اثرات رنگ بستر آکواریوم‌های پرورشی بر رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن در پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*)

سینا شجاعی گلفزانی[1]، حمید علاف نویریان[1]*، مجیدرضا خوش خلق[1]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۱۸

چکیده

در این مطالعه، تأثیر رنگ بستر آکواریوم‌های پرورشی (سفید، سیاه، سبز، آبی) بر عملکرد رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) مورد بررسی قرار گرفت. کلیه مراحل اجرایی و آزمایشگاهی این پژوهش در پاییز سال ۱۳۹۷ و به مدت ۶۰ روز در کارگاه پرورش ماهیان زینتی واقع در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انجام شد. در انتهای آزمایش شاخص های رشد و تغذیه (افزایش وزن، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، درصد بازماندگی، نسبت تبدیل غذایی،کارایی غذایی، نسبت بازده پروتئینی، شاخص وضعیت، افزایش طول بدن) و ترکیبات بیوشیمیایی بدن مورد سنجش قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، بهترین شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای به ترتیب در تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۱ مشاهده گردید. درصد رطوبت بدن در میان تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری نشان داد و بالاترین و پایین‌ترین میزان آن به ترتیب در تیمار ۱ و تیمار ۴ مشاهده شد. درصد پروتئین و چربی بدن در بین تیمارهای ۱ و ۴ اختلاف معنی‌داری نداشت و پایین ترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. میزان درصد پروتئین و چربی بدن در تیمار ۲ و سپس در تیمار ۳ به‌طور معنی‌داری بالا بود. همچنین بالاترین درصد خاکستر بدن به‌طور معنی‌دار در تیمار ۲ مشاهده گردید. در نهایت می-توان گفت رنگ پس زمینه آکواریوم‌های پرورشی به ویژه رنگ‌های تیره مانند سیاه و آبی می‌تواند اثرات مثبتی بر این گونه آبزی داشته باشد.

کلمات کلیدی: رنگ بستر، رشد، تغذیه، ترکیبات بدن، میگوی بزرگ آب شیرین، *Macrobrachium rosenbergii*.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). Navi@Guilan.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

مقدمه

میگو یکی از با ارزش‌ترین آبزیان پرورشی به شمار می‌رود. امروزه صنعت پرورش میگو از صنایع پر رونق و زود بازده است و با بیش از ۷۰ سال تجربه‌ی تحقیقات علمی وسیع، یکی از صنایع رایج غالب کشورهای دارای کرانه‌های ساحلی می باشد. اگرچه سهم میگوی پرورشی از کل تولیدات آبزی‌پروری نسبتاً ناچیز است، اما ارزش اقتصادی آن بسیار بالاست و در زمره ۱۰ گونه اول آبزیان پرورشی قرار دارد (Muralisankar *et al*., 2015). در این میان میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) از جایگاه ویژه‌ای برای آبزی پروری برخوردار می باشد؛ بنابراین با توجه به فراهم بودن شرایط و زمینه مناسب در مزارع پرورشی و همچنین توان و خصوصیات بالقوه آن، پرورش و تولید این موجود آبزی می‌تواند یکی از اولویت‌های صنعت آبزی پروری در کشور محسوب شود. از دلایل توجه به تکثیر و پرورش میگوی آب شیرین در جهان می‌توان به ارزش غذایی قابل‌توجه، عادات غذایی ویژه و رژیم غذایی ارزان، وقوع بیماری‌های همه‌گیر در بین میگوهای آب شور، برداشت بی‌رویه‌ی ذخایر، بازارپسندی و تقاضای زیاد، ارزش تجاری و اقتصادی بالا اشاره کرد (New and Kutty, 2010). یکی از مهم‌ترین مسائل مربوط به پرورش یک گونه آبزی، شناخت روابط بین پارامترهای زیستی و غیرزیستی و تأثیر آنها بر رشد و بازماندگی موجود آبزی می باشد. از مهمترین این عوامل می توان به نوع غذا، رفتارهای تغذیه‌ای و مدیریت غذایی اشاره کرد. غذا و مدیریت تغذیه نقش مهمی در بهبود عملکرد رشد، تغذیه و حفظ سلامت میگو دارند و محرک‌های تاثیرگذار بسیاری بر رفتارهای غذایی و افزایش غذاگیری در پست لاروهای میگو وجود دارد که وجود یا عدم وجود این محرک‌ها در محیط پرورش میگو تعیین کننده‌ی این است که آیا غذا توسط میگو مصرف می‌شود یا خیر؟ رفتار تغذیه میگو همانند دیگر گروه‌های جانوران یک عملکرد مهم حیاتی و نتیجه فرایندهایی است که با جستجو و ارزیابی کردن، پذیرش، قاپیدن، فرایندهای دهانی و ارزیابی کیفیت موارد غذایی، بلعیدن، هضم و جذب همراه است (Kasumyan and Nikolaeva, 2002). به‌طورکلی قدرت بینایی برای بسیاری از گونه‌های آبزی همچون میگو یک سیستم حسی مهم تلقی می‌شود. چشم، اندامی برای شناسایی محرک‌های نوری، انتقال و به خاطرسپاری تصاویر محیطی به مغز است که یک دامنه وسیعی از سازگاری را با محیط مرئی، نوع زندگی و زیستگاه نشان می‌دهد (اسحق‌زاده، ۱۳۹۲؛ Protasov, 1970) و نقش مهمی در تغذیه، تشخیص دشمن، جفت‌یابی، واکنش‌های تدافعی ازجمله تغییر رنگ برای هماهنگی با محیط و استتار دارد؛ بنابراین باید شرایطی فراهم شود تا ماهی، طعمه را شناسایی و مصرف کند و به حداکثر رشد و بازماندگی برسد. رنگ تانک یکی از فاکتورهای مهم در پرورش آبزیان است و اختلاف در رنگ پس زمینه تانک موجب بروز تغییراتی در روند گرفتن غذا، رشد، بازماندگی و استرس ماهی می‌شود (Brannas *et al*., 2001; Strand *et al*., 2007). برخی گونه‌های آبزی ترجیح می‌دهند که رنگ پس زمینه تانک‌های پرورشی سیاه باشد زیرا تباین بین طعمه و رنگ پس زمینه تانک بیشتر می‌شود ولی برخی دیگر ترجیح می‌دهند که رنگ پس زمینه تانک روشن باشد زیرا پرورش دهنده را قادر به مشاهده و نظارت بیشتر بر رفتار و پیشرفت لارو می‌کند (Okada *et al*., 2015;

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

(Ustundag and Rad, 2015; Zhang *et al*., 2015). بنابراین از آنجا که رنگ مخزن در محیط‌های سرپوشیده‌ی پرورشی قابل تنظیم و تغییر می باشد، از این رو تعیین شرایط بهینه برای گونه های پرورشی نه تنها به منظور بهینه سازی موفقیت تولید، بلکه جهت تضمین ایده‌آل بودن شرایط آبزی نیز با اهمیت می باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، تأثیر رنگ بستر آکواریوم‌های پرورشی (سفید، سیاه، سبز، آبی) بر عملکرد رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی بدن پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) مورد بررسی قرار گرفت. کلیه مراحل اجرایی و آزمایشگاهی این پژوهش در پاییز سال ۱۳۹۷ و به مدت ۶۰ روز در کارگاه پرورش ماهیان زینتی واقع در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انجام شد. در ابتدا ۷۲ عدد پست لارو میگوی بزرگ آب شیرین با میانگین وزن اولیه ۰/۰۲±۱/۱۸ و میانگین طول اولیه ۰/۰۵±۵/۱۱ سانتی‌متر از مرکز تکثیر و پرورش میگوی آب شیرین تهیه و به کارگاه پرورشی دانشگاه گیلان انتقال داده شد. قبل از شروع آزمایش، پست‌لاروها به‌منظور سازگاری با شرایط آزمایشگاهی به مدت ۱۴ روز با جیره غذایی پایه تغذیه شدند. پس از دوره سازگاری، پست لاروها به‌طور تصادفی در ۱۲ آکواریوم شیشه ای با طول ۶۰، عرض ۴۰ با ارتفاع ۵۰ سانتی متر توزیع شدند. هر آکواریم به سیستم هوادهی یا استفاده از سنگ هوا جهت حفظ میزان اکسیژن محلول طی دوره آزمایشی بود. در طول دوره آزمایشی، پست لاروها براساس میزان اشتها و ۳ بار در روز در ساعات ۸:۰۰، ۱۲:۰۰ و ۱۶:۰۰ با استفاده از جیره غذایی پلت به روش دستی تغذیه شدند. به منظور توزیع یکنواخت غذا، کاهش تلاطم آب و افزایش زمان ماندگاری غذا در آب، در طول مدت غذادهی، هوادهی در تانک‌ها قطع‌شده و پس از ۲۰ دقیقه مجدداً هوادهی انجام می‌گرفت. پارامترهای آب شامل دما، اکسیژن محلول و pH طی مدت آزمایش با استفاده از مولتی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین میزان مرگ‌ومیر هم به صورت روزانه بررسی و ثبت شد. در انتهای آزمایش، بیومتری پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین، وزن پست لاروها با دقت ۰/۰۱ گرم و طول با دقت ۰/۰۱ سانتی متر در ابتدا و انتهای دوره آزمایشی انجام شد. به منظور کاهش استرس، ۲۴ ساعت قبل از نمونه برداری، غذادهی قطع گردید و سپس پست لاروها توسط محلول گل میخک به میزان ppm ۲۰۰ بیهوش شدند.

جهت بررسی میزان عملکرد رشد و تغذیه پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین، فرمول‌های زیر استفاده گردید (Montero *et al*., 2008; Pratoomyot *et al*., 2008).

وزن اولیه بدن (گرم) – وزن نهایی بدن (گرم) = افزایش وزن (گرم)

۱۰۰× [وزن اولیه /(وزن اولیه – وزن نهایی)] = درصد افزایش وزن بدن

کل روزهای پرورش/ ۱۰۰× (وزن اولیه ln– وزن نهایی ln) نرخ رشد ویژه

۱۰۰× (تعداد میگوها ابتدای دوره/ تعداد میگوها انتهای دوره)= درصد بازماندگی

افزایش وزن (گرم) / غذای مصرف‌شده (گرم) نسبت تبدیل غذایی

۱۰۰ × [وزن غذای خشک مصرفی(گرم)/افزایش وزن (گرم)] = کارایی غذایی

پروتئین مصرف‌شده (گرم) / افزایش وزن (گرم) = نسبت بازده پروتئینی

طول کل بدن^3 / ۱۰۰× وزن بدن (گرم) = شاخص وضعیت

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

طول اولیه بدن- طول نهایی بدن = افزایش طول بدن (سانتی متر)

جهت بررسی ترکیب بیوشیمیایی بدن، در انتهای دوره آزمایشی از هر تکرار ۳ پست لارو به‌طور تصادفی برداشته و در فریزر در دمای ۸۰- ℃ تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند. میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر بدن پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین به روش استاندارد جزء به جزء AOAC (۱۹۹۵) مورد سنجش قرار گرفت. برای تعیین میزان رطوبت، نمونه مورد نظر توزین شده در داخل پتری دیش قرار داده شد، سپس در داخل آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت پتری دیش‌ها از آون خارج‌شده و دوباره وزن شدند. با محاسبه اختلاف وزن به‌دست‌آمده درصد رطوبت مشخص گردید. میزان خاکستر نمونه‌ها با سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت اندازه‌گیری شد. پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال اتوماتیک با ضرب میزان نیتروژن در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد. چربی بدن پست لاروها نیز با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت. سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام خواهد گرفت. تمامی آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام خواهد گرفت. همچنین از نرم‌افزار اکسل (Excel) برای رسم نمودارها استفاده خواهد شد.

نتایج

شاخص‌های رشد

نتایج اثرات رنگ‌های بستر آکواریوم‌های پرورشی (سفید، سیاه، سبز، آبی) بر عملکرد رشد پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین (روزنبرگی) در جدول ۱ آمده است. بر اساس نتایج، بالاترین میزان وزن حاصله، درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه به طورمعنی دار در تیمار ۲ به‌دست آمد ($P<0/05$)؛ البته میزان این شاخص‌ها در تیمار ۲ با تیمار ۳ اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0/05$). پایین‌ترین میزان آن‌ها نیز در تیمار ۱ به دست آمد که با تیمار ۴ اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین شاخص‌های نرخ بازماندگی، افزایش طول بدن و شاخص وضعیت در بین تیمارهای آزمایشی، اختلاف معنی داری نداشتند ($P>0/05$).

جدول ۱: عملکرد رشد پست لاروهای میگوی آب شیرین پرورش یافته در آکواریوم‌های با رنگ‌های مختلف(میانگین ±خطای استاندارد)

شاخص / تیمار	تیمار ۱ (آکواریوم سفیدرنگ)	تیمار ۲ (آکواریوم سیاه‌رنگ)	تیمار ۳ (آکواریوم آبی‌رنگ)	تیمار ۴ (آکواریوم سبزرنگ)
میزان وزن حاصله (گرم)	۹/۰۳±۰/۶۹^{a}	۱۵/۳۱±۰/۰۴^{c}	۱۳/۴۹±۰/۶۳^{bc}	۱۱/۲۲±۰/۵۷^{ab}
درصد افزایش وزن بدن	۷۶۴/۴۳±۶۱/۷۷^{a}	۱۳۰۸/۷۷±۱۴/۳۹^{c}	۱۱۳۷/۹۰±۵۱/۲۵^{bc}	۹۵۰/۶۷±۵۰/۷۸^{ab}
نرخ رشد ویژه	۳/۸۴±۰/۱۲^{a}	۴/۷۳±۰/۰۲^{c}	۴/۴۹±۰/۰۷^{bc}	۴/۲۰±۰/۰۹^{ab}
نرخ بازماندگی (درصد)	۸۳/۳۳±۹/۶۱^{a}	۸۸/۸۷±۵/۵۷^{a}	۹۴/۴۳±۵/۵۷^{a}	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰^{a}
افزایش طول بدن (سانتیمتر)	۵/۴۷±۰/۲۸^{a}	۵/۹۸±۰/۱۸^{a}	۵/۸۹±۰/۱۷^{a}	۵/۴۸±۰/۳۱^{a}
شاخص وضعیت	۵/۷۰±۰/۹۴^{a}	۷/۲۴±۰/۶۸^{a}	۶/۶۴±۰/۵۳^{a}	۶/۹۹±۰/۸۹^{a}

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است ($P<0/05$).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

میگـوی بـزرگ آب شـیرین در جـدول۲ آمـده اسـت. براساس نتایج، بهترین شاخص‌های تغذیـه‌ای بـه ترتیـب در تیمار ۲، ۳، ۴ و ۱ مشاهده گردید (P<۰/۰۵).

شاخص‌های تغذیه‌ای

نتایج اثرات رنگ‌های بستر آکواریوم‌های پرورشی (سفید، سیاه، سبز، آبـی) بـر عملکـرد تغذیـه پسـت‌لارو

جدول ۲: عملکرد تغذیه‌ای پست لاروهای میگوی آب شیرین پرورش یافته در آکواریوم‌های با رنگ‌های مختلف (میانگین ±خطای استاندارد)

تیمار / شاخص	تیمار ۱ (آکواریوم سفیدرنگ)	تیمار ۲ (آکواریوم سیاه‌رنگ)	تیمار ۳ (آکواریوم آبی‌رنگ)	تیمار ٤ (آکواریوم سبزرنگ)
ضریب تبدیل غذایی	۲/۹۰±۰/۰۵^{a}	۱/۴۲±۰/۰۱^{d}	۱/۷۰±۰/۰۲^{c}	۲/۲۰±۰/۰۲^{b}
نسبت بازده پروتئین	۱/۰۲±۰/۰۲^{a}	۲/۰۷±۰/۰۲^{d}	۱/۷۳±۰/۰۲^{c}	۱/۳۴±۰/۰۱^{b}
کارایی غذایی (درصد)	۳۴/۵۰±۰/۶۴^{a}	۷۰/۵۷±۰/۶۲^{d}	۵۸/۹۳±۰/۵۸^{c}	۴۵/۵۰±۰/۴۵^{b}

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (P<۰/۰۵).

ترکیبات بیوشیمیایی بدن

نتایج اثر رنگ‌های بستر آکواریـوم‌هـای پرورشـی (سفید، سیاه، سبز، آبـی) بـر ترکیبـات بیوشـیمیایی بـدن پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین (روزنبرگـی) در جدول ۳ آمده است. بر اساس نتایج آزمایش، درصد رطوبت بدن در میان تیمارهای آزمایشی اخـتلاف معنـی داری نشـان داد و بـالاترین و پـایین‌تـرین میـزان آن بـه ترتیب در تیمـار ۱ (آکواریـوم سـفید رنـگ) و تیمـار ۴ (آکواریوم سیاه رنگ) مشاهده شـد (P<۰/۰۵). درصـد پـروتئین و چربـی بـدن در بـین تیمارهـای ۱ (آکواریـوم سفید رنگ) و ۴ (آکواریوم سبز رنگ) اختلاف معنـی-داری نداشت (P>۰/۰۵) و پایین ترین مقادیر را به خـود اختصاص دادند. میزان درصد پروتئین و چربـی بـدن در تیمـار ۲ (آکواریـوم سـیاه رنـگ) و سـپس در تیمـار ۳ (آکواریـوم آبـی رنـگ) بـه‌طـور معنـی‌داری بـالا بـود. همچنین بالاترین درصد خاکستر بـدن بـه‌طـور معنـی‌دار در تیمـار ۲ (آکواریـوم سـیاه رنـگ) مشـاهده گردیـد (P<۰/۰۵).

جدول ۳: ترکیبات بیوشیمیایی بدن پست لاروهای میگوی آب شیرین پرورش یافته در آکواریوم‌های با رنگ‌های مختلف (میانگین ±خطای استاندارد)

تیمار / شاخص	تیمار ۱ (آکواریوم سفیدرنگ)	تیمار ۲ (آکواریوم سیاه‌رنگ)	تیمار ۳ (آکواریوم آبی‌رنگ)	تیمار ۴ (آکواریوم سبزرنگ)
رطوبت (درصد)	۷۹/۳۰±۰/۱۴^{d}	۶۶/۳۰±۰/۱۳^{a}	۷۰/۷۰±۱/۰۳^{b}	۷۶/۱۸±۰/۲۱^{c}
پروتئین (درصد)	۱۳/۰۶±۰/۰۷^{a}	۱۹/۳۹±۰/۳۱^{c}	۱۶/۸۶±۰/۶۵^{b}	۱۴/۵۳±۰/۱۵^{a}
چربی (درصد)	۲/۴۱±۰/۰۸^{a}	۷/۳۵±۰/۲۵^{c}	۵/۹۳±۰/۲۸^{b}	۳/۵۲±۰/۳۱^{a}
خاکستر (درصد)	۵/۲۴±۰/۰۷^{a}	۶/۹۶±۰/۴۲^{c}	۶/۵۰±۰/۲۲^{bc}	۵/۷۷±۰/۲۱^{ab}

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانه وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است (P<۰/۰۵).

بحث

یکی از مهمترین مسائل مربوط به آبزی‌پروری، شناخت تاثیر پارامترهای غیرزیستی یا محیطی بر رشد و بازماندگی آبزیان است (ارشدی و همکاران، ۱۳۸۸)؛ بنابراین شناخت تأثیر فاکتورهای محیطی و شرایط پرورشی بر فیزیولوژی و تغذیه میگو، کلید موفقیت در صنعت آبزی‌پروری می‌باشد. غذا یکی از نیازهای اساسی حیاتی هر موجود زنده است، به طوریکه همه فعالیت های حیاتی موجودات زنده بدون آن غیرممکن است (Da Silva *et al*., 2011). یکی از تفاوت‌های محیط پرورشی و محیط طبیعی، در تغذیه ماهی، نوع و در دسترس بودن غذا است؛ تغذیه ماهیان پرورشی در مزارع شیلاتی وابسته به صید و شکار طعمه نیست؛ و در ساعات معینی از روز توسط جیره غذایی متناسب با مرحله رشد خود مورد تغذیه قرار می‌گیرند. از این رو در مزارع پرورشی، عواملی همچون زمان شروع تغذیه، دوره نوری، شکل و سایز پلت جیره غذایی، رنگ پلت غذایی، شرایط محیطی پرورش، میزان کدورت و مواد محلول و معلق موجود در آب، تراکم پلت غذایی در ستون آب بر عملکرد تغذیه‌ای و فعالیت غذاگیری آبزی تأثیرگذار است (Luchiari *et al*., 2012; Carvalho *et al*., 2013). همچنین در مرحله مهم لاروی و پست لاروی، عواملی مختلفی مانند رنگ پس‌زمینه مخزن، شدت و طول موج رنگ بر دیده شدن پلت غذایی در آب مؤثر است (Rahnama et al., 2015).

از آنجاکه جیره غذایی پلت شده، غیرمتحرک و غیرزنده است، و تشخیص غذا و گرفتن آن از طریق برخی از سیستم‌های حسی به ویژه حس بینایی میگو صورت می‌پذیرد و همچنین توانایی بینایی یا بصری میگوها به رنگ و نور محیط وابسته است؛ لذا رنگ پس زمینه قرارگیری پلت غذایی در تشخیص آن نیز بسیار مهم است. البته لازم به ذکر است که با توجه به تفاوت های مختلف گونه‌ای، از نظر فیزیولوژیکی و رفتار غذایی، ممکن است توانایی دید برخی گونه‌ها در بسترهای با رنگ روشن، عملکرد بهتری داشته باشد و در برخی دیگر رنگ‌های تیره (Ustundag and Rad, 2015; Papoutsoglou *et al*., 2005).

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، بهترین شاخص‌های رشد و تغذیه به ترتیب در تیمار ۲ (آکواریوم سیاه رنگ)، تیمار ۳ (آکواریوم آبی رنگ)، تیمار ۴ (آکواریوم سبز رنگ) و تیمار ۱ (آکواریوم سفید رنگ) به دست آمد؛ بنابراین می‌توان گفت عملکرد میگوی بزرگ آب شیرین به طور کلی در بسترهای رنگی نسبت به بستر سفید رنگ بهتر بوده است و از طرف دیگر از بین رنگ‌های مختلف بستر، تمایل بیشتری به رنگ سیاه و آبی و سپس سبز دارد.

براساس نتایج مطالعات انجام شده، بچه ماهیان کُلمه (محمدنژاد شموشکی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ گوپی (سوداگر و همکاران، ۱۳۹۱)؛ ماهیان انگشت‌قد هامور خال نارنجی (قویدل و همکاران، ۱۳۹۶)؛ لارو کفال ماهی پوزه باریک (El-Sayed *et al*., 2010)؛ ماهی کاد اقیانوس اطلس (Monk *et al*., 2008)؛ ماهی سیم سفید (Karakatsouli *et al*., 2007)؛ ماهی شانک خط قرمز (Rotllant *et al*., 2003) در بسترهای سفید رنگ یا با رنگ روشن، قدرت سازگاری بالاتر و عملکرد

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

بهتری دارند و دارای کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی و بالاترین میزان نرخ رشد ویژه هستند؛ حال آنکه بچه فیل ماهیان (بنان، ۱۳۸۸)؛ کپور معمولی (مرندی شیره جینی و همکاران، ۱۳۹۷)؛ لارو میگوی بزرگ آب شیرین آمازونی (Maciel and Valenti, 2014)؛ باس دریایی سفید (Jirsa *et al*., 2009)؛ خرچنگ گلی (Rabbani *et al*., 2005)؛ سوف حاجی طرخان (Jentof *et al*., 2006)، مخازن با رنگ پس-زمینه سیاه رنگ را ترجیح می‌دهند و یا گونه‌هایی مانند پرستوماهی، کفشک‌ماهی توربوت، هرینگ و خامه ماهی در مخازن تیره (مناطقی با شدت نور کم)، عملکرد رشد و تغذیه‌ای بهتری دارند.

در برخی مطالعات، آبزیان پرورشی در یک رنگ پس‌زمینه آکواریوم مشخص همانند سبز، زرد، آبی و قرمز نسبت به رنگ سیاه و یا سفید از لحاظ عملکرد رشد و تغذیه‌ای شرایط بهتری نسبت به بچه ماهیان پرورش یافته در تانک سیاه و سفید داشتند. به طور نمونه لارو ماهیان سفید دریای خزر در مطالعه‌ی شاهکار و همکاران (۱۳۸۸)، در تانک قرمزرنگ، بیشترین میزان افزایش وزن و طول را نسبت به لارو ماهیان پرورش یافته در رنگ‌های دیگر به خود اختصاص داده بودند؛ حال آنکه بهترین عملکرد رشد میگوی پاسفید غربی (وانامی) در رنگ زرد و قرمز حاصل گردید، چراکه این رنگ‌ها سبب افزایش دید و تشخیص پلت‌های غذایی شده و به تبع بر میزان غذا گیری و نرخ رشد ویژه اثر مثبت گذاشته است. همچنین تأثیر مثبت رنگ آبی بر ماهیان کپور معمولی (اکبریان و همکاران، ۱۳۹۰)، گربه‌ماهی نقره‌ای (Barcellos *et al*., 2009)، لارو ماهیان کوی (علی‌اصغری و همکاران، ۱۳۹۱)، باس دریایی سفید (Jirsa *et al*., 2009)، ماهی سیم سفید (Karakatsouli *et al*., 2007) نیز به اثبات رسیده است.

براساس نتایج مطالعه‌ی Yasharian و همکاران (۲۰۰۵) بر میگوی بزرگ آب شیرین روزنبرگی، بالاترین درصد بازماندگی و رشد در تانک‌های به رنگ قرمز و سبز و کمترین میزان آنها در تانک‌های سفید و سیاه بود که به این معناست که نامناسب بودن رنگ تانک با شرایط طبیعی آبزی، کاهش رشد، افزایش مرگ و میر، افزایش سرعت شنا، استرس و افزایش همنوع خواری در لارو میگو را به همراه دارد.

در مطالعه حاضر، تیمار ۲ (آکواریوم سیاه‌رنگ) دارای کمترین ضریب تبدیل غذایی و بالاترین میزان بازده پروتئین غذایی و کارایی غذایی بود که بیانگر این موضوع است که در این تیمار با مصرف حداقل جیره غذایی، حداکثر رشد به دست آمده است که می توان علت آن را به افزایش توانایی دید میگوی روزنبرگی در بستر سیاه رنگ، قرارگیری پروتئین حاصله از جیره غذایی در مسیر صحیح خود یعنی افزایش رشد و تولید بافت‌های جدید (نه در مسیر سوخت‌وساز برای تأمین انرژی موردنیاز آبزی) و کاهش پرت غذایی مرتبط دانست.

آبزیان انرژی مورد نیاز خود را جهت رشد، تولیدمثل و حفظ سلامتی از طریق شکستن پروتئین‌ها، چربی‌ها و گلیکوژن ذخیره ای بدن و نیز اکسیداسیون ترکیبات عالی پس از هضم و جذب غذای مصرفی به دست می‌آورند (Guo *et al*., 2012). پروتئین‌ها و آمینواسیدها نقش عمده‌ای در تامین انرژی دارند. انرژی قبل از اینکه در فرایند رشد وارد شود، صرف تامین نیازمندی‌های مربوط به نگهداری و فعالیت اختیاری می‌شود، لذا در صورتیکه منابع انرژی‌زای غیرپروتئینی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

(چربی و کربوهیدرات) به اندازه کافی از طریق جیره غذایی وارد بدن آبزی نشود، از پروتئین بدن جهت تولید انرژی استفاده خواهد شد. همچنین آبزیان مختلف برای جستجوی غذا، پیداکردن آن و عمل تغذیه نیازمند صرف انرژی هستند؛ بدیهی است که هرچه راحت‌تر و در مدت زمان کمتر بتوانند غذای کافی به دست آورند، به همان میزان هم انرژی کمتری صرف خواهد شد و انرژی اضافه در جهت رشد و نمو آبزی صرف می‌شود. ازطرف دیگر، قرارگیری آبزی در شرایط استرس‌زا مانند شرایطی که با محیط طبیعی زیستگاهش هماهنگ نباشد و محیط طبیعی زندگی را برای آن تداعی نکند، و یا حتی سبب رهاسازی هورمون‌های مربوط به استرس یا پاسخ‌های فیزیولوژیک ویژه می‌شود که همین عامل سبب جابجایی انرژی حاصل از پروتئین جیره غذایی، از بخش رشد و صرف آن‌ها در راه سازگاری با شرایط استرس و تنظیم اسمزی می‌شود (Gabriel and Akinrotimi, 2011).

در مطالعه حاضر، کمترین میزان رطوبت و بیشترین مقادیر پروتئین، چربی و خاکستر در تیمار ۲ (آکواریوم سیاه رنگ) مشاهده گردید. با توجه بررسی های انجام شده می توان گفت که پروتئین جذب شده از جیره غذایی در این تیمار در جهت افزایش رشد پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین (روزنبرگی) به کار رفته است نه در جهت تأمین انرژی و سبب افزایش میزان پروتئین بدن شده است. از طرف دیگر عملکرد مناسب بینایی پست لاروهای روزنبرگی در آکواریوم سیاه رنگ و همچنین مصرف کمتر انرژی هم در جهت جستجو و یافتن پلت‌های غذایی و هم عدم وجود شرایط استرس زای محیطی بر میزان چربی بدن میگو تاثیر مثبت گذاشته است.

در مطالعات انجام‌شده در رابطه با اثرات استرس بر ترکیبات بدن همانند بنان و همکاران (۱۳۸۸) روی بچه فیلماهیان، Karakatsouli و همکاران (۲۰۰۷) روی سی بریم سفید، Papoutsoglou و همکاران (۲۰۰۵) روی قزل آلای رنگین کمان بیان شده است که عدم هماهنگی شرایط محیط زیست طبیعی آبزی سبب ایجاد استرس مزمن و درنتیجه افزایش نیاز برای انرژی در جهت مقابله با استرس می‌شود و همین آبزی جهت تامین انرژی از سوخت و ساز چربی‌ها بیشتر بهره می برد؛ همچنین نقش کاتوبولیک کورتیزول تولیدشده در اثر استرس، بر متابولیسم چربی‌ها، کاهش محتویات آن‌ها در بدن غیرقابل انکار است. به طورمثال، تاثیر منفی رنگ نور قرمز و آبی به عنوان عاملی استرس‌زا بر کاهش میزان چربی بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان مشاهده شده است (Karakatsouli *et al*., 2007).

میزان ترکیبات بدن و تغییرات آنها شاخص خوبی برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیکی آبزیان می‌باشد (Ali *et al*., 2004). معمولاً مجموع آب و چربی حدود ۸۰ درصد وزن عضله آبزی را تشکیل می‌دهد و به‌طورکلی با افزایش اندازه آبزی میزان پروتئین، چربی و خاکستر افزایش می‌یابد ولی میزان رطوبت آن کم می‌شود، که این امر در بسیاری از گونه‌های آبزی به اثبات رسیده است. رابطه‌ای بین میزان رطوبت و چربی موجود در بدن ثابت شده است به طوری‌که افزایش چربی باعث کاهش رطوبت می‌شود (Wang *et al*., 2006b)، زیرا چربی‌های کاتابولیزه شده با حجم برابری از آب جایگزین می‌شوند (Halver and Hardy, 2002).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

ترکیبات بدن در شرایط مختلف و گونه‌های مختلف آبزی ممکن است متفاوت باشد که می‌تواند ناشی از شرایط محیطی، تغذیه‌ای، کیفیت آب، اندازه، سن، چرخه تولیدمثلی، شوری، دما، موقعیت جغرافیایی و فصل صید می‌باشد (Palmeri *et al.*, 2007; Inhamuns *et al.*, 2008). خاکستر بدن، نشان دهنده مواد غیرآلی بدن می‌باشد؛ احتیاج غذایی آبزیان مختلف به مواد غیرآلی در انجام فرآیندهای طبیعی بدن همانند شکل‌گیری ساختار اسکلتی، تنظیم اسیدیته مایعات بدن، تنظیم فشار اُسمزی بدن و فرایند پوست اندازی در سخت پوستانی مانند میگو اجتناب ناپذیر می‌باشد (Lovell, 1998). دسترسی دائمی به غذا و جذب مواد معدنی و عناصر موجود در غذا توسط آبزی بر میزان خاکستر لاشه تأثیرگذار است (Tacon et al., 2002).

از آنجاکه جیره غذایی پلت شده، غیرمتحرک و غیرزنده است، و تشخیص غذا و گرفتن آن از طریق برخی از سیستم‌های حسی به ویژه حس بینایی میگو صورت می‌پذیرد و همچنین توانایی بینایی یا بصری میگوها به رنگ و نور محیط وابسته است؛ لذا رنگ پس زمینه قرارگیری پلت غذایی در تشخیص آن نیز بسیار مهم است. البته لازم به ذکر است که با توجه به تفاوت های مختلف گونه‌ای، از نظر فیزیولوژیکی و رفتار غذایی، ممکن است توانایی دید برخی گونه‌ها در بسترهای با رنگ روشن، و برخی در بسترهای تیره عملکرد بهتری داشته باشند (Ustundag and Rad, 2015; Papoutsoglou *et al.*, 2005).

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می دانیم از زحمات کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. اسحق‌زاده، ح.، رفیعی، غ.، کاظمی، ر.، امیری، ب.، ایگدری، س.، ۱۳۹۲. بررسی روندتکوین ساختار چشم فیلماهی (*Huso huso*) فصلنامه علمی-پژوهشی محیط زیست جانوری، ۲، ۵۰-۴۳.

۲. ارشدی، ع.، کمالی، ا.، متین‌فر، ع.، زکی پوررحیم‌آبادی، ا. و زارع، ح.، ۱۳۸۸. روند رشد میگوی ببری سبز در استخرهای پرورش میگوی سایت حله استان بوشهر. نشریه شیلات، ۲، ۳۶ – ۲۹.

۳. اکبریان، ح.، علاف نویریان، ح.، بانی، ع. و فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۱. اثر رنگ تانک بر عملکرد رشد و ترکیب بدن کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله بهره برداری و پرورش آبزیان، ۲، ۳۰ تا ۱۹.

۴. بنان، ا.، کلباسی، م.، یزدانی ساداتی، م. و بهمنی، م.، ۱۳۸۸. اثرات رنگ تانک پرورشی و نورهای رنگی بر شاخص های رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیک بچه فیلماهی (*Huso huso*). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تربیت مدرس.۹۴ صفحه.

۵. سوداگر، م.، ذوالفقاری، م. و جافرنوده، ع.، ۱۳۹۱. اثرات رنگ مخازن پرورشی بر رشد و الگوی رنگی پوست ماهی گوپی (*Poecilia reticolata*). مجله بهره برداری و پرورش آبزیان، ۲، ۱۷-۱.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

۶. شـــاهکار، ع.، خـــارا، ح. و ســـوداگر، م.، ۱۳۸۸. بررسـی اثـر رنـگ تانـک پـرورش روی رشـد و بازمانـدگی لارو مـاهی سـفید دریـای خـزر. نشـریه علوم زیستی. ۲، ۴۵ – ۳۷.

۷. علـی اصـغری، م.، قبـادی، ش. و خـدابخش، ا.، ۱۳۹۱. تاثیر رنگ‌های مختلف نور بر شـاخص‌هـای رشـدو بازمانـدگی لارو مـاهی کـوی (*Cyprinus carpio*). نشـریه تحقیقـات منـابع طبیعـی تجدیـد شونده، ۴، ۸ – ۱.

۸. قویدل، س.، کـوچنین، پ. و سـلاطی، ا.م.، ۱۳۹۶. اثرات رنگ مخزن بر شاخص‌هـای رشـد و پاسـخ-های فیزیولوژیک در ماهیان انگشت‌قد هامور خـال نـارنجی (*Epinephelus coioides*). پایـان نامـه کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیـان. دانشـگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۸۶ صفحه.

۹. محمدنژادشموشکی، م.، اسـلامی، ز.، جبـاری، ا. و مازینی، م.، ۱۳۹۱. تاثیر رنگ تانـک پـرورش روی فاکتورهـای رشـد و بازمانـدگی بچـه مـاهی کلمـه (*Rutilus rutilus caspicus*). نشـریه شـیلات، ۲، ۸۴ – ۷۷.

۱۰. مرندی شیره جینـی، ع.، هرسـیج، م.، آدینـه، ح. و جعفریان، ح.، ۱۳۹۷. تاثیر تراکم و رنگ مخزن بـر عملکـرد رشـد و تغذیـه، شـاخص‌هـای خـونی، ترکیبـات بیوشـمیایی بـدن و رنـگ پوسـت کپـور معمولی. پایان نامه کارشناسی ارشد تکثیروپـرورش آبزیان، دانشگاه گنبد کاووس. ۹۷ صفحه.

11. Ali, M., Iqbal, F., Salam, A., Iram, S. and Athar, M., 2005. Comparative study of body composition of different fish species from brackish water pond. International Journal of Environmental Science & Technology, 2(3), 229-232.

12. AOAC., 1995. Association of Official Analytical Chemists.Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 16thedn. AOAC, Arlington.

13. Barcellos, L. J. G., Kreutz, L. C., Quevedo, R. M., da Rosa, J. G. S., Koakoski, G., Centenaro, L. and Pottker, E., 2009. Influence of color background and shelter availability on jundiá (*Rhamdia quelen*) stress response. Aquaculture, 288(1-2), 51-56.

14. Brännäs, E., Alanärä, A. and Magnhagen, C., 2001. The social behaviour of fish. in. CABI publishing. 275-304.

15. Carvalho, R. A. and Tejerina-Garro, F. L., 2015. Relationships between taxonomic and functional components of diversity: implications for conservation of tropical freshwater fishes. Freshwater biology, 60(9), 1854-1862.

16. Da Silva, J. P. C. and Carvalho, M. R. d., 2011. A new species of Neotropical freshwater stingray of the genus Potamotrygon Garman, 1877 from the Río Madrede Díos, Peru (Chondrichthyes: *Potamotrygonidae*). Papéis Avulsos de Zoologia, 51(8), 139-154.

17. El-Sayed, A. F. M. and El-Ghobashy, A. E., 2011. Effects of tank colour and feed colour on growth and feed utilization of thinlip mullet (*Liza ramada*) larvae. Aquaculture Research, 42(8), 1163-1169.

18. Gabriel, U. U. and Akinrotimi, O. A., 2011. Management of stress in fish for sustainable aquaculture development. Researcher, 3(4), 28-38.

19. Guo, C.-J., Wu, Y.-Y., Yang, L.-S., Yang, X.-B., He, J., Mi, S., Jia, K.-T., Weng, S.-P., Yu, X.-Q., He, J.-G., 2012. Infectious spleen and kidney necrosis virus (a fish iridovirus) enters Mandarin fish fry cells via caveola-dependent endocytosis. Journal of virology, 86(5), 2621-2631.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

20. Halver, J. and Hardy, R., 2002. Fish nutrition Academic Press", in. Elsevier Science (USA).

21. Inhamuns, A. J. and Franco, M. R. B., 2008. EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from Central Amazonia. Food Chemistry, 107(2), 587-591.

22. Jentoft, S., ØXnevad, S., Aastveit, A. H. and Andersen, Ø., 2006. Effects of tank wall color and up-welling water flow on growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis*). Journal of the World Aquaculture Society, 37(3), 313-317.

23. Jirsa, D., Drawbridge, M. and Stuart, K., 2009. The effects of tank color and light intensity on growth, survival, and stress tolerance of white seabass, *Atractoscion nobilis*, larvae. Journal of the World Aquaculture Society, 40(5), 702-709.

24. Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S. E. and Manolessos, G., 2007. Combined effects of rearing density and tank colour on the growth and welfare of juvenile White Sea bream *Diplodus sargus* L. in a recirculating water system. Aquaculture Research, 38(11), 1152-1160.

25. Kasumyan, A. and Nikolaeva, E., 2002. Comparative analysis of taste preferences in fishes with different ecology and feeding. Journal of Ichthyology, 42(2), S203-S214.

26. Lovell, T., 1988. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, NewYork, 260p.

27. Luchiari, A., Marques, A. and Freire, F., 2012. Effects of substrate colour preference on growth of the shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Decapoda, Penaeoidea). Crustaceana, 789-800.

28. Maciel, C. R. and Valenti, W. C., 2014. Effect of tank colour on larval performance of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. Aquaculture research, 45(6), 1041-1050.

29. Monk, J., Puvanendran, V. and Brown, J. A., 2008. Does different tank bottom colour affect the growth, survival and foraging behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae?. Aquaculture, 277(3-4), 197-202.

30. Montero, D., Grasso, V., Izquierdo, M., Ganga, R., Real, F., Tort, L., Caballero, M. and Acosta, F., 2008. Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: effects on hepatic Mx expression and some immune parameters. Fish & Shellfish Immunology, 24(2), 147-155.

31. Muralisankar, T., Bhavan, P. S., Radhakrishnan, S., Seenivasan, C., Srinivasan, V. and Santhanam, P., 2015. Effects of dietary zinc on the growth, digestive enzyme activities, muscle biochemical compositions, and antioxidant status of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture, 448, 98-104.

32. New, M. B. and Kutty, M. N., 2010. Commercial freshwater prawn farming and enhancement around the world. Freshwater Prawns; Biology and Farming, 346-399.

33. Okada, T., Nakatani, M., Sawada, Y., Miyashita, S., Kumai, H. and Ishibashi, Y., 2015. Effect of tank wall colour and pattern on the survival rate of juvenile Pacific bluefin tuna Thunnus orientalis (Temminck and Schlegel) during ship transportation. Aquaculture Research, 46(2), 446-452.

34. Palmeri, G., Turchini, G. M. and De Silva, S. S., 2007. Lipid characterisation and distribution in the fillet of the farmed Australian native fish, Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). Food Chemistry, 102(3), 796-807.

35. Papoutsoglou, S. E., Karakatsouli, N. and Chiras, G., 2005. Dietary L-tryptophan and tank colour effects on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]

juveniles reared in a recirculating water system. Aquacultural engineering, 32(2), 277-284.

36. Pratoomyot, J., Bendiksen, E., Bell, J. G. and Tocher, D. R., 2008. Comparison of effects of vegetable oils blended with southern hemisphere fish oil and decontaminated northern hemisphere fish oil on growth performance, composition and gene expression in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture, 280(1-4), 170-178.

37. Protasov, V. R., 1970. Vision and near orientation of fish, Israel Program for Scientific Translations; available from the US Department.

38. Rabbani, A. G. and Zeng, C., 2005. Effects of tank colour on larval survival and development of mud crab Scylla serrata (Forskål). Aquaculture Research, 36(11), 1112-1119.

39. Rahnama, S., Heydarnejad, M. and Parto, M., 2015. Effects of tank colour on feed intake, specific growth rate, growth efficiency and some physiological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Journal of Applied Ichthyology, 31(2), 395-397.

40. Rotllant, J., Tort, L., Montero, D., Pavlidis, M., Martinez, M., Bonga, S. W. and Balm, P., 2003. Background colour influence on the stress response in cultured red porgy *Pagrus pagrus*. Aquaculture, 223(1-4), 129-139.

41. Strand, Å., Alanärä, A., Staffan, F. and Magnhagen, C., 2007. Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. Aquaculture, 272(1-4), 312-318.

42. Tacon, A.G. J., Cody, J.J., Conqusst, L.D., Divakaran, S., Forster, I.P., Decamp, O.E., 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. Aquaculture Nutrition, 8(2), 121-137.

43. Üstündağ, M. and Rad, F., 2015. Effect of different tank colors on growth performance of rainbow trout juvenile (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Journal of Agriculture Science, 21, 144-151.

44. 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(4), 1307-1313.

45. Yasharian, D., Coyle, S. D., Tidwell, J. H. and Stilwell, W. E., 2005. The effect of tank colouration on survival, metamorphosis rate, growth and time to metamorphosis freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) rearing. Aquaculture Research, 36(3), 278-283.

46. Zhang, Z., Guo, K., Li, Y., Li, X., Guan, G., Li, H., Luo, Y., Zhao, F., Zhang, Q. and Wei, B., 2015. A colour-tunable, weavable fibre-shaped polymer light-emitting electrochemical cell. Nature Photonics, 9(4), 233.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.4.3.7]