۲) نیز نشان داد که روند افزایش وزن در همه تیمارها به صورت معناداری با افزایش زمان، افزایش می‌یابد. روند افزایش وزن ماهیانی که از ۱۵

جدول ۲ معادله رگرسیونی روند افزایش وزن ماهی قزل آلائی رنگین کمان در تیمارهای مختلف آزمایش

زمان	معادله رگرسیونی	R ²	P-value
۰	$Y_0 = 0.0577X + 11/93$	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰
۱۵	$Y_{15} = 0.060X + 12/03$	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰
۳۰	$Y_{30} = 0.0528X + 12/8$	۱	۰/۰۰۰
۴۵	$Y_{45} = 0.0482X + 12/50$	۰/۹۹۶	۰/۰۰۲
۶۰	$Y_{60} = 0.0406X + 12/32$	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰

بررسی میزان بازماندگی در تیمارهای آزمایشی در شکل ۲ نشان داده شده است. یافته‌های حاصل از نمودار بازماندگی نشان می‌دهد که بین تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف جایگزینی آرد باقلا و تیمار شاهد اختلاف معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$).



شکل ۲ مقایسه میانگین ($\pm$ انحراف معیار)، درصد بازماندگی ماهیان قزل آلائی رنگین کمان تغذیه شده با آرد باقلا به مدت ۷ هفته. تیمار شاهد (صفر درصد آرد باقلا) و تیمارهای حاوی آرد باقلا (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا)

نتایج تغییرات فراسنجه‌های خونی در جدول ۳ ارائه شده است. بر این اساس، کمترین تعداد گلبول قرمز در تیمار ۶۰ درصد مشاهده شده است که از نظر آماری اختلاف معناداری ($p < 0.05$) با تیمار شاهد و تیمار ۱۵ درصد آرد باقلا نشان داده است. در حالی که بین تیمار ۱۵ درصد و گروه شاهد اختلاف معناداری از نظر تعداد گلبول قرمز مشاهده نشده است. بیشترین درصد هماتوکریت در تیمار ۱۵ درصد آرد باقلا (44.3 ± 1.05) مشاهده شده است، ولی اختلاف معناداری با تیمار شاهد نشان نداد ($p \geq 0.05$). در حالی که درصد هماتوکریت در تیمار ۱۵ درصد با دیگر تیمارها اختلاف معنادار ($p < 0.05$) را نشان داده است. در بررسی شاخص‌های گلبولی (MCV, MCH, MCHC) و میزان هموگلوبین اختلاف معناداری بین شاهد و دیگر گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد.

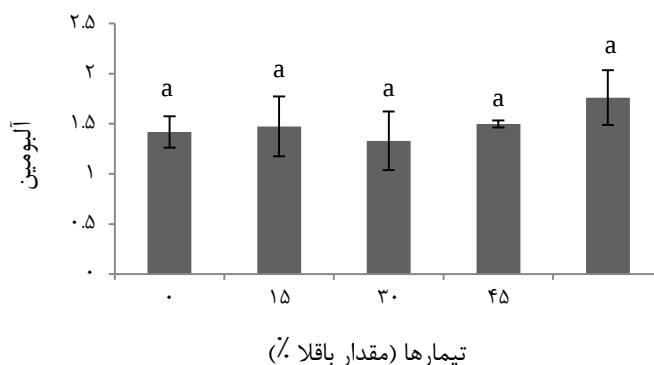
جدول ۳ بررسی فراسنجه‌های خونی در تیمارهای تغذیه‌شده با درصد مختلف جایگزینی آرد باقلا به جای آرد سویا

شاخص‌های خونی	شاهد	۱۵٪	۳۰٪	۴۵٪	۶۰٪
گلبول قرمز $\times 10^6$ (عدد در میلی‌متر مکعب)	11.77 ± 0.07^{ab}	12.03 ± 0.23^{a2}	10.66 ± 0.38^{abc}	11.33 ± 0.28^{bc}	11.24 ± 0.19^c
گلبول سفید $\times 10^3$ (عدد در میلی‌متر مکعب)	$11.7/834 \pm 60.12^{a1}$	$12.0/32 \pm 210.9^{a2}$	$10.8/80.2 \pm 30.57^{a1}$	$11.8/90.7 \pm 30.57^{a1}$	$11.6/57.8 \pm 74.03^{a1}$
هماتوکریت	42.3 ± 0.57^{ab}	44.3 ± 1.52^{a2}	41.6 ± 1.52^{b1}	42 ± 1^{b2}	41 ± 1^{b1}
هموگلوبین	8.33 ± 0.59^{a1}	9.33 ± 0.31^{a2}	7.90 ± 1.17^{a1}	7.84 ± 0.96^{a1}	7.79 ± 0.56^{a1}
MCV (fl)	$23.9/37 \pm 10.18^{ab}$	$21.9/37 \pm 18.12^{b2}$	$27.7/27 \pm 67.1^{ab}$	$25.7/3 \pm 79.2^{a3}$	$33.5/80 \pm 49.3^{a3}$
MCH (pg)	47.7 ± 2.4^{a2}	46.27 ± 6.2^{a2}	50.94 ± 6^{a5}	61.72 ± 21^{a6}	64.07 ± 12^{a6}
MCHC (%)	19.67 ± 3.1^{a1}	21.03 ± 1^{a2}	19.03 ± 4.7^{a1}	18.60 ± 1.7^{a1}	18.97 ± 1.3^{a1}

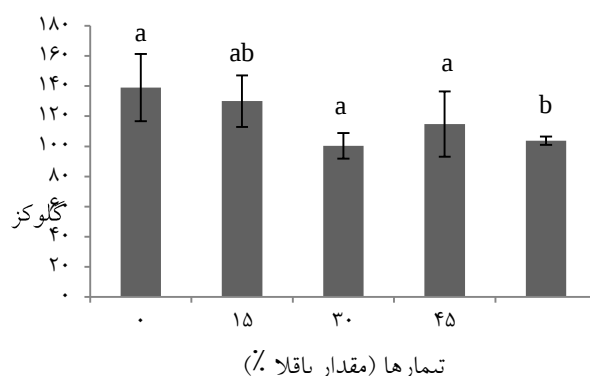
* میانگین ($\pm$ انحراف معیار)، حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنادار است ($p < 0.05$)

درصد مشاهده شد. بین تیمارهای ۱۵، ۳۰ و شاهد اختلاف معناداری از نظر مقدار تری‌گلیسرید وجود نداشت. مقادیر کلسترول، پروتئین کل، آلبومین و گلوبولین اختلاف معناداری از لحاظ آماری بین تیماری مختلف نشان ندادند ($p \geq 0.05$).

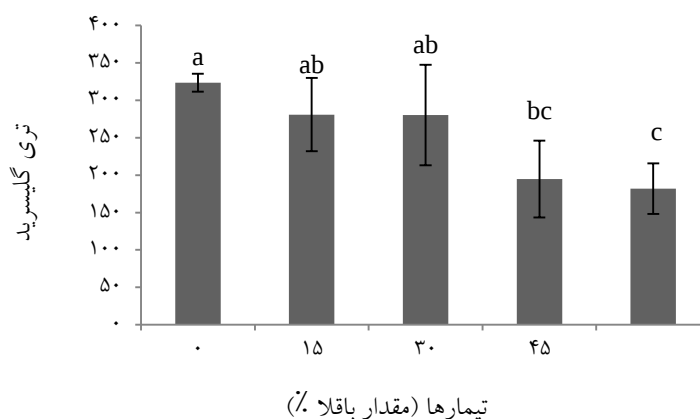
نتایج حاصل از شاخص‌های بیوشیمیایی خون در شکل‌های ۳ تا ۸ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، بیشترین میزان گلوکز در تیمار شاهد تعیین شد که از نظر آماری با تیمارهای ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا اختلاف معناداری را نشان داده است. از نظر مقدار تری‌گلیسرید نیز بیشترین میزان در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۶۰



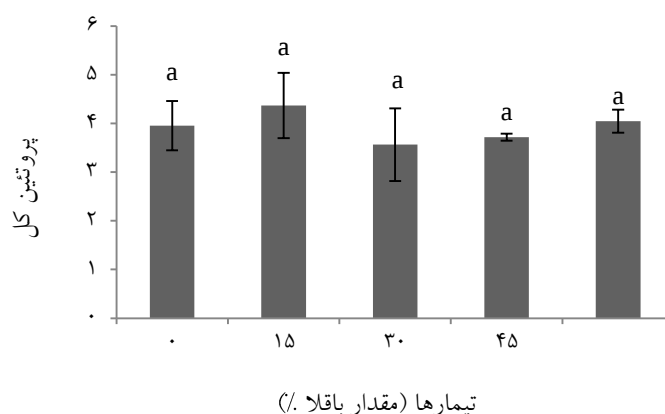
شکل ۳ میانگین ($\pm$ انحراف معیار)، تغییرات آلبومین در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح مختلف آرد باقلا در طی ۷ هفته. تیمار شاهد (صفر درصد آرد باقلا) و تیمارهای حاوی آرد باقلا (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا)



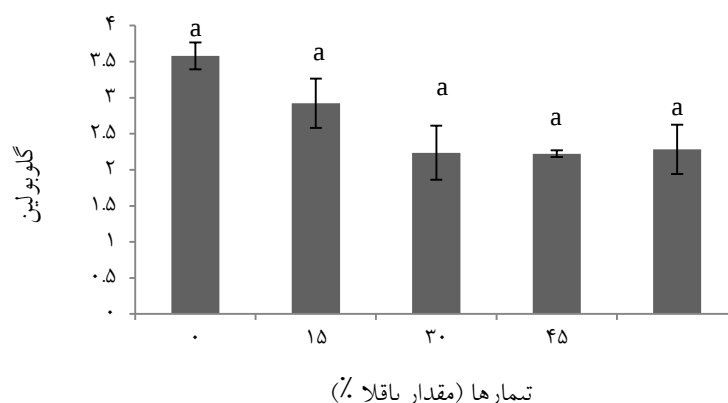
شکل ۴ میانگین (± انحراف معیار)، تغییرات گلوکز در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح مختلف آرد باقلا در طی ۷ هفته. تیمار شاهد (صفر درصد آرد باقلا) و تیمارهای حاوی آرد باقلا (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا)



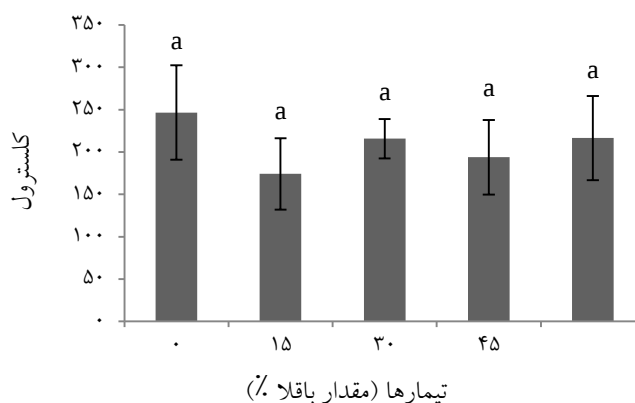
شکل ۵ میانگین (± انحراف معیار)، حروف متفاوت در نمودار نشان‌دهنده تفاوت معنادار است ($p < 0.05$) تغییرات تری گلیسرید در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح مختلف آرد باقلا در طی ۷ هفته. تیمار شاهد (صفر درصد آرد باقلا) و تیمارهای حاوی آرد باقلا (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا)



شکل ۶ میانگین (± انحراف معیار)، تغییرات پروتئین کل در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح مختلف آرد باقلا در طی ۷ هفته. تیمار شاهد (صفر درصد آرد باقلا) و تیمارهای حاوی آرد باقلا (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا)



شکل ۷ میانگین ($\pm$ انحراف معیار)، تغییرات گلوبولین در ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با سطوح مختلف آرد باقلا در طی ۷ هفته. تیمار شاهد (صفر درصد آرد باقلا) و تیمارهای حاوی آرد باقلا (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا)



شکل ۸ میانگین ($\pm$ انحراف معیار)، تغییرات کلسترول در ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تغذیه شده با سطوح مختلف آرد باقلا در طی ۷ هفته. تیمار شاهد (صفر درصد آرد باقلا) و تیمارهای حاوی آرد باقلا (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا)

بحث

رنگین کمان بیان کردند که استفاده از ۳۰ درصد باقلای مصری هیچ اثر منفی در رشد و عملکرد سوخت و ساز بدن ندارد (Higuera et al., 1988). در تحقیق حاضر نیز با جایگزینی تا ۳۰ درصد آرد باقلا با سویا، اثر منفی بر رشد ماهیان مورد مطالعه مشاهده نشد.

Burel و همکاران در سال ۱۹۹۸ که از سطوح بالای باقلای مصری اکستروژ شده در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان استفاده کردند، نشان دادند که تا سطح ۵۰ درصد باقلای مصری موجب بهبود عملکرد رشد و مصرف

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که استفاده از باقلای مصری به جای کنجاله سویای پرچرب در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین کمان باعث افزایش رشد ماهیان شده است و استفاده از آرد باقلای مصری (*Lupinus angustifolius*) تا سطح ۴۰ درصد، می‌تواند جایگزین مناسبی برای کنجاله سویای پرچرب در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان باشد (Hughes, 1991). همچنین محققان با بررسی باقلا مصری به عنوان یک منبع پروتئینی در جیره قزل‌آلای

غلظت هموگلوبین و شاخص‌های گلبولی در بین تیمارها مشاهده نکردند.

در بررسی انجام شده‌هاز سوی Mehrabi و همکاران در سال ۲۰۱۲، استفاده از سینیوتیک در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان تأثیر معناداری بر روی میزان تری‌گلیسرید نداشت، در صورتی‌که در تحقیق حاضر در سطوح ۴۵ و ۶۰ درصد آرد باقلا کاهش معنادار تری‌گلیسرید نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین در میزان آلبومین در تیمارهای آزمایش افزایش معناداری مشاهده شد در صورتی‌که در این تحقیق میزان آلبومین تیمارهای آزمایش اختلاف معناداری مشاهده نشد. در میزان گلوکز ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف سینیوتیک و کنترل کاهش معنی‌داری مشاهده شد که این نتایج با تحقیق حاضر مطابقت داشت. مطالعه شاخص‌های خونی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمانی که باقلا مصری رابا پودر ماهی جیره جایگزین کرده بودند نشان داد که از نظر درصد هماتوکریت و غلظت گلوکز بین گروه‌ها اختلاف معناداری مشاهده نشد. ولی میزان پروتئین کل در تیمارهای آزمایشی با سطوح بالای آرد باقلای مصری کاهش معناداری در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد (Farhangi, 2001). این نتایج با تحقیق حاضر مطابقت داشت.

کاهش کلسترول پلاسما در ماهیان تغذیه شده با پروتئین گیاهی در مطالعات مختلف گزارش شده است. برای مثال می‌توان به مطالعات kumar و همکاران در سال ۲۰۱۰ اشاره کرد. آنها نشان دادند که افزودن کنجاله تخم *Jatropha curcas* در رژیم غذایی کپور معمولی سبب کاهش کلسترول پلاسما تیمارهای مورد مطالعه در مقایسه با گروه شاهد شده بود. در مطالعه حاضر نیز کاهش کلسترول ناشی از مصرف باقلا مشاهده شده است، ولی از نظر آماری اختلاف معناداری نداشت. در هر حال متابولیسم

غذا می‌شود و استفاده از ۷۰ درصد باقلای مصری در جیره غذایی قزل‌آلا موجب کاهش ۴۱ درصدی رشد می‌گردد. در تحقیق حاضر نیز استفاده از ۶۰ درصد آرد باقلا به جای آرد سویا موجب کاهش روند رشد در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین مطالعه Azaza و همکاران در سال ۲۰۰۹ بر جایگزینی آرد سویا با آرد باقلای فابا (*Vicia faba*) در جیره غذایی تیلاپیا تا سطح ۲۴ درصد نشان داد که نرخ رشد در تیمارهای آزمایشی با گروه شاهد اختلاف معناداری ندارد ($p \geq 0.05$) که با نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر مطابقت داشت.

به طور کلی سنجش شاخص خونی نقش مهمی در تعیین سلامت ماهیان ایفا می‌کند و به عنوان شاخص سلامت در گونه‌های مختلف شناخته شده است (Rawling et al., 2009). گلبول‌های سفید نقش مهمی در ایمنی اختصاصی و غیراختصاصی ایفا می‌کنند و شمارش آنها به عنوان شاخص سلامت شناخته شده است. افزایش میزان گلبول سفید بخشی از دفاع ماهیان است ولی محافظت ماهی در برابر بیماری، همیشه با تعداد گلبول‌های سفید ارتباط مستقیم ندارد (Harikrishnan et al., 2003; vinodhini et al., 2009). بیشترین میزان گلبول سفید در تیمار ۱۵ و ۳۰ درصد آرد باقلا مشاهده شد، ولی از نظر آماری اختلاف معناداری بین تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد. بیشترین میزان گلبول قرمز در تیمار ۱۵ درصد جایگزینی مشاهده شد. همچنین جایگزینی آرد باقلا در سطح ۱۵ درصد موجب افزایش سطح هموگلوبین و هماتوکریت شد.

احمدی‌فر و همکاران در سال ۲۰۰۹ در مطالعه‌ای اثر آکوای ارگوسان (*Aqua VacErgosan*) را بر شاخص‌های خونی در فیل ماهی انجام دادند که تغییر معناداری در

Burel, C. H., Boujard, T., Corraze, G., Kaushik, S.J., Boeuf, G., Mol, K.A., Van Der Geyten, S. and Kühn, E. R. 1998. Incorporation of high levels of extruded lupin in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): nutritional value and effect on thyroid status. *Aquaculture*, 163:325–345.

Campbell, T. W. and Ellis, Ch. K. 2007. Avian and Exotic animal hematology and cytology. *Blackwell Scientific publications, Oxford*.

Carter, C. G. and Hauler, R. C. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, 185:299–311.

Cristina, E. and Trenzado, C. E. 2006. Physiological effects of crowding in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, selected for low and high stress responsiveness. *Aquaculture*, 258:583–593.

De-la Higuera, M., Garcia-Gallego, M., Sanz, A., Cardenete, G., Suarez, M.D. and Moyano, F.J. 1988. Evaluation of lupin seed meal as an alternative protein source in feeding of rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 71:37–50.

Drobkin, D. R. 1945. Crystallographic and optical properties of human hemoglobin: a proposal for the standardization of hemoglobin. *The American Journal of Medicine*, 209: 268–270.

Drummond Sedgwick, S. 1995. Trout farming handbook. Fishing News Book, Blackwell. (1sted.) Oxford, UK. 176 p.

De Silva, S. S., Anderson, T. A. 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman and Hall, London, p 319.

Fabiana, G., Pilarski, F., Onaka, E. M., Moraes, F. R. and Martins, M. L. 2007. Hematology of *Piaractus mesopotamicus* fed diets supplemented with vitamins C and E, challenged by *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 271: 39–46

FAO Food and Agriculture organization of the united nations. 2003. Fish Stat –Fishery in formation, data and statistics unit. FAO, Rome.

Farhangi, M. and Carter, C. G. 2001. Growth, physiological and immunological responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (*Lupinus angustifolius*). *Aquaculture Research*, 32:329–340

کلسترول در انسان و ماهیان می تواند متفاوت باشد، افزایش کلسترول ماهیان در پاسخ به تغذیه با پروتئین گیاهی می تواند سبب افزایش دفع نمک های صفراوی، مهار جذب کلسترول گردد.

در مطالعات kumar و همکاران در سال ۲۰۱۰ اختلاف معناداری از نظر تعداد گلبول سفید و غلظت هموگلوبین بین تیمارهای آزمایشی تغذیه شده با کنجاله *J. curcas* در مقایسه با گروه شاهد مشاهده نشد. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که جایگزینی باقلا با سویا تأثیری بر شاخص های خونی ندارد.

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق مشخص شد که آرد باقلا می تواند به عنوان یک منبع پروتئین گیاهی در جیره غذایی ماهی قزل آلا رنگین کمان تا ۳۰ درصد جیره استفاده شود، بدون آنکه بر روند رشد، بازماندگی و شاخص های خونیاثر منفی داشته باشد.

منابع

Ahmadifar, A., Jalali, M. A., Sudagar, M., Azaritamami, G. H. and Mohammadi Zaraj Abad, A. 2009. Effects of AquaVacErgosan on growth performance, survival And haematological factors in beluga (*Huso huso*) juvenile. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16 (1).

Azaza, M. S., Wassim, K., Mensi, F., Abdelmouleh, A., Brini, B. and Kraïem, M. M. 2009. Evaluation of faba beans (*Vicia faba* L. var. minuta) as a replacement for soybean meal in practical diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 287:174–179.

Bransden, M. P., Carter, C. G. and Nowak, B. F. 2001. Effects of dietary protein source on growth, immune function, blood chemistry and disease resistance of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr. *Journal of Animal Science*, 73:105–113.

Bullis, R. A. 1993. Clinical pathology of temperate freshwater and estuarine fishes. In: *Stoskopf MK (ed) Fish medicine*. W.B. Sanders. CO., Philadelphia, 232–239.

(*Cyprinus carpio* L.) fingerlings fed with differently detoxified *Jatropha curcas* kernel meal. *Food and Chemical Toxicology*, pages 10.

Mahmoodi, M., Khodadadi, M., Javaheri, M. and Shafaei poor, A. 2009. Determination the effects of replacing canola meal with soybean meal on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of fisheries*, 3: 11 pages.

Mehrabi, Z., Firouz bakhsh, F. and Jafarpour, A. 2012. Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Animal physiology and Animal Nutrition*, 96: 474-481.

Montero, D., Tort, L., Robaina, L., Vergara, J. M. and Izquierdo, M. S. 2001. Low vitamin E in diet reduces stress resistance of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Fish Shellfish Immunol*, 11, 473-490.

Nafisi Behabadi, M. 2005. Manual guide to spawning and culture of rainbow trout. Chapter 3, 4, Pp: 53-89.

Rawling, M., Merrifield, D. L., Davies, S. J. 2009. Preliminary assessment of dietary supplementation of Sangrovit_® on red tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and health. *Aquaculture*, 294: 118-122.

Robaina, L., Izquierdo, M. S., Moyano, F. J., Socorro, J., Vergara, J. M., Montero, D. and Fernandez- Palacios, H. 1995. Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead bream (*Sparus aurata*)—nutritional and histological implications. *Aquaculture*, 130, 219-233.

Salehi, H. 2008. Benefit cost analysis for fingerling production of kutum (*Rutilus rutilus*) (Kamenski, 1901) in 2005 in Iran. *Aquaculture Asia*, 13: 32-37.

Shams shargh, M. 2008. using of different levels of faba bean with and without enzyme in broiler ration. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15(1). (in Persian).

Stoskopf, M. K. 1993. Fish medicine W.B. Sanders, Philadelphia, USA.

Sudaryono, A., Tsvetnenko, E., Hutabarat, J. and Evans, L. H. 1999. Lupin ingredients in shrimp (*Penaeus monodon*) diets: influence of lupin species and types of meals. *Aquaculture*, 171, 121-133.

Feist, G., Van Enennaam, J. P., Doroshov, S. I., Schreck, C. B., Schneider, R. P. and Fitzpatrick, A. 2004. Early identification of sex in cultured white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) using plasma steroid levels. *Aquaculture*, 232: 581-590.

Flynn, S. R., Matsuoka, M., Reith, M., Martin, D. J. and Benfey, T. J. 2006. Gynogenesis and sex determination in shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum* Lesueur. *Aquaculture*, 253: 721-727.

Fracalossi, D. M., Allen, M. E., Nichols, D. K. and Ofteda, O. T. 1998. Oscars, *Astronotus ocellatus*, have a dietary requirement for Vitamin C. *Journal of Nutrition*, 128: 1745-1751.

Glencross, B. 2001. Feeding lupins to fish: a review of the nutritional and biological value of lupins in aquaculture feeds. *Fisheries Western Australia North Beach*, WA.

Glencross, B., Evans, D., Hawkins, W. and Jones, B. 2004. Evaluation of dietary inclusion of yellow lupin (*Lupinus luteus*) kernel meal on the growth, feed utilisation and tissue histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 235: 411-422.

Harikrishnan, R., Nisha Rani, M. and Balasundaram, C. 2003. Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. *Aquaculture*, 221: 41-50.

Hawk, P. B., Oser, B. L. and Summerson, W. H. 1954. Practical physiological chemistry. New York: McGraw-Hill.

Hughes, S. G. 1988. Assessment of lupin flour as a diet ingredient for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 71: 379-385.

Hughes, S. G. 1991. Use of lupin flour as a replacement for full-fat soy in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 93, 57-62.

Ji, S. C., Jeong, C. S., Im, G. S., Lee, S. W., Yoo, J. H. and Takii, K. 2007. Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japanese flounder. *Fisheries science*, 73: 70-76.

Krayushkina, L. S., Ponov, A. A., Gerasimova, A. A. and Potts, W. T. W. 2003. Changes in sodium, Calcium and magnesium ion concentration in *Heterostichus* urine and in kidney morphology. *Questions of Ichthyology*, 17: 503-509.

Kumar, V., Makkar, H. P. S., Amselgruber, W. and Becker, K. 2010. Physiological, haematological and histopathological responses in common carp

Aeromonashydrophilain African catfish *Clariasgariepinus*(Bloch) fingerlings. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 614-618.

Vinodhini, R. and Narayanan, M. 2009. The impact of toxic heavy metals on the hematological parameters in common carp (*cyprinus carpio*). *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 8: 23-28.

Tangestani, R., AlizadehDoughikollae, E., Ebrahimi, E.andZare, P. 2011. effects of Garlic essential oil as an immunostimulant on hematological and indices of juvenile beluga (*Husohuso*). *Journal of Veterinary Research*, 66(3): 209-216.

Thanikachalam, K., Kasi, M. and Rathinam, X. 2010. Effect of garlic peel on growth, hematological parameters and disease resistance against