مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی فاکتورهای تنفسی خون ماهی گل‌خورک *Scartelaos tenuis* و مقایسه آن با گونه *Liza klunzingeri* (گاریز) در ساحل خلیج فارس، استان هرمزگان

آرزو افشین‌فر[۱]، احمد نوری[۱*]،آرش اکبرزاده[۱]، بی‌تا کلوانی نیتلی[۲]، احسان کامرانی[۱]، میرمسعود سجادی[۳]

[۱] گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان

[۲] گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گرگان

[۳] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۲/۱۰/۱۷

اصلاح: ۹۲/۱۲/۱۹

پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۵

کلمات کلیدی:

هموگلوبین

هماتوکریت

ماهی گل خورک

خلیج فارس

چکیده

ماهیان برای تأمین نیاز اکسیژنی، به آب وابسته‌اند. در این میان خون در انتقال اکسیژن نقش اساسی را ایفا می‌کند. تفاوت در شرایط و نحوه زندگی موجب می‌شود که شرایط جذب اکسیژن و در نتیجه، فاکتورهای تنفسی خون در ماهیان، متفاوت باشند. در این مطالعه فاکتورهای تنفسی خون یک گونه گل‌خورک با نام علمی *Scartelaos tenuis* با ماهی کاملاً آبزی *Liza klunzingeri* مقایسه گردید. نمونه‌ها از ساحل بندرعباس صید و عمل خون‌گیری از ناحیه ساقه دمی انجام شد. شاخص‌های خونی مؤثر در تنفس شامل میزان هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد سلول‌های قرمز، متوسط حجم هر سلول قرمز (MCV)، متوسط میزان هموگلوبین در هر سلول قرمز (MCH) و متوسط غلظت هموگلوبین موجود در واحد حجمی از سلول‌های قرمز (MCHC) برای هر گونه اندازه‌گیری شد. بررسی نتایج نشان داد که در ماهی *L. klunzingeri* به طور مشخص و معنی‌دار میزان هماتوکریت وMCV در مقایسه با ماهی *S. tenuis* بیشتر بود. در مقابل در ماهی *S. tenuis* مقدار MCHC به طور معنی‌دار بیشتر بود. میزان هموگلوبین، تعداد سلول‌های قرمز و MCH دو گونه با هم تفاوت معناداری نداشت. در ماهی *S. tenuis* با توجه به کمتر بودن میزان MCV و بیشتر بودن میزان MCHC، احتمالاً راندمان جذب و حمل اکسیژن در خون به مراتب بیش از ماهی *L. klunzingeri* می‌باشد.

مقدمه

حیات موجودات آبزی وابسته به اکسیژن آب می‌باشد. میزان اکسیژن محلول در آب یک سی‌ام هوا می‌باشد، بنابراین آبزیان نسبت به جانوران خشکی‌زی، برای تأمین نیاز اکسیژنی نیازمند تنفسی کارآمد و تنظیم متابولیسم‌های بدن می‌باشند (Perry and Tufts, 1998).

اکسیژن در ماهیان توسط سطوح تنفسی از محیط گرفته می‌شود و به مویرگ‌های اندام تنفسی منتقل می‌گردد. خون اکسیژن را از طریق رگ‌های خونی به بافت‌ها و محصولات حاصل از متابولیسم سلول‌ها، نظیر دی اکسیدکربن و H^+ را از سلول‌ها به محیط پیرامون منتقل می‌کند. ویژگی‌های خون ماهیان به دلیل تفاوت در نیاز متابولیسمی بدن موجود و روش‌های به دست آوردن اکسیژن و از دست دادن دی‌اکسید کربن متفاوت می‌باشد. در پروسه انتقال اکسیژن از طریق خون، هموگلوبین نقش

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Noori@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]

بسیار مهمی را برعهده دارد و به عنوان عامل اصلی انتقال اکسیژن در خون ماهیان در نظر گرفته می شود. مقدار اکسیژن در هر واحد حجم خون به مقدار سلول‌های قرمز خون بستگی داشته و میزان غلظت هموگلوبین با سلول‌های قرمز خون ارتباط تنگاتنگ دارد (Perry and Tufts, 1998). از طرف دیگر افزایش ظرفیت حمل اکسیژن خون با افزایش میزان هماتوکریت همراه می‌باشد که همین امر موجب بالا رفتن لزوجت خون نیز می‌شود. بدیهی است که افزایش ظرفیت حمل اکسیژن با افزایش هماتوکریت رابطه خطی ندارد (Bone and Moor, 2008). در رابطه با هموگلوبین موجود در خون، سه پارامتر تنفسی دیگر شامل متوسط حجم سلول‌های قرمز (MCV)، متوسط میزان هموگلوبین در هر سلول قرمز خون (MCH) و متوسط غلظت هموگلوبین موجود در واحد حجمی از سلول‌های قرمز خون (MCHC) مطرح می‌گردد (Poljicak-Milas *et al*., 2009). با توجه به تفاوت موجود در بین ماهیان مختلف، میزان هموگلوبین، هماتوکریت و این سه شاخص تنفسی در گونه‌های مختلف ماهیان متفاوت می‌باشد (Wells *et al*., 2005; Nikolov and Boyadzieva, 2010).

ماهیان هوا تنفسی اجداد دوزیستانی هستند که روی زمین پدید آمده‌اند (Hoar and Randall, 1984)، گل‌خورک‌ها از جمله ماهیانی هستند که از هوا تنفس می‌کنند (Murdy, 1989). این ماهیان اغلب فعالیت‌های خود نظیر تغذیه، جفت‌گیری و دفاع از قلمرو را بر روی خشکی انجام می‌دهند و بنا به این تغییر زندگی، از نظر تکاملی تخصص یافته‌تر شده‌اند (Graham, 1997)، همچنین مثال‌های بی نظیری برای نشان دادن مسیر تکامل از ماهیان به سمت خشکی‌زی شدن، می‌باشند. برای دست آوردن اطلاعات در رابطه با چگونگی زندگی از سمت آب به تنفس از هوا، باید ساختار و جزئیات عملکرد سیستم تبادل گازها را، بررسی نمود (Dattamunshi, 2009).

ماهیان گل‌خورک سازگاری‌های مختلفی را برای زندگی همانند دوزیستان کسب کرده‌اند و در پهنه‌های گلی و جنگل‌های حرا در سواحل جزر و مدی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری زندگی می‌کنند (Nursall, 1981; Murdy, 1989; Takita and Agusnimar, 1999). جنس *Scartelaos* با وجود داشتن توان حرکت در خشکی، وابستگی بسیار زیادی به آب دارد (Polgar and Crosa, 2009). ماهی *Scartelaos tenuis* از خانواده گاوماهیان، در پهنه‌های گلی نواحی جزر و مدی اکوسیستم‌های حرا در خلیج فارس زندگی می‌کند (Murdy, 1989). این گونه با نام انگلیسی Slender mudskipper نسبت به گونه‌های دیگر گل‌خورک آب‌دوست‌تر است و افراد بالغ آن در پهنه‌های گلی بین جزر و مدی زندگی می‌کنند (Clayton and Vaughan, 1988). گونه *Liza klunzingeri* با نام محلی گاریز از خانواده کفال ماهیان از جمله ماهیان کاملاً آبزی بوده که در سواحل بندرعباس یافت می شود (Mohammadizadeh *et al*., 2012).

هدف از این مطالعه، بررسی تفاوت موجود بین فاکتورهای تنفسی خون شامل میزان هماتوکریت، میزان کل هموگلوبین خون، تعداد و اندازه سلول‌های قرمز خون، متوسط میزان هموگلوبین موجود در هر سلول قرمز خون، و میانگین غلظت هموگلوبین در هر واحد حجمی از سلول‌های قرمز خون در بین دو گونه *S. tenuis* و *L. klunzingeri* می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند اطلاعات پایه‌ای در مورد عملکرد فیزیولوژیک مربوط به تنفس در این گونه‌ها را در محیط‌های اکولوژیک متفاوت فراهم کند.

مواد و روش‌ها

روش نمونه‌برداری

صید ماهیان *S. tenuis* از ساحل بندرعباس (۲۷ درجه و ۱۱ دقیقه و ۲۷/۵۴ ثانیه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳/۰۹ ثانیه طول شرقی) با روش دستی انجام شد در صورتی که ماهیان *L. klunzingeri* با استفاده از تور مشتا صید شدند (۲۷ درجه و ۱۱ دقیقه و ۱۴ ثانیه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۲۰ دقیقه و ۳۵ ثانیه طول شرقی). طول و وزن ماهیان صید شده با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد. نتایج بیومتری در جدول ۱ آورده شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]

جدول ۱. میانگین طول و وزن ماهیان مورد مطالعه. نتایج وزن به صورت میانگین (گرم) ± خطای استاندارد و طول به صورت میانگین (میلی متر) ± خطای استاندارد نشان داده شده است.

گونه	میانگین وزن (گرم)± خطای استاندارد	میانگین طول(میلی‌متر)± خطای استاندارد
Scartelaos tenuis	۶/۸۷±۰/۴۷	۱۲۱/۴±۶/۴۰
Liza klunzingeri	۳۹/۶۵±۱/۸۵	۱۶۱/۹۵±۳/۰۲

در ابتدا برای کاهش استرس و رعایت اخلاق زیستی، ماهیان با گل میخک با غلظت ۲۰۰PPM بیهوش شدند. سپس عمل خونگیری در محل نمونه‌برداری صورت گرفت. خون‌گیری با سرنگ به حجم ۲/۵ سی سی و با سوزن شماره ۲۵ صورت گرفت (Noori *et al*., 2010). به منظور جلوگیری از لخته شدن خون، سرنگ به ماده ضدانعقاد هپارین آغشته شد. عمل خون‌گیری با وارد کردن سوزن سرنگ با زاویه ۴۵ در ناحیه ساقه دمی انجام گرفت. خون به دست آمده به ظروف مخصوص ریخته شد و درون یخ نگهداری و به آزمایشگاه هماتولوژی به منظور انجام سایر آزمایش‌ها منتقل گردید.

اندازه‌گیری میزان هموگلوبین

برای سنجش میزان هموگلوبین بر حسب گرم در هر دسی لیتر، خون و محلول دارابکین به نسبت ۱ به ۱۰ مخلوط شد. سپس سرلوله حاوی خون و محلول توسط پارافین بسته شد و محلول همگن گردید. پس از گذشت ۱۰ دقیقه رنگ محلول خون به قهوه‌ای شفاف تغییر یافت. سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج ۵۴۰ نانومتر میزان هموگلوبین سنجیده شد (Kondera *et al*., 2012).

اندازه‌گیری میزان هماتوکریت

برای سنجش میزان هماتوکریت از روش میکروهماتوکریت استفاده شد (Vazquez and Guerrero, 2007) هر لوله‌ی مویین، از خون یک ماهی پر و با خمیر مخصوص سر هر لوله مسدود گردید. لوله‌ها در درون سانتریفوژ با دور ۱۰ هزار دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. سپس با کمک خط‌کش مخصوص میزان هماتوکریت به درصد محاسبه شد.

اندازه‌گیری تعداد سلول‌های قرمز خون

برای سنجش این شاخص خونی بر حسب میلیون در میکرولیتر از میکروسکوپ نوری استفاده شد. نوک پیپت ملانژور را با زاویه ۴۵ درجه در قطره خون قرار داده و برای جلوگیری از انعقاد خون با محلول هایم به نسبت ۱ به ۵۰ رقیق گردید. سپس ملانژورها به مدت ۳ دقیقه درون دستگاه ملانژور قرار گرفت و پنجمین قطره خون به روی لام هموسیتومتر ریخته شد (Kondera *et al*., 2012). با کمک عدسی ۴۰، سلول‌های قرمز درون پنج عدد از خانه‌های لام هموسیتومتر خوانده شد و به کمک فرمول زیر تعداد کل سلول‌های قرمز خون محاسبه گردید:

$$RBC = N \times 2 \times 10^6$$

محاسبه پارامترهای MCV، MCH و MCHC: بعد از تعیین پارامترهای فوق اقدام به تعیین سایر پارامترهای تنفسی خون گردید. در این راستا بر اساس فرمول زیر مقدار متوسط حجم هر سلول قرمز خون (MCV) تعیین گردید (Wintrobe, 1934):

$$MCV = (Hct / RBC) \times 10$$

که در این فرمول MCV بیانگر متوسط حجم هر سلول قرمز خون (بر اساس فمتولیتر به ازای هر سلول)، Hct میزان هماتوکریت (بر اساس درصد) و RBC تعداد سلول های قرمز خون (بر اساس میلیون در هر میکرولیتر) می‌باشد.
همچنین با استفاده از فرمول زیر متوسط هموگلوبین هر سلول قرمز خون (MCH) تعیین گردید (Wintrobe, 1934):

$$MCH = (Hb / RBC) \times 10$$

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]

که در این فرمول MCH بیانگر متوسط هموگلوبین هر سلول قرمز خون (بر اساس پیکوگرم در هر سلول)، Hb مقدار هموگلوبین خون (بر اساس گرم در هر دسی‌لیتر خون) و RBC تعداد سلول‌های قرمز خون (بر اساس میلیون در هر میکرولیتر) می‌باشد.

علاوه بر این با استفاده از فرمول زیر مقدار غلظت هموگلوبین در هر سلول قرمز خون (MCHC) نیز تعیین گردید (Wintrobe, 1934):

$$MCHC = (Hb / Hct) \times 100$$

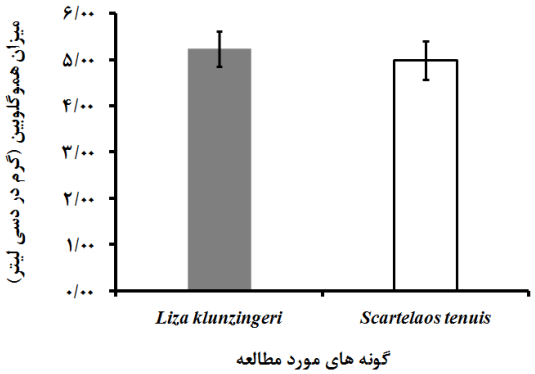
که در این فرمول MCHC میزان غلظت هموگلوبین در هر سلول قرمز خون (بر اساس گرم در هر دسی‌لیتر خون)، Hb بیانگر میزان هموگلوبین خون (بر اساس گرم در هر دسی‌لیتر خون) و Hct میزان هماتوکریت (بر اساس درصد) می باشد.

آنالیز آماری

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور بررسی وجود تفاوت معنی‌دار در بین دو گروه مورد آزمایش، از آزمون T-Test استفاده شد (Zar, 1984). وجود تفاوت در بین دو گروه در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و ۰/۰۵ ارزیابی و بیان گردید. نتایج به صورت میانگین ± خطای استاندارد نشان داده شده است.

نتایــج

نتایج نشان داد که میزان هموگلوبین خون ماهی *S. tenuis* با مقدار هموگلوبین خون ماهی *L. klunzingeri* از نظر آماری تفاوت معنی دار نداشته (P>۰/۰۵) و در هر دو ماهی در یک سطح می باشد (شکل ۱، جدول ۲). از طرفی در ماهی *L. klunzingeri* در مقایسه با ماهی *S. tenuis* میزان هماتوکریت خون به طور معنی‌دار مقدار بیشتری را نشان می‌دهد (P< ۰/۰۵) (شکل ۲، جدول۲). میانگین تعداد سلول‌های قرمز خون در ماهی *L. klunzingeri* نیز برابر با میانگین تعداد این سلول‌ها در ماهی *S. tenuis* ارزیابی گردید (P> ۰/۰۵) (شکل ۳، جدول ۲).



شکل ۱. مقایسه میزان هموگلوبین خون (گرم در دسی‌لیتر) در دو گونه *Scatelaos tenuis* و *Liza klunzingeri* این دوشاخص تفاوت معناداری با هم نداشته‌اند (P> ۰/۰۵).

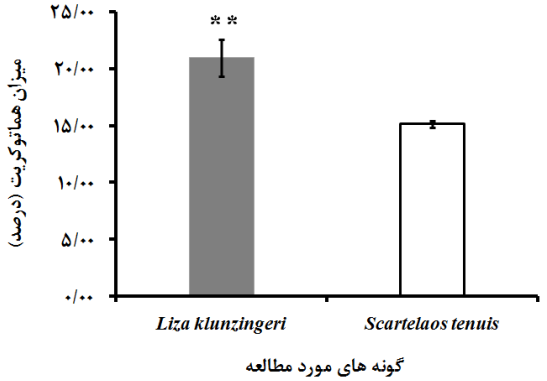
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]

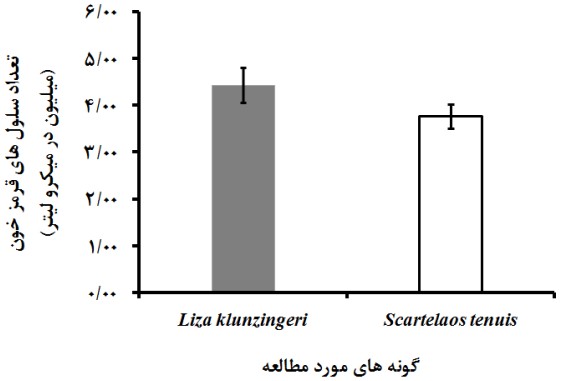
جدول ۲. پارامترهای خونی مقایسه شده بین دو گونه *Scartelaos tenuis* و *Liza klunzingeri* نتایج به صورت میانگین± خطای استاندارد نشان داده شده است. Hct: هماتوکریت (درصد)، Hb: هموگلوبین (گرم در هر دسی‌لیتر خون)، RBC: تعداد سلول‌های قرمز خون (میلیون در میکرولیتر)، MCV: حجم هر سلول قرمز (فمتولیتر)، MCH: غلظت هموگلوبین در هر سلول قرمز (پیکوگرم در هر سلول قرمز) و MCHC: غلظت هموگلوبین در هر واحد حجم از سلول‌های قرمز (گرم در هر دسی‌لیتر).

گونه مورد مطالعه	پارامترهای خونی اندازه گیری شده					
	Hct (%)	**Hb** (g/dl)	**RBC** (m/µl)	**MCV** (fl/cell)	**MCH** (pg/cell)	**MCHC** (g/dl)
S. tenuis	۱۵/۱۳±۰/۳۰	۴/۹۸±۰/۴۱	۳/۰ ±۷۶/۲۶	۴۰/۳۶±۲/۵۴	۱۳/۰۰±۰/۷۸	۳۲/۷۰±۲/۲۲**
L. klunzingeri	۲۰/۹۲ ± ۱/۶۱**	۵/۲۲ ± ۰/۳۸	۴/۴۲ ± ۰/۳۷	۴۷/۰۱ ± ۱/۲۷*	۱۲/۲۰ ± ۰/۵۸	۲۵/۵۸ ± ۱/۰۶

علامت * بیانگر معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و ** بیانگر معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ است.



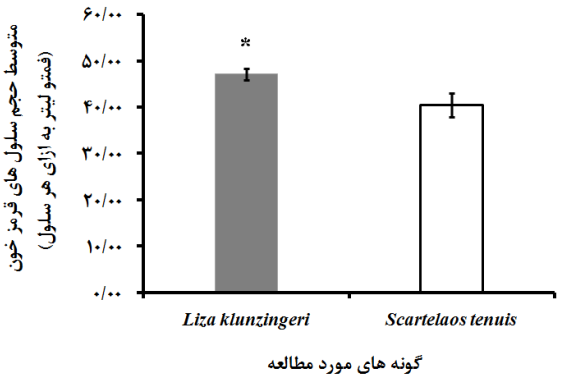
شکل ۲. مقایسه میزان هماتوکریت (درصد) در دو گونه *Scatelaos tenuis* و *Liza klunzingeri*. علامت ** بیانگروجود تفاوت معنی‌دار بین دو گونه می‌باشد (P< ۰/۰۱).



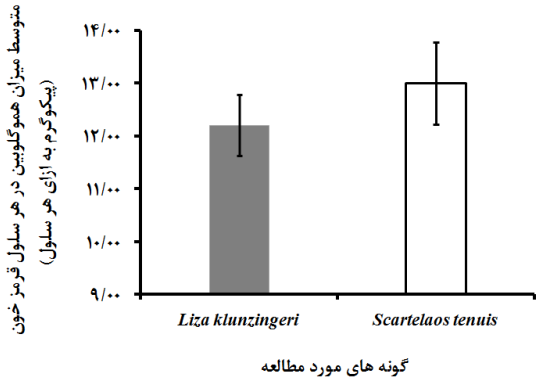
شکل ۳. مقایسه میانگین تعداد سلول‌های قرمز خون (میلیون در میکرولیتر) در دو گونه *Scatelaos tenuis* و *Liza klunzingeri*. این دوشاخص تفاوت معنی داری با هم نداشته‌اند (P> ۰/۰۵).

بررسی خصوصیات و ویژگی‌های خون در این دو ماهی نشان داد که متوسط اندازه هر سلول قرمز خون (MCV) در ماهی *S. tenuis* به طور معنی‌داری کمتر از این مقدار در ماهی *L. klunzingeri* می‌باشد (P< ۰/۰۵) (شکل ۴، جدول ۲). مقادیر MCH نیز در ماهی گل‌خورک با گاریز برابر است (P> ۰/۰۵) (شکل ۵، جدول ۲). میزان MCHC که بیانگر میانگین غلظت هموگلوبین در یک حجم مشخص از سلول‌های قرمز خون می‌باشد، در ماهی گل‌خورک در مقایسه با خون ماهی گاریز بیشتر می‌باشد که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار می باشد (P< ۰/۰۱) (شکل ۶، جدول ۲).

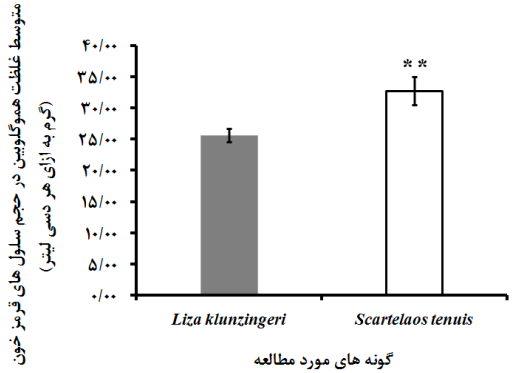
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]



شکل ۴. مقایسه میانگین حجم سلول‌های قرمز خون (فمتولیتر به ازای هر سلول) (MCV) در دو گونه *Scatelaos tenuis* و *Liza klunzingeri*. علامت * بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین دو گونه می‌باشد. (P< ۰/۰۵).



شکل ۵. مقایسه میانگین میزان هموگلوبین در هر سلول قرمز خون (پیکوگرم به ازای هر سلول) (MCH) در دو گونه *Scatelaos tenuis* و *Liza klunzingeri*. تفاوت بین دو مولفه معنی‌دار نبوده‌است (P> ۰/۰۵).



شکل ۶. مقایسه میانگین غلظت هموگلوبین در حجمی واحد از سلول‌های قرمز خون (گرم به ازای هر دسی‌لیتر) (MCHC) در دو گونه *Scartelaos tenuis* و *Liza klunzingeri*. علامت ** بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین دو گونه می‌باشد (P< ۰/۰۱).

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که از نظر برخی شاخص‌های تنفسی خون بین دو ماهی *S. tenuis* و *L. klunzingeri* تفاوت‌هایی وجود دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که میزان هموگلوبین و تعداد سلول‌های قرمز خون و همچنین میزان MCH در دوگونه با هم تفاوت معنی‌دار ندارد، اما میزان هماتوکریت و MCV در گونه *L. klunzingeri* به مراتب بیشتر از ماهی *S. tenuis* می‌باشد. از نظر MCHC، گونه *S. tenuis* مقدار بیشتری را در مقایسه با ماهی *L. klunzingeri* نشان می‌دهد.

به طور کلی میزان اکسیژن آب‌های مناطق استوایی کم است. ماهیان ساکن این مناطق، بسته به شرایط اکولوژیک منطقه و فیزیولوژی بدن، از نظر میزان هموگلوبین و تعداد سلول‌های قرمز خون تغییرات زیادی را نشان می دهند

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]

(Wells and Baldwin, 1990). تعداد و اندازه سلول‌های قرمز بسته به رفتار مهره‌داران متفاوت است (Chien *et al.*, 1971). میزان تحرک روی تعداد و اندازه سلول‌های قرمز تأثیر دارد (Weinberg *et al.*, 1973). در این راستا هرچه فعالیت موجود بیشتر باشد، اندازه سلول‌های قرمز کاهش می‌یابد که کاهش اندازه این سلول‌ها احتمالاً با هدف افزایش راندمان صورت می‌گیرد (Wells and Baldwin, 1990).

در بررسی مقایسه‌ای بین فاکتورهای تنفسی دو ماهی *L. klunzingeri* و *S. tenuis*، مشخص گردید که میزان هموگلوبین در بین دو گونه تفاوت معناداری با هم ندارد، اما میزان هماتوکریت گونه *S. tenuis* کمتر می‌باشد. از آنجا که میزان هماتوکریت وابسته به اندازه و تعداد سلول‌های قرمز خون است، تغییر در اندازه و تعداد سلول‌های قرمز موجب تغییر در میزان هماتوکریت می‌شود و به عبارت دیگر هرچه تعداد و اندازه سلول‌های قرمز بیشتر شود، میزان هماتوکریت بیشتر می‌گردد. از آنجایی که طبق نتایج به دست آمده، تعداد سلول‌های قرمز خون در دو گونه مورد بررسی برابر است، دلیل تفاوت میزان هماتوکریت، تفاوت در اندازه سلول‌های قرمز خون دو ماهی می‌باشد. به عبارت دیگر ماهی *L. klunzingeri* نسبت به ماهی *S. tenuis* سلول‌های قرمز بزرگتری دارد، در نتیجه در این ماهی میزان هماتوکریت بیشتر می‌باشد.

از طرفی با توجه به اینکه هموگلوبین در انتقال اکسیژن نقش اصلی و اساسی دارد، میزان هماتوکریت با ظرفیت حمل اکسیژن به طور غیر مستقیم رابطه دارد. مطالعات نشان داده که در گونه کفال خاکستری (*Mugil cephalus*)، با افزایش دما میزان هموگلوبین و هماتوکریت افزایش می‌یابد (Cameron, 1970). در این مورد افزایش هموگلوبین به علت افزایش تقاضای اکسیژنی می‌باشد. اما افزایش هماتوکریت به دلیل افزایش تعداد سلول‌های قرمز به منظور راندمان بالاتر است.

افزایش تعداد سلول‌های قرمز پاسخ به افزایش دماست که بسته به فصل، این تغییرات مشاهده می‌شود (Graham and Fletcher, 1985). با افزایش دما متابولیسم بدن افزایش یافته و ماهیان برای سوخت و ساز بدن به اکسیژن بیشتری نیاز پیدا می‌کنند، در نتیجه به منظور افزایش راندمان، میزان هموگلوبین و هماتوکریت افزایش می‌یابد. همچنین ماهیان فعال میزان هماتوکریت بالایی دارند (Wells and Baldwin, 1990). ماهیان فعال به دلیل بالا بودن میزان متابولیسم بدن، به اکسیژن بالایی نیاز دارند. در نتیجه در این ماهیان به دلیل افزایش نیاز اکسیژنی، افزایش هماتوکریت مشاهده می‌شود که همین مورد فضای بیشتری برای هموگلوبین در اختیار ماهی قرار می دهد تا از این طریق ظرفیت حمل اکسیژن توسط ماهی افزایش یافته و جوابگوی این افزایش تقاضای اکسیژن باشد.

ظرفیت حمل اکسیژن گونه‌هایی که از هوا تنفس می‌کنند، نسبت به ماهیانی که از آب استفاده می‌کنند بیشتر است (Morris and Bridges, 1994). این ماهیان از نقطه نظر تکاملی، تکامل یافته‌تر هستند و در گردش خون، طراحی قلب، سطوح تبادل و ویژگی‌های رفتاری تغییراتی نشان می‌دهند (Graham, 1997).

میزان MCV و MCHC در ظرفیت انتقال اکسیژن نقش دارد (Wellsand Baldwin, 1990). در ماهی *L. klunzingeri* میزان MCV به مراتب بیشتر از این میزان در ماهی *S. tenuis* است. حجم بیشتر سلول‌های قرمز خون ماهی *L. klunzingeri*، تایید برتحرک بیشتر این گونه نسبت به گونه گل‌خورک می‌باشد. هرچه ماهی فعال‌تر باشد، هماتوکریت و تعدادسلول‌های قرمز افزایش می‌یابد، پس میزان MCV نیز افزایش می‌یابد. از طرف دیگر اندازه سلول‌های قرمز خون بیان‌گر موقعیت و جایگاه یک گونه در طی روند تکامل می‌باشد. هرچه موجود تکامل یافته‌تر باشد، اندازه سلول‌های قرمز آن کوچک‌تر است (Wintrobe, 1934). به طور مثال اندازه سلول‌های قرمز خون در مهره‌داران عالی‌تر نظیر پرندگان، کوچک‌تر از اندازه سلول‌های قرمز خون موجودات پست‌تر نظیر خزندگان می‌باشد (Wintrobe, 1934). در ماهیان نیز سلول‌های قرمز خون ماهیان آرواره‌دار بزرگتر از ماهیان تکامل یافته‌تر می‌باشد (Snyder and Sheafor, 1999). اندازه سلول‌های قرمز خون ماهی *S. tenuis* کوچک‌تر از ماهی *L. klunzingeri* می‌باشد، که نشان دهنده فعالیت بالای ماهی *L. klunzingeri* است. همچنین نشان می‌دهد ماهی *S. tenuis* از نظر تکاملی پیشرفته‌تر می‌باشد.

MCHC شاخص مناسبی برای بررسی انتقال اکسیژن است (Wells and Baldwin, 1990). دو ماهی بررسی شده در مطالعه حاضر میزان هموگلوبین برابری دارند، اما چون اندازه سلول‌های قرمز خون ماهی *S. tenuis* کوچکتر از *L. klunzingeri* می‌باشد، غلظت هموگلوبین در حجم مشخصی از سلول‌های قرمز خون ماهی *S. tenuis* بیشتر خواهد بود. این ماهی با کوچک‌تر کردن اندازه سلول‌های قرمز خون، در حجم مشخص از سلول‌های قرمز میزان هموگلوبین بیشتری دارد و به مراتب

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]

ظرفیت حمل اکسیژنی افزایش یافته است. در نتیجه در هر بار تبادل، احتمالاً میزان اکسیژن بیشتری را توسط هر سلول قرمز خون دریافت و منتقل می‌کند.

MCHC با تغییر دما تغییر نمی‌کند (Alexander *et al*., 1980) اما میزان متابولیسم و فعال بودن ماهی در این شاخص تاثیر دارد، به نحوی که هرچه فعالیت ماهی بیشتر باشد، میزان MCHC بیشتر است (Alexander *et al*., 1980). در تعیین MCHC، میزان هموگلوبین و هماتوکریت نقش دارند. هنگامی که ماهی فعال باشد، میزان هموگلوبین و هماتوکریت آن افزایش یافته، در نتیجه میزان MCHC افزایش می‌یابد.

ظرفیت حمل اکسیژن بسته به فاکتورهای تنفسی خون ماهی است. میزان سوخت و ساز بر روی تقاضای اکسیژن تاثیر دارد. ماهیانی که فعالیت بالایی دارند، به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. در این ماهیان به دلیل بالا رفتن این نیاز اکسیژنی، اندازه سلول‌های قرمز کوچک‌تر شده و غلظت هموگلوبین افزایش یافته است (Wells and Baldwin, 1990) تا از این طریق راندمان عملکرد سلول‌های قرمز خون افزایش یابد.

ماهی *S. tenuis* به دلیل اینکه مدت زمانی، هرچند کم، بتواند خارج از آب زندگی کند، نیازمند هموگلوبین بالاتری می‌باشد. افزایش میزان هموگلوبین احتمالاً نیازمند انرژی بالایی است. این ماهی با کوچک‌تر کردن اندازه سلول‌های قرمز خون، میزان هموگلوبین در حجم مشخص سلول را افزایش داده است. ماهی گل‌خورک هنگام خروج از آب محفظه آبشش خود را مملو از آب می‌کند و از اکسیژن آب محصور شده استفاده می‌کند، پس به میزان بالاتری هموگلوبین در واحد حجم نیاز دارد. نتایج به دست آمده نیز تأیید کننده این موضوع است. MCHC بالاتر این گونه نسبت به *L. klunzingeri* نشان دهنده قابلیت این ماهی برای زندگی خارج از آب می‌باشد. این شاخص اثبات می‌کند که ماهی گل‌خورک در هر بار تنفس به نسبت تعداد و حجم سلول‌های قرمز، میزان اکسیژن بیشتری را وارد سلول‌های خونی می‌کند. شاید این دلیلی برای افزایش دامنه تحمل ماهی گل‌خورک برای زندگی خارج از آب باشد.

در نهایت می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری نمود که ماهی *S. tenuis* و ماهی *L. klunzingeri* میزان هموگلوبین برابری دارند. ماهی *S. tenuis* برای خروج از آب نیازمند هموگلوبین بالایی است. در این ماهی برای افزایش راندمان، اندازه سلول‌های قرمز خون کوچکتر شده است. همین امر موجب شده که در این ماهی در حجم مشخصی از سلول‌های قرمز خون میزان هموگلوبین بیشتری وجود داشته باشد و توانایی خارج شدن از آب، هرچند به مدت اندک، را داشته باشد. همچنین کوچک‌تر بودن اندازه سلول‌های قرمز ماهی *S. tenuis* می‌تواند نشان دهنده تکامل بیشتر این ماهی نسبت به ماهی *L. klunzingeri* باشد.

منابـع

Alexander, N., Lams, R.M., McIntosh, A., Russell, S.W. 1980. Hematological characteristics of albacore, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre), and skipjack, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus). Journal of Fish Biology. 16(4): 383-395.

Bone, Q., Moore, R.H. 2008. Fish biology. 3rd edition. Taylor and Francis group. 478 P.

Clayton, D.A., Vaughan, T.C. 1988. Ethogram of *Boleophthalmus boddarti* (Pallas) (Teleostei, Gobiidae), a mudskipper found on the mudflats of Kuwait. Journal of the University of Kuwait (Sciences). 15: 115-140.

Cameron, J.N. 1970. The influence of environmental variable on the hematology of pinfish (*Lagodon rhomboides*) and striped mullet (*Mugil cephalus*). Comparative Biochemistry and Physiology. 32: 175-192.

Chien, S., Usami, S., Dellenback, D.J., Bryant, C.A. 1971. Comparative hemorheology-hematological implications of species differences in blood viscosity. Biorheology. 8(1): 35-57.

Dattamunshi, J.S. 2009. The life of air breathing fishes. Narena publishing house. Volume 1: 278 p.

Graham, M.S., Fletcher, G.L. 1985. On the low viscosity blood of two cold water, marine sculpins. A comparison with the winter flounder. Journal of Comparative Physiology B. 155(4): 455-459.

Graham, J.B. 1997. Air-Breathing Fishes: Evolution Diversity and Adoption. Academic Press. San Diego. 299 p.

Hoar, W.S., Randall, D.J. 1984. Fish Physiology. Academic press, INC. Volume 10: 416 p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]

Kondera, E., Dmowska, A., Rosa, M., Witeska, M. 2012. The effect of bleeding on peripheral blood and head kidney hematopoietic tissue in common carp (*Cyprinus carpio*). Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 36(2): 169-175.

Morris, S., Bridges, C.R. 1994. Properties of respiratory pigments in bimodal breathing animals: air and water breathing by fish and crustaceans. American Zoologist. 34(2): 216-228.

Mohammadizadeh, M., Afkhami, M., Darvish Bastami, K., Ehsanpour, M., Khazaali., A., Soltani, F. 2012. Determination of some biochemical values in the blood of *Liza klunzingeri* from the coastal water of the Persian Gulf. African Journal of Biotechnology. 11(12): 3022-3025.

Murdy, E.O. 1989. A taxonomic revision and cladistic analysis of the oxudercine gobies (Gobiidae: Oxudercinae). Records of the Australian Museum. 93 p.

Nikolov, B., Boyadzieva-Doichinova, D. 2010. Parameters of the red blood cell count in three species of carp fish. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 16(3): 307-310.

Noori, A., Amiri, B.M., Mirvaghefi, A., Baker, D.W. 2010. LHRHa-induced ovulation of the endangered-Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) and its effect on egg quality and two sex steroids: testosterone and 17α-hydroxyprogestrone. Aquaculture Research. 41: 871-877.

Nursall, J.R. 1981. Behaviour and Habitat affecting the Distribution of Wave Species of Sympatric Mudskippers in Queensland. Bulletin of Marine Science. 31: 730-735.

Snyder, G.K., Sheafor, B.A. 1999. Red Blood Cells: Centerpiece in the Evolution of the Vertebrate Circulatory System. American Zoologist. 39(2): 189-198.

Takita, T., Agusnimar, A.B. 1999. Distribution and habitat requirements of Oxudercine gobies (Gobiidae: Oxudercinae) along the Straits of Malacca. Ichthyological Research. 46(2): 131-138.

Perry, S.F., Tufts, B. 1998. Fish Respiration. Academic Press. 356 p.

Polgar, G., Crosa, G. 2009. Multivariate characterisation of the habitats of seven species of Malayan mudskippers (Gobiidae: Oxudercinae). Marine Biology. 156(7): 1475-1486.

Poljicak-Milas, N., Kardum-Skelin, I., Vudan, M., Marenjak, T.S., Ballarine-Perharic, A., Milas, Z. 2009. Blood cell count analyses and erythrocyte morphometry in New Zealand white rabbits. Veterinarski Arhiv. 79(6): 561-571.

Vazquez, G.R., Guerrero, G.A. 2007. Characterization of blood cells and hematological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). Tissue and Cell. 39(3): 151-160.

Wells, R.M.G., Baldwin, J. 1990. Oxygen transport potential in tropical reef fish with special reference to blood viscosity and haematocrit. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 141: 131-142.

Wells, R.M.G., Baldwin, J., Seymour, R.S., Christian, K., Brittain, T. 2005. Red blood cell function and haematology in two tropical freshwater fishes from Australia. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. 141(1): 87-93.

Weinberg, S.R., Siegel, C.D., Gordon, A.S. 1973. Studies on the peripheral blood cell parameters and morphology of the red paradise fish, *Macropodus opercularis*. Effect of food deprivation on erythropoiesis. The Anatomical Record. 175: 7-14.

Wintrobe, M.M. 1934. Variations in size and haemoglobin concentration of erythrocyte in the blood of various vertebrates. Folia Haematologica. 51(32): 32-49.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2nd edition. Prentice Hall. USA. 944 p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-12-22]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.2.3.2]