



Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>

Original Article



Interaction effects of salinity and density on serum biochemical indices of Asian sea bass (*Lates calcalifer*)

Mohammad Taheri ¹, Seyed Mohammad Mousavi ^{1,2*}, Nasim Zanguee ¹, Mansour Torfi Mozan-zadeh ³

1. Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

2. Excellence Center of Warm Water Fish Health and Diseases, Ahvaz, Iran.

3. South Iran Aquaculture Research Centre, Iranian Fisheries Science Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.

* Corresponding Author Email: seied1356@yahoo.com

Received: 6 January 2023

Revise Date: 25 January 2023

Accepted: 25 January 2023

DOI: 10.22113/JMST.2023.379919.2510

Abstract

The present study was conducted to determine the appropriate stocking density and salinity for Asian sea bass (*Lates calcalifer*) in rearing conditions. The main purpose of this research is to investigate the mutual effects of density and salinity on the biochemical parameters of Asian sea bass. To perform this experiment, 450 sea bass fingerlings with an average initial weight of 30 ± 5.4 grams were randomly selected and divided into 27 fiberglass tanks (each treatment in 3 replicates) and fed with diets for two months. They were fed commercial food. In general, in this research, 9 experimental treatments including 3 salinity levels (10, 20, and 30 ppt) and 3 density levels (1, 2, and 3 kg/m³) were mutually evaluated. During the experimental period, the fish were fed manually until satiety. To investigate the physiological condition of the fish after two months of feeding, blood was taken from the fish's caudal vein and serum was separated. The studied biochemical parameters including cholesterol, triglyceride, glucose, total protein, albumin, phosphorus, magnesium, calcium, LDL, and HDL were measured by enzyme-photometric method. Based on the results obtained in this research, different levels of salinity had significant effects on serum triglyceride and glucose levels ($p < 0.05$). The density had a significant effect only on the serum magnesium index ($p < 0.05$) and no significant effect was observed on other indices ($p < 0.05$). Based on the statistical analysis, the interaction effect of salinity and density on the amount of albumin has a significant effect, so the lowest amount of serum albumin was observed in medium salinity and medium density. Also, salinity and density had significant interaction effects on serum glucose ($p < 0.05$). According to the results obtained from the present study, it can be said that Asian seabass can be a suitable option for culture in brackish waters (salinity 20 g/l) and medium density (2 kg/m³).

Keywords: Barramundi, Environmental Stress, Brackish Water, Aquaculture.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



1. INTRODUCTION:

It seems that each fish species has an optimal water salinity specified for the growth of that species. Salinity along with other parameters such as temperature, feed consumption, sex, and growth stage may also affect the growth performance (Boeuf and Payan, 2001). It has been proven that the digestive capacity of fish can change due to changes in the amount of drinking water in different densities and salinities of water, which may affect the activity of digestive enzymes, the salinity content, the composition of ions, and the pH of the intestine. (Gifard-Mena et al., 2006). It seems that there has been no study on the mutual effects of density and salinity on Asian sea bass (*Lates calcarifer*). This study was done to determine the suitable stocking density and salinity for Asian sea bass in farm conditions and the main part of this research is to investigate the mutual effects of density and salinity on the biochemical parameters of Asian sea bass.

2. MATERIALS AND METHODS

To perform this experiment, 450 sea bass fingerlings with an average initial weight of 30 ± 5.4 grams were randomly selected and divided into 27 fiberglass tanks (each treatment in 3 replicates) and fed with diets for two months. They were fed commercial food. In general, in this research, 9 experimental treatments including 3 salinity levels (10, 20, and 30 ppt) and 3 density levels (1, 2, and 3 kg/m³) were mutually evaluated. During the experimental period, the fish were fed manually until satiety. In order to investigate the physiological condition of the fish after two months of feeding, blood was taken from the fish's caudal vein and serum was separated. The studied biochemical parameters including cholesterol, triglyceride, glucose, total protein, albumin, phosphorus, magnesium, calcium, LDL, and HDL were measured by enzyme-photometric method.

3. RESULTS

Based on the results obtained in this research, different levels of salinity had significant effects on serum triglyceride and glucose levels ($p < 0.05$). The density had a significant effect only on the serum magnesium index ($p < 0.05$) and no significant effect was observed on other indices ($p < 0.05$). Based on the statistical analysis, the interaction effect of salinity and density on the amount of albumin has a significant effect, so the lowest amount of serum albumin was observed in medium salinity and medium density. Also, salinity and density had significant interaction effects on serum glucose ($p < 0.05$).

4. CONCLUSION

Because aquaculture is often related to high density, the production and culture systems should consider the quality of the product and health, which depends on proper care and culture methods (Irwin et al., 1999). It has been proven that changing the culture density is a source of stress for fish. Stocking density directly depends on the calmness of the fish culture environment and plays a role as a determining factor in the amount of fish production and economic efficiency. Optimum density improves the quality of the rearing environment and growth rate (Braun et al., 2010; Van de Nieuwegiessen et al., 2008). Euryhaline fishes are relatively able to keep the ratio of ionic compounds and osmolarity of internal body fluids constant (when exposed to different salinities), this action is done through a series of ionic processes and osmotic adjustments that require energy (Lisboa et al., 2015; Nordlie, 2009).

In general, based on the results of this research, the lowest amount of changes in serum parameters was observed in mean salinity (20 ppt) and densities of 1 and 2 kg per cubic meter. Even though this species is considered a euryhaline species, low salinities near fresh water lead to increased stress and increased metabolism, which can further cause negative effects on the growth rate and also the fish's immune system. Further studies on immune system variables and growth and nutrition indicators can provide better operational results for the use of aquaculture farmers while confirming the results of this research. Based on the results, it can be said that this species can tolerate changes in the range of seawater to brackish water within 60 days and successfully adapts to fresh water, so it can be a suitable option for culture in brackish water (20 ppt of salinity) and mean density (2 kg per cubic meter).

References:

Boeuf, G. and Payan, P., 2001. How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 130: 411–423. DOI: 10.1016/S1532-0456(01)00268-X

- Braun, N., Lima de Lima, R., Baldisserotto, B. and Dafre, A.L., Pires de Oliveira Nuñez, A., 2010. Growth, biochemical and physiological responses of *Salminus brasiliensis* with different stocking densities and handling. *Aquaculture*, 301: 22–30. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.01.022
- Giffard-Mena, I., Charmantier, G., Grousset, E., Aujoulat, F., Castille, R., 2006. Digestive tract ontogeny of *Dicentrarchus labrax*: implication in osmoregulation. *Development, Growth and Differentiation*, 48, 139–151. DOI: 10.1111/j.1440-169X.2006.00852.x
- Irwin, S., O'Halloran, J., FitzGerald, R.D., 1999. Stocking density, and growth variation in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque). *Aquaculture*, 178: 77–88.
- Lisboa, V., Barcarolli, I.F., Sampaio, L.A., Bianchini, A., 2015. Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile Lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology*, 13: 447–452. DOI: 10.1590/1982-0224-20140122
- Nordlie, F.G., 2009. Environmental influences on regulation of blood plasma/serum components in teleost fishes: a review. *Review in Fish Biology*, 19: 481–564. DOI: 10.1007/s11160-009-9131-4
- Van de Nieuwegiessen, P., Boerlage, A., Verreth, J. and Schrama, J., 2008. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Applied Animal Behaviour Science*, 115: 233–243. DOI: 10.1016/j.applanim.2008.05.008



اثرات متقابل شوری و تراکم بر شاخص های بیوشیمیایی سرم ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcalife*)

محمد طاهری^۱، سید محمد موسوی^{۱*}، نسیم زنگویی^۱، منصور طرفی موزان زاده^۳

۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

۲ قطب بهداشت و بیماری های ماهیان گرمابی، اهواز، ایران.

۳ گروه آبی پروری، پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقاتی علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: seied1356@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۶

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2023.379919.2510

چکیده

تعیین شوری بهینه برای پرورش ماهیان دریایی از اهمیت بسیاری برخوردار است. همچنین تراکم به عنوان یکی از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر رشد و ایمنی آبزیان پرورشی همیشه مورد توجه قرار گرفته است. مطالعه حاضر به منظور تعیین شوری و تراکم مناسب ذخیره سازی برای ماهی باس دریایی آسیایی در شرایط پرورشی انجام شد. هدف اصلی از این تحقیق، بررسی اثرات متقابل تراکم و شوری بر پارامترهای بیوشیمیایی ماهی باس دریایی آسیایی است. به منظور انجام این آزمایش، تعداد ۴۵۰ قطعه بچه ماهی باس دریایی (*Lates calcalifer*) با میانگین وزن اولیه $30 \pm 5/4$ گرم، بطور تصادفی انتخاب و در ۲۷ مخزن فایبرگلاس (هر تیمار در ۳ تکرار) تقسیم شدند و به مدت دو ماه با جیره های غذایی تجاری، تغذیه شدند. بطور کلی در این پژوهش ۹ تیمار آزمایشی شامل ۳ سطح شوری (۱۰ ppt، ۲۰ و ۳۰) و ۳ سطح تراکم (۱، ۲ و ۳ کیلوگرم بر متر مکعب) به صورت متقابل مورد ارزیابی قرار گرفتند. ماهیان در طول دوره آزمایش، تا حد سیری به صورت دستی تغذیه شدند. جهت بررسی وضعیت فیزیولوژیک ماهیان پس از دو ماه تغذیه، از ماهیان خون گیری و جداسازی سرم به عمل آمد. پارامترهای بیوشیمیایی مورد مطالعه شامل کلسترول، تری گلیسرید، گلوکز، پروتئین تام، آلبومین، فسفر، منیزیم، کلسیم و LDL و HDL، به روش آنزیمی-فتومتریک مورد سنجش قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، سطوح مختلف شوری دارای اثرات معنی داری بر میزان تری گلیسرید و گلوکز سرم بود ($p < 0/05$). میزان تراکم فقط در شاخص منیزیم سرم تاثیر معنی دار داشت ($p < 0/05$) و در سایر شاخص ها تاثیر معنی داری مشاهده نگردید ($p < 0/05$). بر اساس آنالیز آماری صورت گرفته، اثر متقابل شوری و تراکم بر میزان آلبومین دارای اثر معنی دار بوده است به طوری که در شوری متوسط و تراکم متوسط کمترین میزان آلبومین سرم مشاهده گردید. همچنین شوری و تراکم دارای اثرات متقابل معنی دار بر میزان گلوکز سرم نیز بودند ($p < 0/05$). با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر می توان گفت که ماهی سی باس آسیایی می تواند گزینه مناسبی برای پرورش در آب های لب شور (شوری ۲۰ گرم بر لیتر) و تراکم متوسط (۲ کیلوگرم در متر مکعب) باشد.

واژگان کلیدی: باراموندی، استرس محیطی، آب لب شور، آبی پروری.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



۱. مقدمه

امروزه تقاضای جهانی برای غذا با سرعت زیادی در حال افزایش بوده و منجر به بهره‌وری بیش از حد از ماهیان در سرتاسر جهان گردیده است. صنعت آبی‌پروری در جهان و همچنین آسیای جنوبی با سرعت فزاینده‌ای در حال افزایش است (Chang et al., 2001). پرورش ماهیان دریایی بیشترین پتانسیل را برای افزایش تولید ماهی و فراهم کردن ذخیره غذایی دارا می‌باشد. در این راستا گونه‌های جدید بیشتری جهت آبی‌پروری معرفی گشته که البته برای مصرف انسانی و فعالیت‌های تجاری مربوطه مفید تشخیص داده شده‌اند (Garza-Gil et al., 2009).

تنوع در آبی‌پروری با معرفی گونه‌های آبی جدید، یکی از پروژه‌های اصلی FAO برای آبی‌پروری پایدار است (FAO, 2018). یکی از گونه‌های مهم، سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) می‌باشد. میزان تولید جهانی این گونه در سال ۲۰۲۰ به بیش از ۱۰۵/۸ هزار تن رسیده است که در حدود ۱/۳ درصد کل تولیدات آبی‌پروری دنیا را به خود اختصاص داده است (FAO, 2022). همچنین کل تولیدات ماهیان دریایی از طریق آبی‌پروری در ایران در سال ۱۴۰۰، ۹۵۶۷ تن بوده است که شامل پرورش در قفس و استخرهای خاکی می‌باشد (Iranian Fisheries Organization, 2022). باس دریایی آسیایی یکی از مناسب‌ترین گونه‌ها برای گسترش برنامه‌های پرورش در قفس، در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است (Singh, 2000; Mathew, 2009). سی‌باس آسیایی از گونه‌های بالقوه پرورش در سیستم استخرهای خاکی در ایران می‌باشد، چرا که علاوه بر رشد سریع و توانایی سازگار شدن در شرایط محیطی مختلف، دارای تقاضا در بازارهای داخلی و خارجی می‌باشد (Oujifard et al., 2014). گونه مذکور که تحت عنوان باراموندی (Baramundi) نیز شناخته می‌شود، از ماهیان آنادروموس بوده که قابلیت سازگار شدن در هر دو محیط آب شور و شیرین را دارد (Paterson et al., 2003). این ماهی یک گونه یوری‌هالین از خانواده Latidae بوده که در بسیاری از مناطق حاره و نیمه حاره، اقیانوس هند و اقیانوس اطلس پراکنده می‌باشد (Whitehead, 1984). باتوجه به اینکه آبی‌پروری اغلب در ارتباط با تراکم بالا است، سیستم‌های تولید و پرورش باید کیفیت محصول و بهداشت را در نظر بگیرند که این عوامل بستگی به مراقبت مناسب و شیوه‌های خوب پرورش دارد (Irwin et al., 1999). برخی از نظریه‌های عمومی در پرورش ماهی این است که تغییر تراکم پرورش به عنوان یک منبع استرس برای ماهی می‌باشد. تراکم ذخیره‌سازی به طور مستقیم به آرام بودن محیط پرورش ماهی بستگی دارد و به عنوان یک عامل تعیین کننده در میزان تولید ماهی و بازدهی اقتصادی نقش

دارد. تراکم بهینه باعث بهبود کیفیت محیط پرورش و نرخ رشد می‌گردد (Braun et al., 2010; Van de Nieuwegiessen et al., 2008). تراکم ذخیره‌سازی تاثیر زیادی روی سوخت و ساز بدن، رشد و استرس در ارتباط با اسارت (محیط پرورش) دارد (Braun et al., 2010). همچنین اثر تراکم ماهی در گونه‌های مختلف، متفاوت می‌باشد (Urbinati and Carneiro, 2004). به طور کلی تراکم بالا به عنوان یک عامل مهم استرس مطرح بوده و اثر منفی روی نرخ رشد (Lefranceois et al., 2001)، بقا و میزان تغذیه دارد (Rowland et al., 2006). (Kjartansson et al., 1988) تفاوت معنی‌داری در رشد ماهی آتلانتیک سالمون (*Salmo salar*) در تراکم‌های مختلف مشاهده نکردند، از طرفی نرخ رشد در ماهی (*Salvelinus Alpinus*) در تراکم‌های بالا افزایش پیدا کرد (Baker and Ayles, 1990; Jørgensen et al., 1993). مشاهده گردیده که با افزایش تراکم ماهی، جذب غذای روزانه و ضریب رشد ویژه در چندین گونه از قبیل ماهی کاد اقیانوس اطلس (*Gadus morhua* L. (Lambert and Dutil, 2001) *fontinalis* (Vijayan and Leatherland, 1988) ماهی سیم سر طلائی (*Sparus aurata* (Canario et al., 1998) و ماهی باس دهان بزرگ (*Micropterus salmodes* (Petit et al., 2001) کاهش یافت (Sammouth et al., 2009). اثرات منفی تراکم بالا بر ماهی به طور طبیعی مربوط به کاهش کیفیت آب است (Ellis et al., 2002). تراکم ماهی همچنین نقش مهمی در آرامش ماهی ایفا می‌نماید و ماهی در شرایط آرام و بدون استرس بهتر رشد می‌کند. در نتیجه باید برای هر گونه، تراکم ذخیره‌سازی به منظور دستیابی به رشد بهینه، تعیین گردد (Sánchez et al., 2010).

در بین عوامل اکولوژیکی، شوری مخصوص محیط آبی است. در حقیقت گونه‌هایی که در طول رشد و نمو تحت تاثیر شوری قرار نمی‌گیرند، نادر هستند. همین طور گفته می‌شود که بسیاری از ماهیان جوان، شوری‌های متوسط را ترجیح می‌دهند، مثلا مصب‌ها، مناطق ساحلی جزر و مدی و... (Boeuf and Payan, 2001). شوری ممکن است بر متابولیسم و رشد ماهی تاثیرگذار باشد و بقای لارو و سازگاری ماهیان نوجوان را تحت تاثیر قرار دهد (Pavlidis et al., 2000; Saillant et al., 2002). شوری یک عامل محیطی است که در فیزیولوژی موجودات آبی اثر می‌گذارد. تغییرات در شوری محیط می‌تواند به طور مستقیم بر متابولیسم ماهی اثر بگذارد (Boeuf and Payan, 2001; Nordlie, 2009). داده‌های موجود نشان می‌دهد که شوری روی رشد گونه‌های یوری‌هالین اثر ندارد در حالی که در برخی گونه‌های دیگر رشد آنها در شوری‌های مختلف تغییر می‌کند (Barman et al., 2005; Boeuf and Payan, 2001).

یوری هالین توصیه نمودند. به نظر می‌رسد هر گونه ماهی دارای شوری آب بهینه مخصوص آن گونه برای رشد است و در کنار سایر پارامترها مانند دما، مصرف خوراک، جنس و مرحله رشد نیز ممکن است بر عملکرد رشد تأثیر بگذارد (Boeuf and Payan, 2001). ثابت شده است که ظرفیت هضم ماهی می‌تواند به دلیل تغییرات در میزان آب آشامیدنی در تراکم و شوری‌های آب مختلف تغییر کند که ممکن است بر فعالیت آنزیم‌های گوارشی و در نتیجه محتوای شوری، ترکیب یون‌ها و pH روده تأثیر بگذارد (Gifard-Mena et al., 2006). به نظر می‌رسد تاکنون مطالعه‌ای در خصوص اثرات متقابل تراکم و شوری روی ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) صورت نگرفته است، این مطالعه به منظور تعیین تراکم ذخیره‌سازی و شوری مناسب برای ماهی باس دریایی آسیایی در شرایط پرورشی به انجام رسید و هدف اصلی از این تحقیق، بررسی اثرات متقابل تراکم و شوری بر پارامترهای بیوشیمیایی ماهی باس دریایی آسیایی است.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور انجام این آزمایش، تعداد ۴۵۰ قطعه بچه ماهی باس دریایی آسیایی با میانگین وزنی $48/62 \pm 0/25$ و میانگین طول $11/12 \pm 0/13$ سانتی‌متر از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان دریایی راموز واقع در استان بوشهر تهیه شد و تحت شرایط کنترل شده و هوادهی مداوم به کارگاه تکثیر و پرورش در کنار ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی مربوط به موسسه تحقیقات آبی‌پروری جنوب کشور واقع در بندر امام خمینی (ره) منتقل گردیدند. بچه ماهیان باس دریایی پرورشی قبل از شروع آزمایش به مدت دو هفته با شرایط آزمایشگاهی و جیره غذای تجاری (شرکت ۲۱-بیضاء، شیراز، ایران) (پروتئین خام: ۵۲-۵۰ درصد، چربی خام: ۱۳-۱۱ درصد، فیبر خام: ۲-۱ درصد، خاکستر: ۱۳-۹ درصد، رطوبت: ۸-۶ درصد و فسفر: $1/5-1/3$ درصد) سازگار شدند. پس از طی مرحله سازگاری، ماهیان به‌طور تصادفی انتخاب و در ۲۷ مخزن فایبرگلاس با حجم ۱۲۰۰ لیتر (هر تیمار در ۳ تکرار) تقسیم شده و به مدت دو ماه با جیره غذایی تجاری، تغذیه شدند. آزمایش در یک سالن سرپوشیده با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی انجام شد. به منظور تأمین اکسیژن مورد نیاز ماهیان، درون هر تانک یک عدد سنگ هوا متصل به هواده مرکزی قرار داده شد. اندازه‌گیری عوامل کیفی آب شامل دمای آب، میزان شوری و اکسیژن محلول و pH به صورت روزانه انجام شد. ماهی‌ها در شرایط استاندارد با دمای آب بین ۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط کیفی pH در محدوده ۸-۷/۸، میانگین اکسیژن محلول در آب $6/5-$ $5/8$ میلی‌گرم بر لیتر، در آب تصفیه شده دریا نگهداری شدند. غذادهی در طول دوره سازگاری و پرورش به روش سیری و به صورت دستی و ۲ بار در روز (در ساعات ۰۹:۰۰ و ۱۷:۰۰) صورت پذیرفت، در این مدت

Lisboa et al., 2015; Ma et al., 2014; Martinez-Palacios et al., 2004; Morgan and Iwana, 1991). ماهیان یوری‌هالین استخوانی به طور نسبی قادر به ثابت نگه داشتن نسبت ترکیبات یونی و اسمولاریته مایعات درونی بدن هستند (زمانی که در شوری‌های مختلف قرار می‌گیرند)، این عمل از طریق مجموعه‌ای از فرآیندهای یونی و تنظیمات اسمزی که نیازمند انرژی هستند، انجام می‌شود (Lisboa et al., 2015; Nordlie, 2009). در بیشتر گونه‌ها لقاح و انکوباسیون تخم، جذب کیسه زرده، تولید جنین، تورم کیسه هوای ماهی و رشد لارو وابسته به شوری آب هستند. در ماهی‌های بزرگتر، شوری نیز عامل مهمی در کنترل رشد است. داده‌هایی وجود دارند که نشان می‌دهند که میزان مصرف و تبدیل مواد غذایی، هر دو به شوری محیطی وابسته‌اند (Boeuf and Payan, 2001). Mohammadidust et al. (2020)، تراکم متوسط 13500 قطعه با وزن اولیه 40 گرم در هکتار استخرهای خاکی را برای ماهی سی‌باس آسیایی پیشنهاد نمودند. همچنین Hashemi et al. (2021)، تراکم $0/5$ قطعه ماهی 60 گرمی در متر مربع استخر خاکی (یا تراکم 900 عدد ماهی باس دریایی در استخر خاکی با مساحت 1800 متر مربع) را به عنوان تراکم مناسب جهت پرورش ماهی سی‌باس آسیایی معرفی نمودند. Jun et al. (2021) در مطالعه خود روی ماهی تیلایپای نیل (*Oreochromis niloticus*)، 29 درجه سانتی-گراد، 6 ppt و 500 قطعه ماهی در متر مکعب را شرایط بهینه برای پرورش این ماهی ذکر کردند. Hasanlipour et al. (2013)، در تحقیق خود روی تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) مشاهده نمودند که شاخص‌های رشد بر خلاف شاخص‌های فیزیولوژیک استرس، در برابر عوامل تأثیرگذار آزمایش (تراکم و زمان) اثرات معنی‌داری را نشان داد. Lobo et al. (2018) به بررسی اثرات مکمل غذایی جلبک دریایی بر شاخص‌های استرس و ایمنی در ماهی باس دریایی اروپایی تحت تراکم‌های مختلف و استرس درجه حرارت پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که این مکمل مخلوط جلبک دریایی، اثرات منفی نوسانات محیطی بر عملکرد رشد و پاسخ‌های ایمنی ذاتی در باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) را کاهش نمی‌دهد. Torfi Mozanzadeh et al. (2021) به بررسی اثرات شوری بر عملکرد رشد، آنزیم‌های گوارشی و آنتی‌اکسیدانت و ایمنی همورال و شاخص‌های استرس در دو گونه یوری هالین شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) و باس دریایی آسیایی (*Lates calcalifer*) پرداختند. بر اساس نتایج حاصل، شاخص‌های استرس شامل پروتئین کل پلاسما، گلوکز، لاکتات، کورتیزول و اسمولالیت کل در هر دو گونه به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر شوری آب قرار گرفتند. با توجه به نتایج مطالعه مذکور، شوری میانی (آب شور) بین 6 تا 12 درصد را برای کشت این گونه‌های

شد.

۳. نتایج

بر اساس نتایج به بدست آمده در این تحقیق (جدول ۱)، و آنالیز واریانس یک طرفه، بیشترین میزان تری گلیسرید سرم در تیمار شوری کم و تراکم کم و متوسط ($۱۳۰/۳۳ \pm ۴۰/۴۲$ و $۱۲۷/۳۳ \pm ۴۴/۶۳$ میلی-گرم در دسی لیتر) و کمترین میزان تری گلیسرید سرم در تیمار شوری زیاد-تراکم کم ($۷۳/۶۷ \pm ۱۵/۱۷$ میلی گرم در دسی لیتر) مشاهده گردید ($p < ۰/۰۵$). بیشترین سطح کلسترول سرم خون در تیمار شوری متوسط-تراکم کم ($۱۱۶ \pm ۲۷/۷۱$ میلی گرم در دسی لیتر) و کمترین میزان کلسترول در تیمار شوری زیاد-تراکم کم ($۷۸/۳۳ \pm ۳۷/۹۷$ میلی گرم در دسی لیتر) مشاهده گردید، هرچند از نظر آماری معنی دار نبود ($p > ۰/۰۵$). سطوح LDL و HDL سرم در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری نداشت ($p > ۰/۰۵$). بر اساس آنالیز آماری صورت گرفته، بیشترین سطح سرمی پروتئین تام در تیمار شوری متوسط-تراکم کم ($۵/۰۶ \pm ۰/۲۷$ گرم در دسی لیتر) و کمترین سطح سرمی پروتئین تام در تیمار شوری زیاد-تراکم کم ($۳/۵۲ \pm ۱/۳۲$ گرم در دسی لیتر) مشاهده گردید ($p < ۰/۰۵$). میزان آلبومین سرم تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت، به صورتی که بیشترین میزان آلبومین سرم در تیمار شوری کم-تراکم زیاد ($۱/۶۲ \pm ۰/۳۱$ گرم در دسی لیتر) و کمترین میزان آلبومین سرم در تیمار شوری متوسط-تراکم متوسط ($۰/۹۳ \pm ۰/۲۲$ گرم در دسی لیتر) مشاهده گردید ($p < ۰/۰۵$). همچنین میزان گلوکز سرم در تیمار شوری کم-تراکم متوسط ($۵۴/۳۳ \pm ۲/۵۱$ میلی گرم در دسی لیتر) و کمترین سطح گلوکز سرم در تیمار شوری زیاد-تراکم متوسط ($۳۲/۳۳ \pm ۳/۷۸$ میلی گرم در دسی لیتر) ثبت گردید ($p < ۰/۰۵$). سطوح سرمی فسفر و کلسیم تحت تاثیر تیمارهای مختلف شوری-تراکم قرار نگرفت و تفاوت معنی داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید ($p > ۰/۰۵$), اما بیشترین سطح منیزیم سرم در تیمار شوری متوسط-تراکم زیاد ($۴/۱۳ \pm ۰/۵۵$ میلی گرم در دسی لیتر) و کمترین سطح منیزیم سرم در تیمار شوری کم-تراکم کم ($۳/۳۳ \pm ۰/۳۰$ میلی گرم در دسی لیتر) مشاهده گردید که از نظر آماری این تفاوت معنی دار بود ($p < ۰/۰۵$). در میزان کراتینین سرم تفاوت معنی داری در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید ($p > ۰/۰۵$). بیشترین سطح اوره اوره ($۳۷/۴۶ \pm ۳/۳۸$ میلی گرم در دسی لیتر) در تیمار شوری زیاد-تراکم متوسط و کمترین میزان اوره سرم ($۳۷/۴۶ \pm ۳/۳۸$ میلی گرم در دسی لیتر) در تیمار شوری کم-تراکم کم ($۸/۲۶ \pm ۰/۹۰$ میلی گرم در دسی لیتر) مشاهده گردید ($p < ۰/۰۵$). بیشترین سطح سرمی اسید اوریک در تیمار شوری زیاد-تراکم زیاد ($۲/۳۶ \pm ۱/۰۹$ میلی گرم در دسی لیتر) و کمترین سطح سرمی اسید اوریک در تیمار شوری کم-تراکم کم ($۰/۱۵$)

ماهی‌ها، مورد بررسی روزانه قرار گرفتند. با توجه به تحقیقات گذشته در خصوص تراکم و شوری در ماهی باس دریایی و سایر ماهیان دریایی (Torfi Mozanzadeh et al., 2021; Abou-Zied, 2010;) (Mohammadidust et al., 2020; Hashemi et al., 2021) بطور کلی در این پژوهش ۹ تیمار آزمایشی به شرح ذیل مورد ارزیابی قرار گرفتند که هر تیمار نیز دارای سه تکرار بودند:

- ۱) شوری ppt ۱۰ و تراکم ۱ کیلوگرم ماهی در متر مکعب
- ۲) شوری ppt ۱۰ و تراکم ۲ کیلوگرم ماهی در متر مکعب
- ۳) شوری ppt ۱۰ و تراکم ۳ کیلوگرم ماهی در متر مکعب
- ۴) شوری ppt ۲۰ و تراکم ۱ کیلوگرم ماهی در متر مکعب
- ۵) شوری ppt ۲۰ و تراکم ۲ کیلوگرم ماهی در متر مکعب
- ۶) شوری ppt ۲۰ و تراکم ۳ کیلوگرم ماهی در متر مکعب
- ۷) شوری ppt ۳۰ و تراکم ۱ کیلوگرم ماهی در متر مکعب
- ۸) شوری ppt ۳۰ و تراکم ۲ کیلوگرم ماهی در متر مکعب
- ۹) شوری ppt ۳۰ و تراکم ۳ کیلوگرم ماهی در متر مکعب

ماهیان تا حد سیری به صورت دستی در مدت زمان ۸ هفته تغذیه شدند. جهت بررسی وضعیت فیزیولوژیک ماهیان پس از دو ماه تغذیه، ابتدا ماهیان تحت بیهوشی با عصاره گل میخک به میزان ۲۰۰ ppm قرار گرفتند (Mousavi et al., 2012) و از سیاهرگ دمی تمام ماهیان خونگیری به عمل آمد. سپس نمونه‌های خون در میکروتیوب استریل دارای ماده ضد انعقاد هپارین سدیم جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی جمع‌آوری شده و تا قبل از سانتیفریوژ در کنار یخ خشک با دمای حدود چهار درجه سانتیگراد نگهداری شدند. برای جداسازی پلاسما، نمونه‌های خون به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتیفریوژ شدند. نمونه‌های پلاسما جدا گردیده تا زمان انجام آنالیز بیوشیمیایی در فریزر ۸۰- نگهداری شدند. پارامترهای بیوشیمیایی مورد مطالعه شامل کلسترول، تری گلیسرید، گلوکز، پروتئین تام، آلبومین، فسفر، منیزیم، کلسیم و LDL و HDL، به روش آنزیمی-فوتومتریک و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر بیوشیمیایی Mindray BS-200 و با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی تجاری شرکت Bionik، ساخت ایران مورد سنجش قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های بدست آمده با نرم‌افزار آماری SPSS و ویرایش ۲۲ انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov آزموده شد. سپس، میانگین داده‌ها در تیمارهای مختلف با آزمون واریانس یک طرفه و آزمون واریانس دو طرفه (ANOVA) مقایسه شد و سپس از پس آزمون دانکن، برای تعیین سطح معنی داری بین تیمارها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($p < ۰$) استفاده شد. داده‌ها به صورت انحراف معیار \pm میانگین گزارش

تنهایی فقط بر شاخص منیزیم تاثیر معنی دار داشته است ($p < 0.05$). همچنین اثرات متقابل شوری و تراکم بر میزان گلوکز، آلبومین و اوره سرم تاثیر معنی دار داشته است ($p < 0.05$).

$0.53 \pm$ میلی گرم در دسی لیتر) مشاهده گردید ($p < 0.05$). بر اساس آنالیز آماری واریانس دوطرفه، متغیر شوری فقط بر پارامترهای تری-گلیسیرید، گلوکز، اوره و اسید اوریک موثر بوده ($p < 0.05$) و تراکم به

جدول ۱- نتایج آنالیز فاکتورهای بیوشیمیایی سرم ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates Calcalifer*) تحت تاثیر سطوح مختلف شوری و تراکم (میانگین \pm خطای استاندارد)

Table 1- The results of the analysis of serum biochemical parameters of Asian sea bass (*Lates calcalifer*) under the influence of different levels of salinity and density (Mean \pm SE, N=3)

Levels of density and salinity	Biochemical Parameters					
	Triglyceride	Cholesterol	LDL	HDL	Total Protein	Albumin
High Salinity/ Low density	73.67 \pm 15.17 ^b	78.33 \pm 37.97	32.00 \pm 15.71	38.00 \pm 20.08	3.52 \pm 1.32 ^b	1.18 \pm 0.29 ^{bc}
High Salinity/ Mean density	88.67 \pm 14.64 ^{ab}	85.67 \pm 15.50	33.00 \pm 5.00	45.67 \pm 7.02	4.45 \pm 0.25 ^{ab}	1.59 \pm 0.08 ^{ab}
High Salinity/ High density	89.33 \pm 15.01 ^{ab}	92.67 \pm 15.50	31.67 \pm 6.11	49.67 \pm 11.59	4.06 \pm 0.61 ^{ab}	1.00 \pm 0.30 ^c
Mean Salinity/ Low density	83.00 \pm 7.21 ^{ab}	116.00 \pm 27.71	45.33 \pm 12.70	60.67 \pm 14.36	5.06 \pm 0.27 ^a	1.26 \pm 0.18 ^{abc}
Mean Salinity/ Mean density	89.00 \pm 24.98 ^{ab}	94.33 \pm 32.65	36.00 \pm 13.52	46.67 \pm 16.16	3.70 \pm 1.31 ^{ab}	0.93 \pm 0.22 ^c
Mean Salinity/ High density	107.33 \pm 5.50 ^{ab}	118.00 \pm 19.97	49.67 \pm 12.89	55.00 \pm 3.46	4.56 \pm 0.27 ^{ab}	1.38 \pm 0.03 ^{abc}
Low Salinity/ Low density	130.33 \pm 40.42 ^a	101.33 \pm 9.45	43.33 \pm 6.35	48.00 \pm 7.93	4.80 \pm 0.20 ^{ab}	1.16 \pm 0.27 ^{bc}
Low Salinity/ Mean density	127.33 \pm 44.63 ^a	84.00 \pm 17.69	34.33 \pm 6.65	40.67 \pm 13.65	4.50 \pm 0.53 ^{ab}	1.05 \pm 0.19 ^c
Low Salinity/ High density	120.00 \pm 20.80 ^{ab}	110.67 \pm 6.65	42.33 \pm 4.04	55.67 \pm 2.51	4.89 \pm 0.36 ^{ab}	1.62 \pm 0.31 ^a
Mean of Main effects						
High Salinity	83.89 \pm 15.04 ^b	85.56 \pm 22.78 ^b	32.22 \pm 8.81 ^b	44.44 \pm 13.43	4.01 \pm 0.84	1.26 \pm 0.33
Mean Salinity	93.11 \pm 17.23 ^b	109.44 \pm 26.22 ^a	43.67 \pm 12.81 ^a	54.11 \pm 12.53	4.44 \pm 0.90	1.19 \pm 0.25
Low Salinity	125.89 \pm 32.18 ^a	98.67 \pm 15.78 ^{ab}	40.00 \pm 6.59 ^{ab}	48.44 \pm 10.58	4.73 \pm 0.38	1.28 \pm 0.34
Low Density	95.67 \pm 34.22 ^a	98.56 \pm 29.07 ^a	40.22 \pm 12.28 ^a	48.89 \pm 16.50	4.63 \pm 0.99	1.20 \pm 0.22
Mean Density	101.67 \pm 32.83 ^a	88.00 \pm 20.68 ^a	34.44 \pm 8.04 ^a	44.33 \pm 11.48	4.22 \pm 0.81	1.19 \pm 0.34
High Density	105.56 \pm 18.71 ^a	107.11 \pm 17.23 ^a	41.22 \pm 10.79 ^a	53.78 \pm 6.94	4.50 \pm 0.52	1.33 \pm 0.34
Two-way Anova						
Salinity	0.00	0.10	0.07	0.26	0.12	0.69
Density	0.69	0.22	0.33	0.28	0.66	0.35
Salinity*Density	0.75	0.81	0.74	0.53	0.13	0.00

* Different letters in each Column indicate a significant difference between the experimental groups (Mean \pm S.E) ($p < 0.05$).

ادامه جدول ۱: نتایج آنالیز فاکتورهای بیوشیمیایی سرم ماهی باس دریایی آسیایی (Lates calcalifer) تحت تاثیر سطوح مختلف شوری و تراکم (میانگین \pm خطای استاندارد، تعداد نمونه: ۳)

Continue of Table 1: The results of the analysis of serum biochemical parameters of Asian sea bass (Lates calcalifer) under the influence of different levels of salinity and density (Mean \pm SE, N=3)

Levels of density and salinity	Biochemical Parameters						
	Phosphorus	Calcium	Magnesium	Creatinine	Urea	Uric Acid	Glucose
High Salinity/ Low density	13.73 \pm 6.38	10.93 \pm 0.20	3.66 \pm 0.11 ^{ab}	0.31 \pm 0.04	27.26 \pm 4.36 ^b	1.30 \pm 0.78 ^b	36.00 \pm 4.35 ^{cd}
High Salinity/ Mean density	9.26 \pm 0.56	10.86 \pm 0.49	3.46 \pm 0.25 ^a	0.32 \pm 0.02	37.46 \pm 3.38 ^a	1.20 \pm 0.10 ^b	32.33 \pm 3.78 ^d
High Salinity/ High density	10.96 \pm 1.56	11.16 \pm 1.77	3.80 \pm 0.26 ^{ab}	0.33 \pm 0.02	27.73 \pm 2.74 ^b	2.36 \pm 1.09 ^a	35.67 \pm 5.50 ^{cd}
Mean Salinity/ Low density	10.43 \pm 1.00	11.10 \pm 0.10	3.63 \pm 0.05 ^b	0.40 \pm 0.02	12.33 \pm 0.72 ^{cd}	0.90 \pm 0.10 ^b	42.00 \pm 2.64 ^{bc}
Mean Salinity/ Mean density	11.66 \pm 1.41	10.13 \pm 0.81	3.60 \pm 0.00 ^b	0.31 \pm 0.10	12.43 \pm 4.32 ^{cd}	1.06 \pm 0.46 ^b	40.00 \pm 5.00 ^{bc}
Mean Salinity/ High density	13.33 \pm 3.35	11.33 \pm 0.83	4.13 \pm 0.55 ^a	0.39 \pm 0.15	20.10 \pm 10.67 ^{bc}	1.13 \pm 0.11 ^b	38.67 \pm 0.57 ^{bcd}
Low Salinity/ Low density	10.80 \pm 1.82	10.33 \pm 0.45	3.33 \pm 0.30 ^b	0.33 \pm 0.03	8.26 \pm 0.90 ^d	0.53 \pm 0.15 ^b	45.33 \pm 5.13 ^b
Low Salinity/ Mean density	9.86 \pm 1.05	10.33 \pm 1.60	3.46 \pm 0.20 ^b	0.35 \pm 0.04	9.50 \pm 0.20 ^d	0.73 \pm 0.05 ^b	54.33 \pm 2.51 ^a
Low Salinity/ High density	11.10 \pm 2.04	11.76 \pm 0.80	3.70 \pm 0.00 ^{ab}	0.39 \pm 0.02	10.83 \pm 0.75 ^d	0.80 \pm 0.17 ^b	54.00 \pm 3.60 ^a
Mean of Main effects							
High Salinity	11.32 \pm 3.83	10.98 \pm 0.93	3.64 \pm 0.24 ^{ab}	0.32 \pm 0.02	30.82 \pm 5.86 ^a	1.62 \pm 0.87 ^a	34.67 \pm 4.35 ^c
Mean Salinity	11.81 \pm 2.27	10.85 \pm 0.80	3.78 \pm 0.37 ^a	0.37 \pm 0.10	14.95 \pm 6.94 ^b	1.03 \pm 0.26 ^b	40.22 \pm 3.19 ^b
Low Salinity	10.58 \pm 1.56	10.81 \pm 1.16	3.50 \pm 0.24 ^b	0.35 \pm 0.03	9.53 \pm 1.26 ^c	0.68 \pm 0.16 ^b	51.22 \pm 5.56 ^a
Low Density	11.65 \pm 3.70	10.78 \pm 0.43	3.54 \pm 0.22 ^b	0.35 \pm 0.05	15.95 \pm 8.95 ^a	0.91 \pm 0.52 ^b	41.11 \pm 5.46 ^a
Mean Density	10.26 \pm 1.42	10.44 \pm 0.98	3.51 \pm 0.17 ^b	0.32 \pm 0.05	19.80 \pm 13.59 ^a	1.00 \pm 0.31 ^{ab}	42.22 \pm 10.24 ^a
High Density	11.80 \pm 2.40	11.42 \pm 1.09	3.87 \pm 0.36 ^a	0.37 \pm 0.08	19.55 \pm 9.17 ^a	1.43 \pm 0.90 ^a	42.78 \pm 9.13 ^a
Two-Way Anova							
Salinity	0.63	0.92	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00
Density	0.43	0.11	0.01	0.42	0.14	0.07	0.66
Salinity*Density	0.38	0.65	0.63	0.67	0.03	0.27	0.05

* Different letters in each Column indicate a significant difference between the experimental groups (Mean \pm S.E) ($p < 0.05$).

استرس برای ماهی می باشد. تراکم ذخیره سازی به طور مستقیم به آرام بودن محیط پرورش ماهی بستگی دارد و به عنوان یک عامل تعیین کننده در میزان تولید ماهی و بازدهی اقتصادی نقش دارد. تراکم بهینه باعث بهبود کیفیت محیط پرورش و نرخ رشد می گردد (Braun et al., 2010; Van de Nieuwegiessen et al., 2008). ماهیان یوری هالین استخوانی به طور نسبی قادر به ثابت نگه داشتن نسبت

۴. نتیجه گیری

باتوجه به اینکه آبی پروری اغلب در ارتباط با تراکم بالا است، سیستم های تولید و پرورش باید کیفیت محصول و بهداشت را در نظر بگیرند که این عوامل بستگی به مراقبت مناسب و شیوه های خوب پرورش دارد (Irwin et al., 1999). برخی از نظریه های عمومی در پرورش ماهی این است که تغییر تراکم پرورش به عنوان یک منبع

(Barton, 2002). بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، شوری پایین (10 ppt) بالاترین میزان گلوکز را در میان تیمارهای آزمایشی به خود اختصاص داده است. همچنین در بین سه تراکم مورد بررسی در این تحقیق، تراکم های متوسط و زیاد، اثرات بیشتری در افزایش میزان گلوکز سرم از خود نشان داده اند. همچنین بر اساس آنالیز آماری واریانس دوطرفه، شوری و تراکم دارای اثرات متقابل بر میزان گلوکز سرم بوده اند. در واقع نتایج این تحقیق نشان می دهد، هرچند که ماهی باس دریایی آسیایی، که ماهی یوری هالین بوده و قدرت تحمل شوری-های مختلف را دارد، اما شوری های پایین و بالا، احتمالاً می تواند منجر به تحریک محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-اینترنال گردد و در نتیجه باعث ترشح کورتیزول و در نهایت منجر به افزایش گلوکز سرم گردد. در مطالعه (Azodi et al., 2021)، نیز نتایجی مشابهی بر میزان گلوکز سرم در ماهی باس دریایی گزارش نمودند. همچنین Lim et al. (2006) از ایجاد استرس شوری در ماهی تیلاپپای نیل و افزایش میزان گلوکز سرم در اثر افزایش هورمون کورتیزول به منظور سازگاری با محیط اطراف گزارش نمودند.

سطح پروتئین کل سرم به عنوان یک شاخص ارزشمند برای سلامت عمومی و وضعیت استرس ماهی در نظر گرفته می شود زیرا حاوی طیف گسترده ای از اجزای پروتئینی از جمله آلبومین، ایمونوگلوبولین ها، مکمل ها، آنزیم ها، سیتوکین ها، ترانسفرین و لکتین-ها است (Magnadóttir, 2006). در مطالعه حاضر، پروتئین کل پلاسما با افزایش شوری آب تغییر معنی داری نداشت. Torfi Mozanzadeh et al. (2021)، بیان داشتند که با افزایش شوری آب، میزان پروتئین تام سرم در *A. latus* افزایش یافت و با افزایش پارامترهای ایمنی هومورال در این گونه همراه بود که نشان می دهد شوری آب باعث ایجاد پاسخ های ایمنی هومورال در این گونه شده است. این نتیجه با مطالعات دیگر روی محتوای پروتئین کل سرم در اثر تغییرات شوری، مطابقت ندارد (Kelly et al., 1999; Martinez- Alvarez et al., 2002). تفاوت در نوع تغذیه و جیره غذایی، شرایط نگهداری و سن ماهیان تحت آزمایش می تواند در نتایج متفاوت در این تحقیقات نقش داشته باشد. همچنین نتایج نشان داد که اثرات متقابل شوری و تراکم به طور معنی داری بر میزان آلبومین سرم موثر بوده است. Goda et al. (2019) در تحقیق خود روی ماهی باس دریایی اروپایی، افزایش میزان پروتئین و کاهش میزان آلبومین را با افزایش میزان شوری آب مشاهده نمودند. Helmy et al. (1974) گزارش کردند که افزایش پروتئین و آلبومین سرم زمانی حاصل می شود که فرآیندهای آنابولیک از فرآیندهای کاتابولیک فراتر رود و پروتئین ذخیره شده در مقادیر بیشتری تولید شود تا نیازهای متابولیکی افزایش یافته ماهی را برآورده کند. آنها افزودند که افزایش

ترکیبات یونی و اسمولاریته مایعات درونی بدن هستند (زمانی که در شوری های مختلف قرار می گیرند)، این عمل از طریق مجموعه ای از فرآیندهای یونی و تنظیمات اسمزی که نیازمند انرژی هستند، انجام می شود (Lisboa et al., 2015; Nordlie, 2009). در بیشتر گونه ها لقا و انکوباسیون تخم، جذب کیسه زرده، تولید جنین، تورم کیسه هوای ماهی و رشد لارو وابسته به شوری آب هستند. کاهش استرس یکی از اهداف پرورش دهندگان ماهی در جهت تولید بیشتر می باشد و از آنجایی که خون مستقیماً در بسیاری از فرآیندهای سوخت و سازی نقش داشته و منعکس کننده تغییرات بدن جانور است، ارزیابی-های خونی و سرمی در امر تشخیص وضعیت فیزیولوژیک ماهیان از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو به نظر می رسد یکی از راهکارهای نوین تعدیل اثرات استرس از طریق ایجاد تغییر در شاخص-های فیزیولوژیک وابسته به خون و بافت های بدن در ماهیان پرورشی باشد (Johari and Kalbassi, 2006).

Abou Anni et al. (2016)، اثرات شوری بر رشد و پارامترهای مربوط به تنظیم اسمزی و بازده انرژی در پرستو ماهی جوان (*Trachinotus marginatus* Cuvier 1832) را طی دو آزمایش مورد بررسی قرار دادند. در آزمایش اول ماهیان به مدت ۱۵ روز در شوری های مختلف (۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ PPT) پرورش داده شدند. هیچ مرگ و میری مشاهده نشد. همچنین از نظر اندازه ماهی (طول و وزن)، هماتوکریت و غلظت گلوکز پلاسما، اختلاف معنی داری مشاهده نشد. اگرچه افزایش قابل توجهی در غلظت سدیم، کلر و پتاسیم پلاسما با افزایش شوری آب اتفاق افتاد، اما هیچ تغییر قابل توجهی در اسمولاریته پلاسما ایجاد نشد. این یافته ها نشان می دهد که پرستو ماهی جوان پس از ۱۵ روز می تواند به رنج وسیعی از شوری (۴-۲۰ PPT) سازگار شود. بر خلاف این نتایج، Khani et al. (2015) گزارش کردند که استرس شوری می تواند منجر به افزایش سطح گلوکز خون شود. Debroy et al. (2022) در تحقیق خود در ماهی گورامی بالارونده (*Anabas testudineus*) افزایش میزان گلوکز را در استرس شوری گزارش نمودند. Ordóñez-Grande et al. (2021)، افزایش سطح گلوکز سرم را در ماهی باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) در شوری پایین (۲ ppt) گزارش نمودند که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. تحت تاثیر عوامل استرس زا، با فعال شده محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-اینترنال و ترشح کورتیزول، منجر به تأثیر بر کبد و در نتیجه سبب القای گلیکولیز یا گلوکونئوزیز می شود که در نتیجه میزان گلوکز پلاسما تحت تاثیر قرار می گیرد (Axelord and Reisine, 1984). گلوکز پلاسما نیز به عنوان شاخصی برای اندازه گیری میزان استرس و احتمالاً رایج ترین روش برای اندازه گیری واکنش ثانویه به استرس مطرح می شود

۱۰/۹ درصد از $MgCl_2$ تشکیل شده است (Tchernia, 1969). پس با توجه به اینکه منیزیم یکی از مهمترین ترکیبات موجود در آب دریا است، تغییرات منیزیم سرم می تواند تغییری از تغییرات غلظت منیزیم به تبع از میزان شوری آب دریا باشد. بالا بودن سطوح اوره و اسید اوریک در تیمارهای آزمایشی خصوصا در تیمارهای با شوری بالا، می تواند نشان دهنده متابولیسم بالاتر پروتئین ها در این تیمارها باشد (Abdel-Rahim et al., 2019).

به طور کلی بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، کمترین میزان تغییرات در پارامترهای سرمی در شوری متوسط (۲۰ ppt) و تراکم های ۱ و ۲ کیلوگرم در مترمکعب، مشاهده گردید و علی رغم اینکه این گونه یک گونه یوری هالین محسوب می شود، شوری های پایین و نزدیک آب شیرین منجر به افزایش استرس و افزایش متابولیسم می شوند که می تواند در ادامه باعث تاثیرات منفی در میزان رشد و همچنین سیستم ایمنی ماهی شود. بررسی های بیشتر روی متغیرهای سیستم ایمنی و شاخص های رشد و تغذیه می تواند ضمن تایید نتایج حاصل از این تحقیق، نتایج عملیاتی بهتری را جهت استفاده آبی پروران، ارائه دهد. در واقع بر اساس نتایج حاصله می توان گفت که این گونه می تواند تغییرات در محدوده آب دریاها تا آب لب شور را در محدوده زمانی ۶۰ روزه به خوبی تحمل کند و به طور موفقیت آمیزی با آب شیرین نیز سازگار شود و این گونه می تواند گزینه مناسبی برای پرورش در آب های لب شور (شوری ۲۰ گرم بر لیتر) و تراکم متوسط (۲ کیلوگرم در متر مکعب) باشد.

۵. تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر به منظور حمایت مالی و معنوی این تحقیق، اعلام می نمایند.

References:

Abdel-Rahim, M.M., Lotfy, A.M., Toutou, M.M., Aly, H.A., Sallam, Gh.R., Abdelaty, B.S. and Helal, A.M., 2020. Effects of salinity level on the survival, growth, feed utilization, carcass composition, haematological and serum biochemical changes of juvenile Meagre (*Argyrosomus regius*) (Asso, 1801) grown in ground saltwater. *Aquaculture Research*, 51(3), pp. 1038-1050. DOI: 10.1111/are.14449

نرخ کاتابولیک کاهش سطح پروتئین سرم را توضیح می دهد. علاوه بر این، ماهیت حلقوی کل پروتئین سرم نشانگر تغییراتی است که در بخش گلوبولین سرم اتفاق می افتد. این مطالعه با سایر مطالعات که هیچ تغییری یا کاهش سطح پروتئین را به موازات افزایش شوری گزارش می کنند در تضاد است (Herrera et al., 2012).

بالا بودن میزان تری گلیسرید سرم خصوصا در تیمارهای با شوری بالا، می تواند ناشی از افزایش میزان متابولیسم در ماهیان تحت تاثیر استرس شوری باشد. افزایش متابولیسم نیاز سلولی به انرژی را افزایش داده و منجر به آزاد شدن منابع تری گلیسرید از کبد به خون می شود. Salati et al. (2019) در ماهی شانک زردباله کاهش میزان تری گلیسرید سرم را در یک دوره ۱۴ روزه در شوری بالا گزارش نمودند، که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد. تفاوت در نوع آزمایش و متغیرهای موجود، سن و گونه ماهی مورد مطالعه و شرایط آزمایش و نوع جیره مورد استفاده می تواند در تفاوت در نتایج تحقیقات مختلف موثر باشد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، تفاوت معنی داری در میزان کلسترول سرم، LDL و HDL سرم مشاهده نگردید ($p > 0.05$) که با نتایج Abdel-Rahim et al. (2019) و Salati et al. (2019) همخوانی دارد. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تیمارهای مختلف روی میزان کلسیم و فسفر سرم تاثیر معنی داری نداشته اند، اما باعث تغییر در میزان منیزیم سرم شدند. در بین عوامل اکولوژیکی، شوری مخصوص محیط آبی است. در حقیقت گونه هایی که در طول رشد و نمو تحت تاثیر شوری قرار نمی گیرند، نادر هستند. همین طور گفته می شود که بسیاری از ماهیان جوان، شوری های متوسط را ترجیح می دهند، مثلا مصب ها، مناطق ساحلی جزر و مدی و... (Boeuf and Payan, 2001). شوری نمکی است که در آب حل می شود و نمایانگر ۶۰ عنصر از ۹۲ عنصر شیمیایی اساسی است (Riley, 1965). کلرید Cl^- و سدیم Na^+ مهمترین موارد در شوری آب هستند. آب دریا ۳۵ psu شوری دارد که ۷۷/۸ درصد از $NaCl$ و

Abou-Anni, I.S., Bianchini, A., Barcarolli, I.F., Junior, A.S.V., Robaldo, R.B., Tesser, M.B. and Sampaio, L.A., 2016. Salinity influence on growth, osmoregulation and energy turnover in juvenile pompano *Trachinotus marginatus* Cuvier 1832. *Aquaculture*, 455, pp.63-72. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2016.01.010

Abou-Zied, R.M., 2010. Effect of stocking density on growth performance feed utilization of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in cages suspended on natural pond. *Fayoum Journal of Agricultural Research and Development*,

- 24(1), pp. 120-127. DOI: 10.21608/fjard.2010.195662
- Axelrod, J., Reisine, T.D., 1984. Stress hormones: their interaction and regulation. *Science*. 4: 224(4648), pp.452-459. DOI: 10.1126/science.6 143403
- Azodi, M., Bahabadi, M.N., Ghasemi, A., Morshedi, V., Mozanzadeh, M.T., Shahraki, R., Khademzadeh, O., Hamed, S. and Avizhgan, S., 2021. Effects of salinity on gills' chloride cells, stress indices, and gene expression of Asian seabass (*Lates calcarifer*, Bloch, 1790). *Fish Physiology and Biochemistry*, 47(6), pp. 2027-2039. DOI: 10.1007/s10695-021-01024-6.
- Baker, R.F. and Ayles, G.B., 1990. The effects of varying density and loading level on the growth of Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *World Aquaculture*, 21, pp. 58-62. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1992.tb02722.x
- Barman, U.K., Jana, S.N., Garg, S.K., Bhatnagar, A. and Arasu, A.R.T., 2005. Effect of inland water salinity on growth, feed conversion efficiency and intestinal enzyme activity in growing grey mullet, *Mugil cephalus* (Linn.): field and laboratory studies. *Aquaculture International*, 13, pp. 241-256. DOI: 10.1007/s10499-004-2479-5
- Barton, B.A., 2002. Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids, *Integrative and Comparative Biology*, 42(3), pp. 517-525. DOI: 10.1093/icb/42.3.517
- Boeuf, G. and Payan, P., 2001. How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 130, pp. 411-423. DOI: 10.1016/S1532-0456(01)00268-X
- Braun, N., Lima de Lima, R., Baldisserotto, B. and Dafre, A.L. and Pires de Oliveira Nuñez, A., 2010. Growth, biochemical and physiological responses of *Salminus brasiliensis* with different stocking densities and handling. *Aquaculture*, 301, pp. 22-30. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.01.022
- Canario, A.V.M., Condec, A.J., Power, D.M. and Ingleton, P.M., 1998. The effect of stocking density on growth in the gilthead Sea-bream, *Sparus aurata* (L.). *Aquaculture Research*, 29, pp. 177-181. DOI: 10.1111/j.1365-2109.1998.tb01122.x
- Chang, S.F., Ngoh, G.H., Kueh, L.F.S., Qin, Q.W., Chen, C.L., Lam, T.J. and Sin, Y.M., 2001. Development of a tropical marine fish cell line from Asian seabass (*Lates calcarifer*) for virus isolation. *Aquaculture*. 19, pp. 133-145. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00465-8
- Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M. and Gadd, D., 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, 61 (3), pp. 493-531. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2002.tb00893.x
- FAO, 2018. *The State of World Fisheries and Aquaculture - Meeting the Sustainable Development Goals.*, Rome, pp. 227. <https://reliefweb.int/report/world/state-world-fisheries-and-aquaculture-2018>
- FAO. 2022. *The State of World Fisheries and Aquaculture – Towards Blue Transformation*, Rome, pp. 266. <https://reliefweb.int/report/world/state-world-fisheries-and-aquaculture-2020>
- Garza-Gil, M.D., Varela-Lafuente, M. and Caballero-Miguez, G., 2009. Price and production trends in the marine fish aquaculture in Spain. *Aquaculture Research*. 40, pp. 274-281. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2008.02106.x
- Giffard-Mena, I., Charmantier, G., Grousset, E., Aujoulat, F. and Castille, R., 2006. Digestive tract ontogeny of *Dicentrarchus labrax*: implication in osmoregulation. *Development, Growth and Differentiation*, 48, pp. 139-151. DOI: 10.1111/j.1440-169X.2006.00852.x
- Goda, A.M.A.S., Srour, T.M., Mansour, A.T., Baromh, M.Z., Sallam, G.R. and Baromh A.Z., 2019. Assessment of stressful ambient water salinity on growth, feed utilization, and hematological indices of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*, juveniles. *AACL Bioflux*, 12(2), pp. 553-563. <http://www.bi oflux.com.ro/docs/2019.553-563.pdf>
- Hasanalipour, A.R., Eagderi, S., Bahmani, B. and Poorbagher, H., 2013. Cortisol-glucose level and growth changes in response to rearing density in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*

- Brandt, 1869), *Utilization and Cultivation of Aquatics*, 1(4), pp. 13-27. DOI: 10.4194/1303-2712-v13_1_04
- Hashemi, S.A.R., Akbary, P. and Hafezieh, M., 2021. Effect of density on the growth performance and survival of Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*, Bloch, 1790) In earthen pools Gwadar site, *Journal of Animal Environment*, 13(2), pp. 277-282.
- Helmy, A.M., Badawi, H.K. and El-Bishry, A., 1974. Seasonal variations in the protein composition of blood serum of *Anguilla vulgaris* and *Mugill cephalus*. Bulletin of Institute of Oceanography and Fisheries, A.R.E. 4:370-381.
- Herrera, M., Aragão, C., Hachero, I., Ruiz-Jarabo, I., Vargas-Chacoff, L., Mancera, J.M. and Conceição, L.E.C., 2012. Physiological short-term response to sudden salinity changes in the Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6), pp. 1741-1751.
- Iranian Fisheries Organization, 2022. *Statistical Yearbook of Iranian Fisheries*. 2016-2022.
- Irwin, S., O'Halloran, J. and FitzGerald, R.D., 1999. Stocking density, and growth variation in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque). *Aquaculture*, 178, pp. 77-88.
- Johari, S.A. and Kalbassi. M.R. 2006. Investigation of red blood cell alterations in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Biology*, 19(4), pp. 492-495. (In Persian)
- Jørgensen, E.H., Christiansen, J.S., Jobling and M., 1993. Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture*, 110, pp. 191-204. DOI: 10.1016/0044-8486(93)90272-Z
- Jun, Q., Pao, X., Haizhen, W., Ruiwei, L. and Hui, W., 2021. Combined effect of temperature, salinity, and density on the growth and feed utilization of Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 43(9), pp. 1344-1356. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.02938.x
- Kelly, S.P., Chow, I.N.K. and Woo, N.Y.S., 1999. Haloplasticity of black seabream (*Mylio macrocephalus*): hypersaline to freshwater acclimation. *Journal of Experimental Zoology*, 283, pp. 226-241. DOI: 10.1002/(SICI)1097-010X(19990215)283:3<226::AID-JEZ2>3.0.CO;2-8
- Khani, F., Imanpoor, M., Kolangi Miandare, H. and Ghaedi, A., 2015. The Effect of Salinity stress on the Haematological and Serum Biochemical parameters of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) Juveniles fed with different levels of Nucleotide-supplemented, *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*, 28(3), pp. 307-322. (In Persian), DOI: 20.1001.1.23832614.1394.28.3.5.4
- Kjartansson, H., Fivelstad, S., Thomassen, J.M. and Smith, M.J., 1988. Effects of different stocking densities on physiological parameters and growth of adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in circular tanks. *Aquaculture*, 73, pp. 261-274. DOI: 10.1016/0044-8486(88)90060-9
- Lambert, Y. and Dutil, J.D., 2001. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency, and size-grading. *Aquaculture*, 192, pp. 233-247. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00448-8
- Lefrançois, Ch., Claireaux, G., Mercier, C. and Aubin, J., 2001. Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 195(3-4), pp. 269-277. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00559-7
- Lim, C. and Webster, C.D., 2006. *Tilapia biology, culture, and nutrition*. The Haworth Press, Inc. Binghamton. NY. 247P.
- Lisboa, V., Barcarolli, I.F., Sampaio, L.A. and Bianchini, A., 2015. Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile Lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology*, 13, pp.447-452. DOI: 10.1590/1982-0224-20140122
- Lobo, G., Pereira, L.F., Goncalves, J.F.M., Peixoto, M.J. and Ozo'io, R.O.A., 2018. Effect of dietary seaweed supplementation on growth performance, antioxidant and immune responses in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) subjected to rearing temperature and salinity oscillations. *International Aquatic*

- Research*, 10, pp. 321–331. DOI: 10.1007/s40071-018-0208-3
- Ma, Z., Guo, H., Zheng, P., Wang, L., Jiang, S., Zhang, D. and Qin, J.G., 2014. Effect of salinity on the rearing performance of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus* (Linnaeus 1758). *Aquaculture Research*, 47, pp. 1761–1769. DOI: 10.1111/are.12633
- Magnadóttir, B. 2006. Innate immunity of fish (overview). *Fish and Shellfish Immunology*, 20(2), pp. 137-51. DOI: 10.1016/j.fsi.2004.09.006
- Martinez-Alvarez, R., Hidalgo, M., Domezain, A., Morales, A., García-Gallego, M. and Sanz, A., 2002. Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. *Journal of Experimental Biology*, 205, pp. 3699–3706. DOI: 10.1242/jeb.205.23.3699
- Martinez-Palacios, C.A., Morte, J.C., Tello-Ballinas, J.A., Toledo-Cuevas, M. and Ross, L.G., 2004. The effects of saline environments on survival and growth of eggs and larvae of *Chirostoma estor estor* Jordan 1880 (Pisces: Atherinidae). *Aquaculture*, 238, pp. 509–522. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.10.032
- Mathew, G., 2009. Taxonomy, identification, and biology of Sea bass (*Lates calcarifer*). In: Imelda, J., Edwin, J.V., Susmitha, V. (Eds.), *Course Manual: National Training on Cage Culture of Sea Bass*. CMFRI & NFDB, Kochi, pp. 38–43.
- Mohammadidust, M., Yoonaszadeh Fashalami, M., Hekmatpur, F., Mortezaei, S.A.S. and Mohseninejad, L., 2020. The survey of different density culture of Asian seabass (*Lates calcarifer*) in shrimp ponds in Choebdeh Abadan province, *Journal of Animal Environment*, 12(1), pp. 201-208. (In Persian). DOI: 10.22034/aej.2020.105172
- Morgan, J.D., Iwama, G.K., 1991. Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile rainbow and steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48, pp. 2083–2094. DOI: 10.1139/f91-247
- Mousavi, S.M., Majdi Nasab, E., Yavari, V., Rajabzadeh Ghatrami, E. and Razi Jalali, M., 2012. Effects of two anaesthetic regimes, MS-222 and eugenol, on plasma biochemical profile in *Barbus sharpeyi*, *Comparative Clinical Pathology*, 21, pp. 859-863. DOI: 10.1007/s00580-011-1189-4
- Nordlie, F.G., 2009. Environmental influences on regulation of blood plasma/serum components in teleost fishes: a review. *Review in Fish Biology*, 19, pp. 481–564. DOI: 10.1007/s11160-009-9131-4
- Ordóñez-Grande, B., Guerreiro, P.M., Sanahuja, I., Fernández-Alacid, L. and Ibarz, A., 2021. Environmental Salinity Modifies Mucus Exudation and Energy Use in European Sea Bass Juveniles. *Animals*, 1, pp. 1580. DOI: 10.3390/ani11061580
- Oujifard, A., Hosseini, A., Mohammadi dost, M. and Sadoni, E. 2014. Evaluation of potential Asian seabass (*Lates calcarifer*) culture in ponds of Choebde, Abadan. *Journal of Aquatic Ecology*, 3 (4), pp. 50-41. (In Persian). <http://jae.hormozgan.ac.ir/article-1-47-fa.html>
- Paterson, B.D., Rimmer, M.A., Meikle, G.M. and Semmens, G.L., 2003. Physiological responses of the Asian sea bass, *Lates calcarifer* to water quality deterioration during simulated live transport: acidosis, red-cell swelling, and levels of ions and ammonia in the plasma. *Aquaculture*, 218, pp. 717-728. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00564-1
- Pavlidis, M., Koumoundouris, G., Serioti, A., Somarakis, S., Divanach, P. and Kentouri, M., 2000. Evidence of temperature-dependent sex determination in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Journal of Experimental Zoology*, 287 (3), pp. 225–232. DOI: 10.1002/1097-010X(20000801)287:33.0.CO;2-D
- Petit, G., Beauchaud, M. and Buisson, B., 2001. Density effects on food intake and growth of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture Research*, 32, pp. 495–497. DOI: 10.1046/j.1365-2109.2001.00589.x
- Rowland, S.J., Mifsud, C., Nixon, M. and Boyd, P., 2006. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages.

- Aquaculture*, 253, pp. 301–308. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.04.049
- Saillant, E., Fostier, A., Haffray, P., Menu, B., Thimonier, J. and Chatain, B., 2002. Temperature effects and genotype–temperature interactions on sex determination in the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Journal of Experimental Zoology*, 292, pp. 494–505. DOI: 10.1002/jez.10071
- Salati, A.P., Farshadian, R., KeyvanShokoooh, S. and Pasha-Zanoosi, H., 2019. Effect of changes in environmental salinity on blood parameters and body composition in Yellowfin Seabream (*Acanthopagrus latus*), *Developmental Biology*, 11(4), pp. 35–44. (In Persian). <https://sanad.iau.ir/Journal/jdb/Article/1041604>
- Sammouth, S., Roque d'Orbcastel, E., Gasset, E., Lemarie', G., Breuil, G., Marino, G., Coeurdacier, J.L., Fivelstad, S. and Blancheton, J.P., 2009. The effect of density on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) performance in a tank-based recirculating system. *Aquacultural Engineering*, 40, pp. 72–78. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2008.11.004
- Sánchez, P., Ambrosio, P.P. and Flos, R., 2010. Stocking density and sex influence individual growth of Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*, 300, pp. 93–101. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2009.12.013
- Singh, R.K., 2000. Growth, survival and production of *Lates calcarifer* in a seasonal rainfed coastal pond of the Konkan region. *Aquaculture*, 8, pp. 55–60. DOI: 10.5958/2349-4433.2021.00054.4
- Torfi Mozanzadeh, M., Safari, O., Oosooli, R., Mehrjooyan, Sh., Zabayah Najafabadi, M., Hoseini, S.J., Saghavi, H. and Monem, J., 2021. The effect of salinity on growth performance, digestive and antioxidant enzymes, humoral immunity and stress indices in two euryhaline fish species: Yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*) and Asian seabass (*Lates calcarifer*), *Aquaculture*, 534, pp. 736329. DOI: 10.2478/aoas-2021-0070
- Urbinati, E.C., and Carneiro, P.C.F., 2004. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: Cyrino, J.E.P., Urbinati, E.C., Fracalossi, D.M., Castagnolli, N. (Eds.),
- Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. Tecart, São Paulo, pp: 171–194. <https://www.researchgate.net/publication/286776959>
- Van de Nieuwegiessen, P., Boerlage, A., Verreth, J. and Schrama, J., 2008. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Applied Animal Behaviour Science*, 115, pp. 233–243. DOI: 10.1016/j.applanim.2008.05.008
- Vijayan, M.M. and Leatherland, J.F., 1988. Effect of stocking density on the growth and stress-response in brook charr, *Salvelinus fontinalis*. *Aquaculture*, 75 (1–2), pp. 159–171. DOI: 10.1016/0044-8486(88)90029-4
- Whitehead, P.J.P., 1984. *Centropomidae*. In W. Fischer and G. Bianchi (eds.) FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51). vol. 1. [pag. var.] FAO, Rome.