



بررسی ویژگی‌های ریختی کمپلکس *Paracobitis* Bleeker, 1863 در حوضه آبریز سیستان

آرش جولاده رودبار^{۱*}، صابر وطن دوست^۲، زینب عبدالله پور^۱، سیده سارا جعفری کناری^۱

^۱گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران

^۲دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بابل، مازندران

| | |
|------------------------------|-------|
| نوع مقاله: | چکیده |
| پژوهشی | |
| تاریخچه مقاله: | |
| دریافت: ۹۴/۰۳/۳۱ | |
| اصلاح: ۹۴/۰۸/۱۶ | |
| پذیرش: ۹۴/۱۰/۰۳ | |
| کلمات کلیدی: | |
| تنوع ریختی | |
| لوچ ماهیان | |
| <i>Paracobitis</i> سیستان | |

در تابستان سال ۱۳۹۳ مطالعه‌ای با هدف بررسی ویژگی‌های ریختی گونه‌های جنس *Paracobitis* در حوضه آبریز سیستان صورت گرفت. به این منظور ۶۰ نمونه به صورت تصادفی، از قسمت‌های مختلف دریاچه‌های چاه نیمه (زابل، سیستان و بلوچستان) به وسیله تور گوشگیر صید، در محلول فرمالین تثبیت و برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شد. ۳۷ صفت ریخت‌سنجی مطلق به وسیله کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و شش صفت شمارشی به وسیله لوپ چشمی شمرده شد. همچنین ۳۴ صفت ریخت‌سنجی نسبی با تقسیم صفات ریخت‌سنجی مطلق بر طول استاندارد و طول سر محاسبه گردید. جهت مقایسه ریختی نمونه‌ها، صفات ریخت‌سنجی (مطلق و نسبی) و شمارشی به دست آمده، تحت تحلیل مؤلفه‌های اصلی و متغیرهای کانونی قرار گرفتند. با توجه به نتایج به دست آمده حضور دو گونه *P. vignai* و *P. rhadinaea* در مناطق مورد مطالعه تایید گردید و طول سیبلیک اول، وجود فلس و یا عدم وجود آن، اندازه دهان، تعداد شعاع باله سینه‌ای به عنوان صفات ریختی مناسب جهت تفکیک این دو گونه ارائه گردید. همچنین به نظر می‌رسد علاوه بر دو گونه ذکر شده فرم ریختی متفاوتی نیز در بین نمونه‌ها حضور دارد. بنابراین برای نتیجه‌گیری بهتر و دقیق‌تر استفاده از نشانگرهای مولکولی پیشنهاد گردید.

مقدمه

اغلب سگ ماهیان جویباری که دارای تاج چربی (Crest) بر روی ساقه دم هستند، در قسمت‌های مرکزی آسیا، ویتنام، خاورمیانه و چین یافت می‌شوند (Freyhof *et al.*, 2014). از معروف‌ترین جنس‌های این گروه، سگ ماهیان تاج دار *Paracobitis* می‌باشند که پراکنش وسیعی در آب‌های داخلی ایران دارند (Coad, 2014; Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2015a; Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2015b). با توجه به اسناد موجود، Bleeker (۱۸۶۳) مؤلف جنس *Paracobitis* است و برای توصیف این جنس از گونه

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: arash.aarshaan@yahoo.com

Freyhof *et al.*, 2014; Coad,) به عنوان گونه تیپ استفاده نموده است (*Cobitis malapterura* (= *Paracobitis malapterura*) Prokofiev (۲۰۰۹)، اعضای این جنس را مورد بررسی قرار داد و ۱۳ گونه از آن را به عنوان گونه‌های معتبر معرفی نمود. با گذشت زمان چهار گونه تشخیص داده شده به‌وسیله Prokofiev به جنس *Oxyneomacheilus* منتقل و *P. macmahoni* نیز به عنوان مترادف *P. rhadinaea* معرفی گردید (Freyhof *et al.*, 2014; Kottelat, 2012; Bănărescu and Nalbant, 1966). هشت گونه باقی‌مانده در این جنس شامل *P. iranica* (حوضه آبریز نمک، ایران)، *P. longicauda* (حوضه آبریز آمودریا و هریرود، آسیای مرکزی)، *P. malapterura* (محل تیپ نامعلوم، احتمالاً حوضه آبریز نمک)، *P. smithi* (حوضه آبریز تیگریس، ایران) و *P. rhadinaea* *boutanensis*، *P. vignai* و *P. ghazniensis* (از حوضه آبریز هیرمند، افغانستان و ایران) بودند. پس از مدتی پنج گونه دیگر از این جنس با نام‌های *P. basharensis* (حوضه آبریز کارون [تیگریس]، ایران)، *P. molavii* (حوضه آبریز سیروان و زاب کوچک [تیگریس]، ایران)، *P. persa* (حوضه آبریز کر، ایران)، *P. zabgawraensis* (حوضه آبریز زاب بزرگ [تیگریس]، ایران)، *P. atrakensis* (حوضه آبریز کاسپین، ایران)، *P. hircanica* (حوضه آبریز دریای خزر، ایران) توصیف و *P. iranica* به عنوان مترادف *P. malapterura* معرفی گردید (Freyhof *et al.*, 2014). در حال حاضر مجموعاً ۱۳ گونه از این جنس معتبر شناخته می‌شود و احتمال توصیف گونه‌های دیگری از این جنس نیز وجود دارد (Freyhof *et al.*, 2014; Coad, 2014).

مدت بسیار زیادی است که ماهی‌شناسان جنس *Paracobitis* را در حوضه آبریز سیستان مورد مطالعه قرار می‌دهند (Chaudhuri, 1910؛ Annandale and Hora, 1920؛ Berg, 1949؛ Bănărescu and Nalbant, 1995؛ Coad, 1995؛ Prokofiev, 2009؛ Freyhof *et al.*, 2014؛ Mousavi-sabet *et al.*, 2014) که نتیجه این مطالعات منجر به توصیف سه گونه (*Nemacheilus* (= *P. rhadinaea*) *rhadineaus* (= *P. macmahoni*) *rhadineaus* و *N. macmahoni* و *P. vignai*) از این حوضه آبریز شده است. با بررسی دقیق‌تر مطالعات انجام شده به نظر می‌رسد دو نقیصه در اغلب آنها مشترک باشد: (۱) تعداد نمونه‌های مورد بررسی در اغلب موارد اندک بوده و (۲) اغلب برای مطالعه از نمونه‌های موزه‌ای استفاده شده که به علت قرارگیری طولانی مدت در مواد نگهدارنده کیفیت خود را از دست داده‌اند. علاوه بر این به نظر می‌رسد کلیدهای شناسایی ارائه شده برای این جنس نیز توان تفکیکی لازم را ندارند زیرا در اغلب موارد محقق با استفاده از آنها قادر به شناسایی گونه‌های مورد نظر نمی‌باشد. همه این موارد باعث شده تا شناسایی و تفکیک گونه‌های این جنس همواره با چالش رو به رو باشد. بنابراین این مطالعه با هدف بررسی تفاوت‌های ریختی و آرایه‌شناسی گونه‌های جنس *Paracobitis* در حوضه آبریز سیستان با استفاده از روش‌های ریخت‌شناختی سنتی برای ارائه صفات قابل شناسایی آنها به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه در تابستان سال ۱۳۹۳ تعداد ۶۰ نمونه از جنس *Paracobitis*، از قسمت‌های مختلف چاه نیمه (جدول و شکل ۱، سیستان و بلوچستان، زابل) به‌وسیله تور گوشگیر (فاصله گره تا گره ۲ سانتی‌متر) صید، در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت و برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شد. ۳۷ ویژگی ریخت‌سنجی مطلق با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری (Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2014) و به وسیله فرمول زیر برای حذف اثرات اندازه ناهمسان، استاندارد شدند (Beacham, 1985).

$$M_t = M (L / L_0)^b$$

که در آن $M_{(t)}$: مقادیر استاندارد شده هر صفت، $M_{(0)}$: طول صفت مشاهده شده، L : میانگین طول استاندارد برای کل نمونه‌ها و $L_{(0)}$: طول استاندارد هر نمونه و b : ضریب رگرسیونی بین $\log M_{(0)}$ و $\log L_{(0)}$ برای هر منطقه می‌باشد. علاوه بر اندازه‌گیری صفات ریخت‌سنجی مطلق، ۳۴ ویژگی ریخت‌سنجی نسبی نیز با تقسیم صفات ریخت‌سنجی مطلق بر طول استاندارد و طول

سر (ویژگی‌های موجود در سر ماهی نسبت به طول سر و ویژگی‌های موجود در بدن ماهی نسبت به طول استاندارد) محاسبه گردید. ضریب تغییرات صفات ریخت‌سنجی مطلق استاندارد شده نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$C.V_p = 100 \sqrt{(\sum S2) / (\sum X2)}$$

که در آن $C.V_p$: ضریب تغییرات، $S2$: واریانس ویژگی مورد مطالعه و $X2$: مربع میانگین همان ویژگی مورد مطالعه است.

جدول ۱. مختصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری در دریاچه‌های چاه نیمه سیستان و بلوچستان

| محل نمونه‌برداری | عرض جغرافیایی | طول جغرافیایی |
|------------------|---------------|---------------|
| چاه نیمه اول | ۶۱°۴۱'۵۳" | ۳۰°۴۹'۵۶" |
| چاه نیمه دوم | ۶۱°۴۲'۴۱" | ۳۰°۴۷'۴۷" |
| چاه نیمه سوم | ۶۱°۳۹'۱۸" | ۳۰°۴۶'۰۲" |
| چاه نیمه چهارم | ۶۱°۳۲'۴۴" | ۳۰°۴۸'۲۳" |

تعداد کانال‌های حسی سر با استفاده از مدل تشریحی Prokofiev (۲۰۰۹) به کمک لوپ چشمی مورد شمارش قرار گرفت. هم چنین علاوه بر موارد ذکر شده شش ویژگی شمارشی شامل شعاع‌های سخت باله پشتی، شعاع‌های نرم باله پشتی، شعاع‌های سخت باله مخرجی، شعاع‌های نرم باله مخرجی، شعاع‌های باله سینه‌ای و شعاع‌های باله شکمی نیز شمرده شد که آخرین شعاع‌های نرم باله پشتی و مخرجی که دارای پایه مشترک بودند ۱/۲ در نظر گرفته شد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در منطقه چاه نیمه سیستان و بلوچستان

همچنین برای شناسایی نمونه‌های مورد مطالعه از کلیدهای ارائه شده در مطالعات Chaudhuri (۱۹۱۰)، Hora و Annandale (۱۹۲۰)، Berg (۱۹۴۹)، Bănărescu و Nalbant (۱۹۹۵)، Prokofiev (۲۰۰۹)، Freyhof و همکاران (۲۰۱۴)، Mousavi-sabet و همکاران (۲۰۱۴) و Coad (۲۰۱۴) استفاده گردید. برای تعیین اختلاف بین نمونه‌های مورد مطالعه در هر یک از ویژگی‌ها، از آزمون واریانس یک طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین اندازه‌گیری‌های اصلاح شده

ریخت سنجی مطلق، ریخت سنجی نسبی و داده‌های شمارشی جهت بررسی اختلاف ریختی بین گروه‌های مورد بررسی تحت تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) و تحلیل متغیرهای کانونی MANOVA/CVA قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی به کمک رسم نمودار به منظور قرار دادن افراد در هر گروه مورد استفاده قرار گرفت. اجرای تجزیه تحلیل‌های آماری در این مطالعه توسط نرم‌افزارهای SPSS Ver21، PAST Ver2.17c و Excel 2013 انجام شد.

نتایج

طبق بررسی‌های انجام شده و با توجه به کلیدهای شناسایی ارائه شده توسط Chaudhuri (۱۹۱۰)، Hora و Annandale (۱۹۲۰)، Berg (۱۹۴۹)، Bănărescu و Nalbant (۱۹۹۵)، Prokofiev (۲۰۰۹)، Freyhof و همکاران (۲۰۱۴)، Mousavi-sabet و همکاران (۲۰۱۴) و Coad (۲۰۱۴)، سه فرم ریخت شناختی در بین نمونه‌های موجود مشاهده گردید که فرم اول به گونه *P. vignai* (شکل ۲) و فرم دوم به *P. rhadinaea* (شکل ۳) نسبت داده شد، اما تعدادی از نمونه‌ها با توجه به کلیدهای موجود شناسایی نشده و تحت عنوان فرم نامشخص نام‌گذاری گردیدند (شکل ۴). در جدول ۲ نتایج تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون دانکن برای ۳۷ ویژگی ریخت سنجی مطلق و ۳۴ ویژگی ریخت سنجی نسبی آورده شده است. در ویژگی‌های ریخت سنجی مطلق، طول سیبلیک اول و در ریخت سنجی نسبی حداقل ارتفاع بدن، فاصله دو سوراخ بینی و طول سیبلیک اول دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0.05$).



شکل ۲. *P. vignai*



شکل ۳. *P. rhadinaea*



شکل ۴. فرم نامشخص

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار (میلی‌متر) و نتایج تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون دانکن برای ویژگی‌های ریخت سنجی مطلق و نسبی نمونه‌های مورد مطالعه (اعداد داخل پرانتز بیشینه-کمینه است)

| P | صفات ریخت نسبی | | | P | صفات ریخت مطلق | | | صفت |
|------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| | <i>P. rhadinaea</i> | فرم نامشخص | <i>P. vignai</i> | | <i>P. rhadinaea</i> | فرم نامشخص | <i>P. vignai</i> | |
| | | | | ۰/۷۴ | ۲۰۴/۳۳±۱۷/۵۲ (۱۴۹/۱۱-۲۳۱/۰۹) | ۱۹۷/۵۸±۱۸/۲۸ (۱۶۰/۱۴-۲۱۶/۵۸) | ۲۰۲/۱۲±۱۶/۳۶ (۱۷۱/۵۴-۲۳۲/۹۶) | طول کل |
| | | | | | ۱۷۷/۲۲±۱۵/۳۲ (۱۲۸/۶۲-۱۹۸/۶۵) | ۱۷۰/۷۳±۱۶/۴۸ (۱۳۴/۸۲-۱۸۵/۳۶) | ۱۷۵/۳۳±۱۵/۶۳ (۱۴۵/۲۵-۱۹۵/۵۸) | طول استاندارد |
| ۰/۴۲ | ۱/۱۳±۰/۰۲ (۱/۰۴-۱/۱۶) | ۱/۱۳±۰/۰۲ (۱/۱۱-۱/۱۶) | ۱/۱۳±۰/۰۱ (۱/۱۲-۱/۱۶) | ۰/۲۰ | ۱۹۹/۷۷±۱۸/۹۸ (۱۳۴/۳۷-۲۳۰/۴۳) | ۱۹۳/۶۵±۱۸/۱۷ (۱۵۶/۹۲-۲۱۳/۱۱) | ۱۹۸/۵۳±۱۶/۲۱ (۱۶۸/۲۲-۲۱۹/۴۷) | طول چنگالی |
| ۰/۴۵ | ۰/۴۹±۰/۰۱ (۰/۴۶-۰/۵۱) | ۰/۴۸±۰/۰۲ (۰/۴۶-۰/۵۱) | ۰/۴۸±۰/۰۱ (۰/۴۶-۰/۵۱) | ۰/۶۷ | ۸۶/۴۲±۷/۱۱ (۶۳/۳۸-۹۶/۵۶) | ۸۲/۹±۸/۶۶ (۶۲/۲۶-۹۰/۴۲) | ۸۴/۸۴±۷/۹۸ (۶۹/۸۹-۹۴/۸۱) | طول پیش پستی |
| ۰/۳۲ | ۰/۵۳±۰/۰۲ (۰/۵۰-۰/۵۶) | ۰/۵۳±۰/۰۲ (۰/۴۹-۰/۵۶) | ۰/۵۴±۰/۰۲ (۰/۵۲-۰/۵۸) | ۰/۲۱ | ۹۴/۲۶±۹/۳۳ (۶۵/۶۱-۱۱۰/۷۹) | ۹۱/۲۷±۱۱/۲۵ (۶۵/۸۹-۱۰۲/۰۶) | ۹۵/۱۲±۷/۸۴ (۷۸/۸۲-۱۰۴/۲۲) | طول پس پستی |
| ۰/۹۱ | ۰/۵۳±۰/۰۲ (۰/۵۰-۰/۵۶) | ۰/۵۳±۰/۰۲ (۰/۵۱-۰/۵۵) | ۰/۵۳±۰/۰۲ (۰/۴۹-۰/۵۶) | ۰/۷۱ | ۹۴/۶۵±۷/۷۸ (۷۱/۵۷-۱۱۰/۱۸) | ۹۰/۶۸±۷/۹۱ (۷۳/۲۲-۹۷/۶۳) | ۹۳/۳۷±۹/۰۸ (۷۸/۴۳-۱۰۴/۷۷) | طول پیش شکمی |
| ۰/۱۳ | ۰/۴۸±۰/۰۲ (۰/۴۴-۰/۵۲) | ۰/۴۹±۰/۰۲ (۰/۴۶-۰/۵۲) | ۰/۴۹±۰/۰۳ (۰/۴۶-۰/۵۴) | ۰/۱۰ | ۸۴/۷۱±۸/۹۳ (۵۶/۰۸-۹۹/۷۷) | ۸۳/۰۵±۹/۵ (۶۴/۴۶-۹۷/۵۹) | ۸۶/۰۱±۶/۵۲ (۷۸/۸۲-۹۶/۷) | طول پس شکمی |
| ۰/۳۸ | ۰/۷۵±۰/۰۱ (۰/۷۲-۰/۷۷) | ۰/۷۵±۰/۰۱ (۰/۷۳-۰/۷۷) | ۰/۷۵±۰/۰۱ (۰/۷۳-۰/۷۶) | ۰/۲۲ | ۱۳۳/۱۸±۱۰/۵۷ (۹۷/۸-۱۴۸/۵۱) | ۱۲۷/۲۵±۱۲/۳۷ (۱۰۰/۳۲-۱۳۶/۶۵) | ۱۳۱/۵۵±۱۱/۸۲ (۱۱۰/۱۶-۱۴۶/۲۱) | طول پیش مخرجی |
| ۰/۰۶ | ۰/۲۶±۰/۰۱ (۰/۲۲-۰/۲۸) | ۰/۲۷±۰/۰۲ (۰/۲۵-۰/۲۹) | ۰/۲۷±۰/۰۲ (۰/۲۵-۰/۳) | ۰/۰۶ | ۴۵/۶۹±۵/۲۹ (۳۱/۵۲-۵۲/۸۸) | ۴۵/۵۶±۴/۴۹ (۳۷/۴۲-۵۴/۰۶) | ۴۶/۵۸±۲/۹۷ (۴۲/۸۹-۵۱/۲۸) | طول پس مخرجی |
| ۰/۷۵ | ۰/۱۶±۰/۰۱ (۰/۱۴-۰/۱۹) | ۰/۱۶±۰/۰۲ (۰/۱۴-۰/۲) | ۰/۱۷±۰/۰۱ (۰/۱۵-۰/۱۹) | ۰/۸۴ | ۲۹/۰۷±۲/۵۴ (۲۱/۹۶-۳۶/۴۲) | ۲۸±۳/۵۴ (۱۹/۴۲-۳۱/۱۷) | ۲۹/۰۷±۱/۹۸ (۲۶/۳۱-۳۲/۷۸) | حداکثر ارتفاع بدن |
| ۰/۰۳ | ۰/۰ ^a ±۰/۰۱ (۰/۰۰-۰/۰۹) | ۰/۰ ^{ab} ±۰/۰۱ (۰/۰۰-۰/۱۱) | ۰/۰ ^a ±۰/۰۱ (۰/۰۰-۰/۱۲) | ۰/۱۱ | ۱۵/۰۲±۱/۷۴ (۱۰/۵۷-۱۷/۹۲) | ۱۴/۶۸±۱/۸۱ (۱۰/۹۱-۱۶/۸۲) | ۱۵/۸±۱/۲۴ (۱۴/۲۴-۱۷/۵۲) | حداقل ارتفاع بدن |
| ۰/۱۹ | ۰/۰۲±۰/۰۱ (۰/۰۰-۰/۰۴) | ۰/۰۳±۰/۰۱ (۰/۰۲-۰/۰۳) | ۰/۰۳±۰/۰۱ (۰/۰۲-۰/۰۴) | ۰/۲۷ | ۴/۳۸±۰/۹ (۲/۹۵-۶/۳۷) | ۴/۴۹±۰/۸۲ (۳/۱۴-۵/۵۸) | ۴/۸۹±۱/۰۲ (۳/۵۲-۶/۶۱) | ارتفاع تیغه چربی |
| ۰/۱۰ | ۰/۲۲±۰/۰۲ (۰/۱۶-۰/۳۵) | ۰/۲۳±۰/۰۲ (۰/۱۶-۰/۳۵) | ۰/۲۴±۰/۰۳ (۰/۱۶-۰/۳۹) | ۰/۱۰ | ۵۷/۲±۶/۶۵ (۳۹/۶۸-۶۸/۶) | ۵۶/۸±۵/۱۸ (۴۶/۸۲-۶۴/۲) | ۵۹/۰۵±۲/۵۷ (۵۴/۶۷-۶۳/۳۸) | طول تیغه چربی |
| ۰/۱۴ | ۰/۰۵±۰/۰۱ (۰/۰۴-۰/۰۶) | ۰/۰۵±۰/۰۱ (۰/۰۴-۰/۰۷) | ۰/۰۵±۰/۰۲ (۰/۰۴-۰/۰۹) | ۰/۱۳ | ۸/۲۶±۰/۹۹ (۶/۲۲-۱۰/۴۴) | ۸/۳۵±۱/۴۸ (۵/۹۷-۱۱) | ۹/۱۹±۲/۰۶ (۷/۲-۱۳/۱۲) | فاصله مخرج تا باله مخرجی |
| ۱/۰۰ | ۰/۱۳±۰/۰۱ (۰/۱۰-۰/۱۶) | ۰/۱۳±۰/۰۱ (۰/۱۰-۰/۱۶) | ۰/۱۳±۰/۰۱ (۰/۱۲-۰/۱۵) | ۰/۸۸ | ۲۳/۶۹±۳/۱۵ (۱۴/۷۹-۲۸/۷۸) | ۲۲/۵۲±۲/۸۲ (۲۰/۰۴-۲۸/۷۸) | ۲۳/۷۳±۳/۰۴ (۲۰/۲۲-۲۹/۲۶) | طول ساقه دم |
| ۰/۷۶ | ۰/۳۸±۰/۰۲ (۰/۳۴-۰/۴۶) | ۰/۳۷±۰/۰۲ (۰/۳۳-۰/۳۹) | ۰/۳۸±۰/۰۲ (۰/۳۵-۰/۴۱) | ۰/۸۶ | ۶۶/۶۸±۷/۷۶ (۴۳/۳۸-۹۷/۳۸) | ۶۳/۹۶±۷/۱۷ (۵۲/۵۴-۷۲/۵۷) | ۶۶/۴۸±۴/۸۵ (۵۷/۱۵-۷۱/۶۱) | طول انتهای باله پستی تا دم |
| ۰/۶۵ | ۰/۱۴±۰/۰۱ (۰/۱۱-۰/۱۶) | ۰/۱۴±۰/۰۱ (۰/۱۱-۰/۱۶) | ۰/۱۴±۰/۰۳ (۰/۱۲-۰/۲) | ۰/۵۰ | ۲۴/۸۶±۳/۶۱ (۱۸/۴۲-۲۹/۵۳) | ۲۳/۴۵±۳/۳۶ (۱۵-۲۶/۰۱) | ۲۵/۰۵±۲/۴ (۲۱/۹-۲۸/۷۲) | ارتفاع باله پستی |
| ۰/۷۶ | ۰/۱۱±۰/۰۱ (۰/۰۹-۰/۱۴) | ۰/۱۱±۰/۰۲ (۰/۰۹-۰/۱۴) | ۰/۱۱±۰/۰۲ (۰/۰۹-۰/۱۶) | ۰/۵۴ | ۱۹/۸۵±۲/۴۳ (۱۵/۰۶-۲۴/۱۶) | ۱۸/۴۲±۲/۶۳ (۱۴/۱۲-۲۲/۲۵) | ۱۹/۳۷±۱/۹۹ (۱۷/۳۵-۲۳/۲۱) | طول باله مخرجی |
| ۰/۳۵ | ۰/۱۵±۰/۰۱ (۰/۱۲-۰/۱۷) | ۰/۱۶±۰/۰۲ (۰/۱۴-۰/۱۹) | ۰/۱۶±۰/۰۳ (۰/۱۳-۰/۲۲) | ۰/۲۹ | ۲۶/۹۸±۲/۶۵ (۱۹/۴۳-۳۲/۴۴) | ۲۷/۴۷±۳/۳۲ (۲۵/۱۱-۳۱/۲۲) | ۲۷/۵۲±۲/۳۸ (۲۳/۵-۳۱/۵۴) | طول باله دم |
| ۰/۷۹ | ۰/۱۳±۰/۰۱ (۰/۱۱-۰/۱۴) | ۰/۱۳±۰/۰۲ (۰/۱۲-۰/۱۷) | ۰/۱۳±۰/۰۲ (۰/۱۰-۰/۱۷) | ۰/۸۸ | ۲۳/۰۳±۱/۸۷ (۱۸/۴-۲۶/۸۵) | ۲۲/۷۶±۲/۳۷ (۱۸/۸۵-۲۶/۴) | ۲۲/۵۸±۱/۴۳ (۲۰/۴۴-۲۵/۰۳) | طول باله سینه‌ای |
| ۰/۳۲ | ۰/۱۲±۰/۰۱ (۰/۱۱-۰/۱۳) | ۰/۱۲±۰/۰۱ (۰/۱۱-۰/۱۴) | ۰/۱۲±۰/۰۲ (۰/۱۱-۰/۱۷) | ۰/۵۶ | ۲۰/۸۶±۱/۸۵ (۱۶/۷۱-۲۴/۴۶) | ۲۰/۶۱±۲/۱۷ (۱۶/۲۱-۲۳/۷) | ۲۱/۲±۱/۵۱ (۱۹/۷۴-۲۴/۰۵) | طول باله شکمی |
| ۰/۰۶ | ۰/۱۲±۰/۰۱ (۰/۱۰-۰/۱۳) | ۰/۱۲±۰/۰۱ (۰/۱۱-۰/۱۵) | ۰/۱۳±۰/۰۱ (۰/۱۲-۰/۱۶) | ۰/۱۲ | ۲۱/۰۳±۲/۱۳ (۱۶/۰۵-۲۴/۵۱) | ۲۰/۹±۲/۴۴ (۱۵/۷۵-۲۴/۴۱) | ۲۲/۰۱±۱/۳۶ (۲۰/۰۷-۲۴/۰۵) | طول قاعده باله پستی |
| ۰/۴۸ | ۰/۰۸±۰/۰۱ (۰/۰۶-۰/۱۱) | ۰/۰۹±۰/۰۱ (۰/۰۷-۰/۱۱) | ۰/۰۹±۰/۰۲ (۰/۰۷-۰/۱۲) | ۰/۳۸ | ۱۴/۶۸±۲/۳۷ (۹/۳۸-۱۹/۲۷) | ۱۵/۱۸±۱/۳۸ (۱۳/۲۲-۱۷/۷۶) | ۱۴/۷۸±۱/۷۵ (۱۲/۳۸-۱۷/۵۲) | طول قاعده باله مخرجی |
| | | | | ۰/۹۴ | ۴۲/۱±۴/۶۷ (۳۰/۳۱-۵۴/۳۷) | ۴۰/۳۴±۳/۷۶ (۳۱/۲۹-۴۳/۳) | ۴۱/۲۴±۳/۴۷ (۳۵/۳۵-۴۵/۱۸) | طول سر |
| ۰/۳۸ | ۰/۴۶±۰/۰۴ (۰/۳۹-۰/۵۴) | ۰/۴۷±۰/۰۵ (۰/۴۳-۰/۵۹) | ۰/۴۸±۰/۰۲ (۰/۴۵-۰/۵۳) | ۰/۶۷ | ۱۹/۳۸±۱/۹ (۱۵/۱۴-۲۳/۴۱) | ۱۸/۸±۲/۶۱ (۱۴/۶۷-۲۴/۵۶) | ۱۹/۷۸±۱/۰۱ (۱۷/۷۲-۲۱/۲۱) | ارتفاع سر |

جدول ۲. (ادامه)

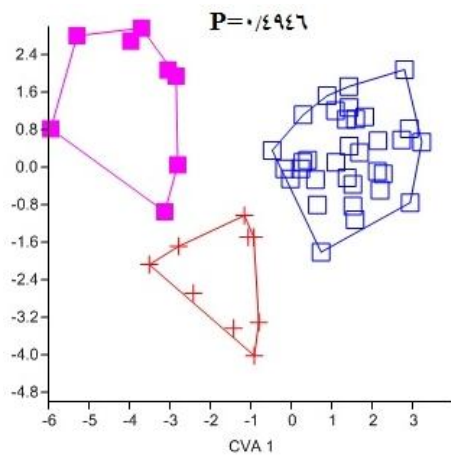
| | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------|
| عرض سر | ۲۹/۹۵±۳/۵۸ (۲۳/۷۳-۳۴/۵۸) | ۲۸/۸۱±۳/۳۳ (۲۳/۲۷-۳۴/۵۶) | ۳۰/۲±۳/۲۷ (۲۲/۴۸-۳۶/۲۳) | ۰/۹۳ | ۰/۷۳±۰/۰۵ (۰/۶۴-۰/۸) | ۰/۷۲±۰/۰۶ (۰/۶۳-۰/۸۶) | ۰/۷۲±۰/۰۴ (۰/۶۳-۰/۸۶) | ۰/۸۹ |
| طول پیش چشمی | ۱۸/۵۸±۱/۶۸ (۱۵/۶۱-۲۰/۷۴) | ۱۸/۰۸±۱/۹۵ (۱۳/۶۹-۲۰/۸۹) | ۱۸/۳۳±۲/۰۲ (۱۳/۳۶-۲۱/۶۳) | ۰/۴۷ | ۰/۴۵±۰/۰۲ (۰/۴۲-۰/۵) | ۰/۴۴±۰/۰۲ (۰/۳۶-۰/۴۶) | ۰/۴۴±۰/۰۲ (۰/۳۶-۰/۴۶) | ۰/۰۷ |
| طول پس چشمی | ۲۴/۵۸±۱/۳۲ (۲۲/۷۱-۲۶/۷۸) | ۲۳/۷±۲/۴۳ (۱۹/۰۹-۲۶/۷۱) | ۲۴/۵۶±۲/۳۹ (۱۸/۰۹-۲۸/۱۳) | ۰/۸۳ | ۰/۶±۰/۰۴ (۰/۵۵-۰/۶۶) | ۰/۵۹±۰/۰۳ (۰/۵۴-۰/۶۴) | ۰/۵۹±۰/۰۳ (۰/۵۴-۰/۶۴) | ۰/۵۱ |
| قطر چشم | ۳/۵±۰/۳۲ (۳/۱-۳/۹۸) | ۳/۱۱±۰/۴۲ (۲/۵۷-۳/۷۶) | ۳/۳±۰/۵۶ (۲-۴/۵۱) | ۰/۲۵ | ۰/۰۹±۰/۰۱ (۰/۰۷-۰/۱) | ۰/۰۸±۰/۰۱ (۰/۰۶-۰/۰۹) | ۰/۰۸±۰/۰۱ (۰/۰۵-۰/۱) | ۰/۱۷ |
| فاصله میان دو چشم | ۱۱/۵۱±۱/۳۸ (۸/۸۳-۱۳/۱۴) | ۱۰/۶±۰/۹۵ (۸/۸۷-۱۱/۶۷) | ۱۱/۰۱±۱/۲۸ (۸/۲۳-۱۳/۸۶) | ۰/۱۶ | ۰/۲۸±۰/۰۳ (۰/۲۵-۰/۳۵) | ۰/۲۶±۰/۰۲ (۰/۲۳-۰/۲۹) | ۰/۲۶±۰/۰۲ (۰/۲۲-۰/۲۹) | ۰/۱۰ |
| قطر لب | ۹/۳۱±۱/۶۸ (۶/۱۸-۱۰/۷۶) | ۸/۹۴±۰/۷۲ (۷/۷۶-۹/۸۵) | ۸/۹۴±۱/۲۸ (۵/۹۲-۱۲/۰۷) | ۰/۹۸ | ۰/۲۳±۰/۰۲ (۰/۱۷-۰/۲۶) | ۰/۲۲±۰/۰۲ (۰/۱۹-۰/۲۵) | ۰/۲۳±۰/۰۲ (۰/۱۹-۰/۲۷) | ۰/۸۸ |
| ارتفاع دهان | ۱۲/۷۵±۱/۴۲ (۹/۶۸-۱۴/۴) | ۱۲/۶۷±۲/۲۴ (۸/۸۱-۱۶/۱۹) | ۱۲/۷۸±۱/۶۲ (۸/۲۴-۱۵/۳۹) | ۰/۷۱ | ۰/۳۱±۰/۰۲ (۰/۲۷-۰/۳۵) | ۰/۳۱±۰/۰۵ (۰/۲۸-۰/۴۱) | ۰/۳±۰/۰۲ (۰/۲۶-۰/۳۳) | ۰/۴۵ |
| عرض دهان | ۱۵/۱۳±۱/۲۹ (۱۲/۵۴-۱۶/۸۷) | ۱۴/۳۹±۱/۷۱ (۱۱/۶۷-۱۷/۹۷) | ۱۵/۱۳±۱/۷۲ (۱۱/۱۹-۱۸/۱۳) | ۰/۷۹ | ۰/۳۷±۰/۰۳ (۰/۳۳-۰/۴۱) | ۰/۳۶±۰/۰۴ (۰/۳۲-۰/۴۳) | ۰/۳۶±۰/۰۴ (۰/۳-۰/۴۱) | ۰/۷۸ |
| فاصله دو سوراخ بینی | ۸/۵۷±۱/۴۲ (۷/۰۴-۱۱/۲۵) | ۸/۰۲±۲/۴۸ (۴/۴۸-۱۲/۶۴) | ۸/۱۷±۱/۵۵ (۵/۰۴-۱۱/۷۵) | ۰/۶۶ | ۰/۲۱±۰/۰۴ (۰/۱۷-۰/۳) | ۰/۲±۰/۰۵ (۰/۱۴-۰/۳) | ۰/۲±۰/۰۳ (۰/۱۳-۰/۳) | ۰/۶۵ |
| طول سبیلک اول | ۱۱/۳۶±۱/۷ (۹/۴۶-۱۴/۸) | ۹/۷۳±۱/۸۹ (۶/۸۲-۱۳/۲۸) | ۹/۷۳±۲/۰۱ (۵/۴۳-۱۴/۵) | ۰/۰۳ | ۰/۲۸±۰/۰۵ (۰/۲۳-۰/۴) | ۰/۲۴±۰/۰۴ (۰/۲-۰/۳۲) | ۰/۲۳±۰/۰۴ (۰/۱۴-۰/۳۲) | ۰/۰۱ |
| طول سبیلک دوم | ۹/۶۵±۲/۶۷ (۶/۷۵-۱۵/۷) | ۹/۱۱±۲/۴ (۶/۶۲-۱۳/۶۹) | ۸/۱۳±۱/۵۸ (۳/۸۳-۱۱/۳) | ۰/۰۶ | ۰/۲۴±۰/۰۸ (۰/۱۶-۰/۴۲) | ۰/۲۳±۰/۰۶ (۰/۱۶-۰/۳۶) | ۰/۱۹±۰/۰۳ (۰/۱۱-۰/۲۸) | ۰/۰۴ |
| طول سبیلک سوم | ۹/۲۲±۱/۷ (۷/۵۹-۱۲/۴۹) | ۸/۳۱±۱/۶۶ (۶/۳۶-۱۱/۳۵) | ۸/۲۶±۱/۷۴ (۴/۵۶-۱۲/۰۱) | ۰/۱۲ | ۰/۲۳±۰/۰۵ (۰/۱۸-۰/۳۴) | ۰/۲۱±۰/۰۵ (۰/۱۶-۰/۳) | ۰/۱۹±۰/۰۳ (۰/۱۴-۰/۲۵) | ۰/۰۸ |
| وزن | ۷۶/۵۸±۲۰/۷۸ (۳۹/۱۴-۱۰۲/۶۳) | ۷۰/۱۳±۱۷/۹۴ (۳۱/۲۳-۸۶/۶۶) | ۷۹/۷۳±۱۷/۳۹ (۳۶/۰۷-۱۱۱/۵۴) | | | | | |
| ضریب تغییرات C.V _p | ۱۵/۷۶ | ۱۶/۸۷ | ۱۷/۱۳ | | ۱۲/۹۳ | ۱۱/۱۰ | ۱۳/۱۳ | |

با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) از ترکیب خطی ۳۷ ویژگی ریخت سنجی مطلق و ۳۴ ویژگی ریخت سنجی نسبی عامل‌هایی به وجود آمد (جدول ۳) که ویژگی‌های خاصی از ارتباط صفات را نشان می‌دهند. در ویژگی‌های مطلق طول باله مخرجی، طول باله سینه‌ای، طول پس چشمی، عرض دهان و در ویژگی نسبی ارتفاع باله پشتی و طول باله شکمی در عامل اول دارای ضرایبی بالاتر از ۰/۷۵ بودند.

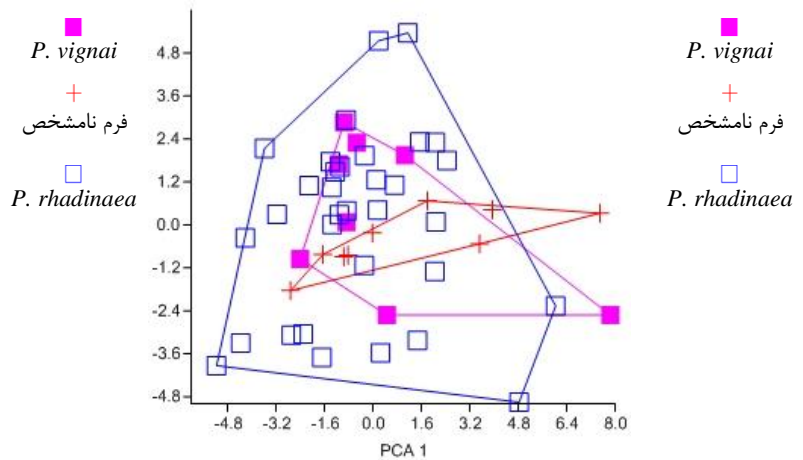
جدول ۳. مقادیر ویژه، درصد واریانس و عوامل استخراجی صفات ریخت سنجی و مطلق نمونه‌های مورد مطالعه

| عامل | صفات ریخت سنجی نسبی | | | صفات ریخت سنجی مطلق | | |
|------|---------------------|--------------|------------|---------------------|--------------|------------|
| | مقدار ویژه | درصد واریانس | درصد تجمعی | مقدار ویژه | درصد واریانس | درصد تجمعی |
| ۱ | ۸/۷۷۵ | ۲۴/۳۷۶ | ۲۴/۳۷۶ | ۵/۸ | ۱۷/۰۵۹ | ۱۷/۰۵۹ |
| ۲ | ۴/۸۷۹ | ۱۳/۵۵۴ | ۳۷/۹۳ | ۴/۷۶ | ۱۳/۹۹۹ | ۳۱/۰۵۸ |
| ۳ | ۳/۲۵۶ | ۹/۰۴۵ | ۴۶/۹۷۴ | ۳/۱۹۱ | ۹/۳۸۷ | ۴۰/۴۴۴ |
| ۴ | ۲/۴۰۴ | ۶/۶۷۸ | ۵۳/۶۵۲ | ۳/۱۳ | ۹/۲۰۶ | ۴۹/۶۵۱ |
| ۵ | ۲/۲۰۴ | ۶/۱۲۳ | ۵۹/۷۷۵ | ۲/۴۱۶ | ۷/۱۰۷ | ۵۶/۷۵۷ |
| ۶ | ۲/۱۴۲ | ۵/۹۵ | ۶۵/۷۳۴ | ۱/۷۶۷ | ۵/۱۹۷ | ۶۱/۹۵۵ |
| ۷ | ۲/۰۷۵ | ۵/۷۶۴ | ۷۱/۴۸۹ | ۱/۶۶۱ | ۴/۸۸۴ | ۶۶/۸۳۹ |
| ۸ | ۱/۷۸۷ | ۴/۹۶۳ | ۷۶/۴۵۲ | ۱/۶۰۱ | ۴/۷۰۷ | ۷۱/۵۴۶ |
| ۹ | | | | ۱/۴۰۲ | ۴/۱۲۵ | ۷۵/۶۷۱ |

ترسیم پراکنش نقطه‌ای نمونه‌های مورد مطالعه بر اساس فاکتورهای اول و دوم به دست آمده از آزمون PCA صفات ریخت سنجی مطلق نشان داد که نمونه‌های مورد بررسی همپوشانی بالایی با یکدیگر داشته و از یکدیگر قابل تفکیک نیستند (شکل ۵) اما آزمون CVA نتایج متفاوتی نشان داد و نمونه‌های مورد مطالعه را به سه گروه مجزا تقسیم کرد (شکل ۶).

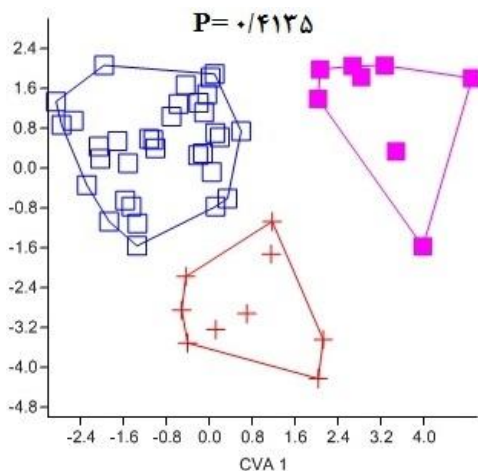


شکل ۶. پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌ها بر اساس فاکتورهای اول و دوم آزمون CVA (ریخت سنجی صفات مطلق)

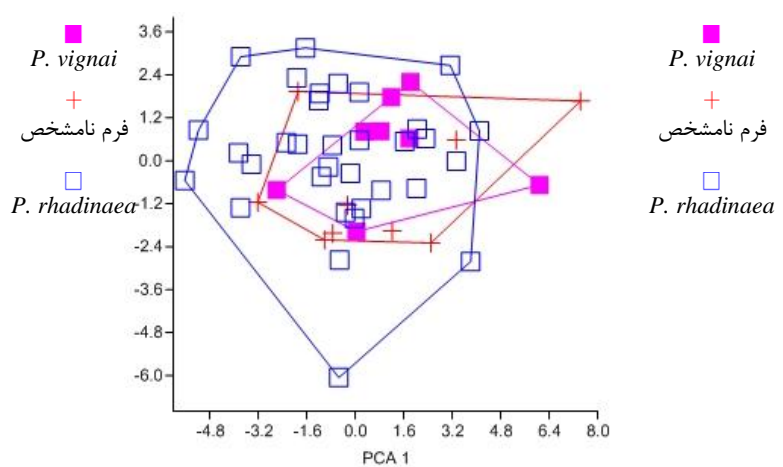


شکل ۵. پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌ها بر اساس فاکتورهای اول و دوم آزمون PCA (ریخت سنجی صفات مطلق)

همچنین ترسیم پراکنش نقطه‌ای نمونه‌های مورد مطالعه بر اساس فاکتورهای اول و دوم به دست آمده از آزمون PCA و CVA صفات ریخت سنجی نسبی نیز نتایجی مانند صفات ریخت سنجی مطلق را از خود نشان داد و نمونه‌ها در آزمون PCA تفکیک نشده (شکل ۷) و در آزمون CVA به سه گروه مجزا تفکیک شدند (شکل ۸).



شکل ۸. پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌ها بر اساس فاکتورهای اول و دوم آزمون CVA (ریخت‌سنجی صفات نسبی)

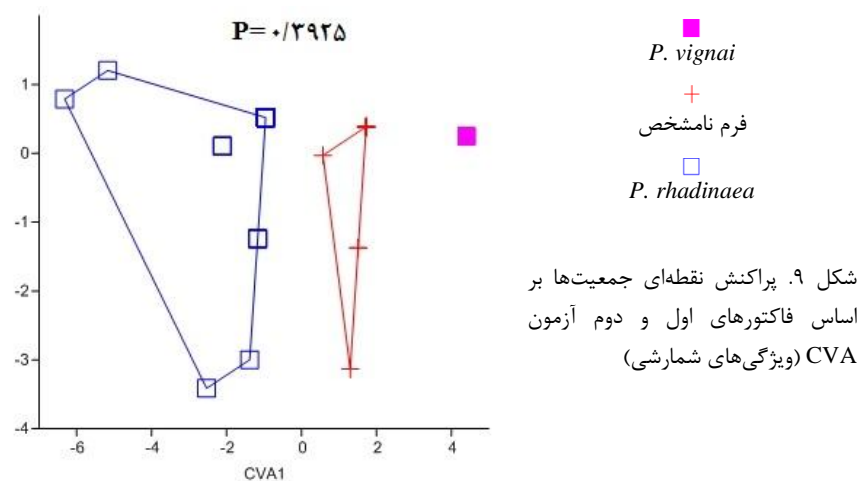


شکل ۷. پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌ها بر اساس فاکتورهای اول و دوم آزمون PCA (ریخت‌سنجی صفات نسبی)

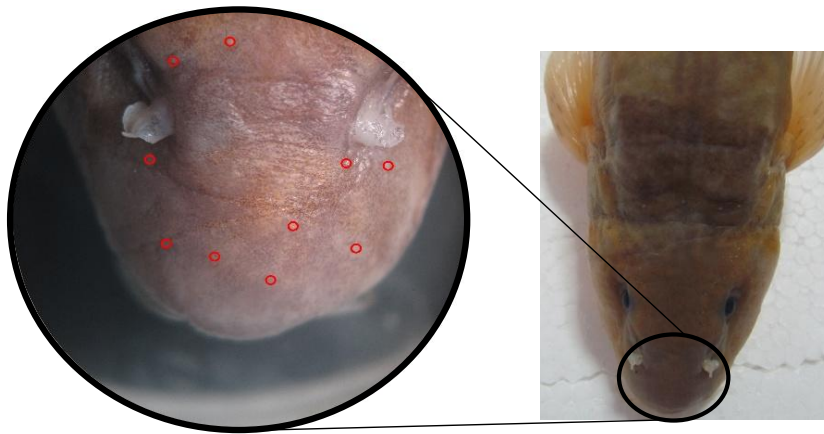
نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های شمارشی در جدول ۴ ارائه گردیده است، مطابق نتایج شعاع باله سینه‌ای در بین نمونه‌های مورد مطالعه شده دارای تفاوت معنی‌دار است ($P < 0.05$). تمامی نمونه‌های منتسب به *P. vignai* دارای ۱۰ شعاع در باله سینه‌ای و *P. rhadinaea* دارای ۱۱ تا ۱۲ شعاع (اغلب ۱۱) در باله سینه‌ای بودند، همچنین در فرم نامشخص ۱۰-۱۲ شعاع مشاهده گردید. ترسیم پراکنش نقطه‌ای نمونه‌های مورد مطالعه بر اساس فاکتورهای اول و دوم به دست آمده از آزمون CVA صفات شمارشی نیز نتایجی مانند آزمون‌های ریخت سنجی ارائه نموده و نمونه‌ها به سه گروه مجزا تفکیک شدند (شکل ۹).

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار (میلی‌متر) و نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون دانکن برای ویژگی‌های شمارشی نمونه‌های مورد مطالعه (اعداد داخل پرانتز بیشینه-کمینه می‌باشد)

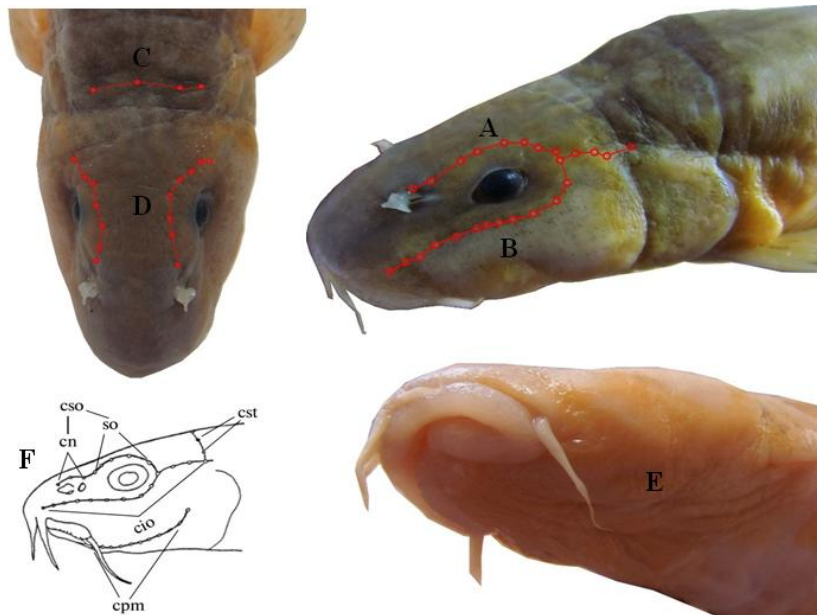
| ویژگی | <i>P. vignai</i> | فرم نامشخص | <i>P. rhadinaea</i> | P |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------|
| شعاع سخت باله پشتی | ۳/۹±۰/۴ (۳-۴) | ۳/۸±۰/۷ (۲-۴) | ۳/۸±۰/۶ (۲-۴) | ۰/۸۷ |
| شعاع نرم باله پشتی | ۷/۵±۰ (۷/۵-۷/۵) | ۷/۵±۰ (۷/۵-۷/۵) | ۷/۵±۰ (۷/۵-۷/۵) | - |
| شعاع سخت باله مخرجی | ۳±۰/۲ (۲-۳) | ۳±۰/۲ (۲-۳) | ۳±۰/۲ (۲-۳) | ۰/۷۷ |
| شعاع نرم باله پشتی | ۵/۵±۰ (۵/۵-۵/۵) | ۵/۴±۰/۲ (۵-۵/۵) | ۵/۴±۰/۲ (۵-۶) | ۰/۷۱ |
| شعاع باله سینه‌ای | ۱۰ ^b ±۰ (۱۰-۱۰) | ۱۰/۵ ^{ab} ±۰ (۱۰/۵-۱۰/۵) | ۱۱/۱ ^a ±۰/۲ (۱۱-۱۲) | ۰/۰۰ |
| شعاع باله شکمی | ۸±۰ (۸-۸) | ۸±۰ (۸-۸) | ۸±۰/۳ (۷-۹) | ۱/۰۰ |



نتایج بررسی کانال‌های حسی سر در جدول ۵ ارائه گردیده است مطابق نتایج و تعداد کانال‌های حسی در اغلب نمونه‌های مورد مطالعه بسیار به یکدیگر نزدیک است (شکل‌های ۱۱ و ۱۲) ولی به نظر می‌رسد *P. rhadinaea* در تمامی ویژگی‌های بررسی شده دارای میانگین بالاتری است. البته ذکر این نکته حائز اهمیت است که در برخی نمونه‌ها منافذ کانال‌های حسی سر دارای پراکنندگی غیرعادی بودند (شکل ۱۰) که در مغایرت با مدل معرفی شده توسط Prokofiev (۲۰۰۹) است بنابراین این نمونه‌ها از لحاظ کانال‌های حسی مورد بررسی قرار نگرفتند.



شکل ۱۰. نمونه ای از پراکنش غیرعادی منافذ حسی روی سر، گونه *P. vignai*

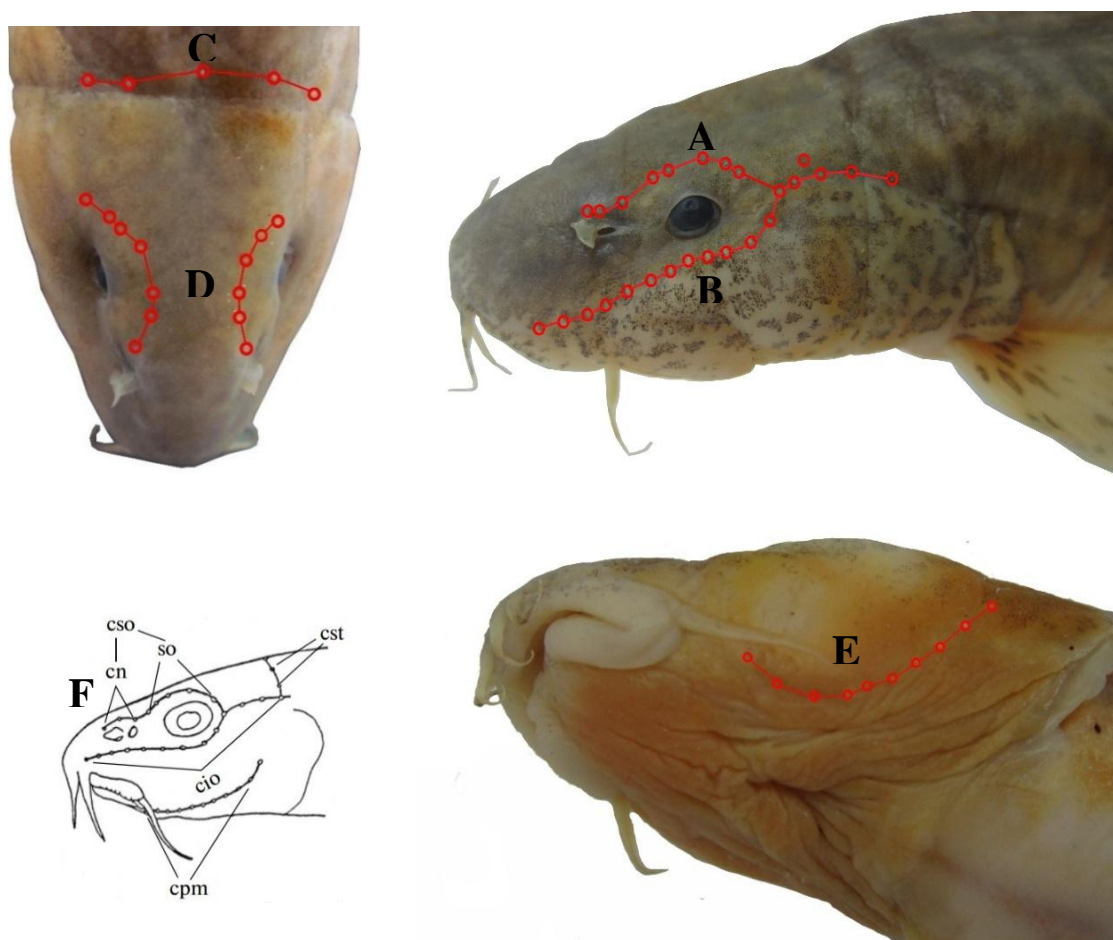


شکل ۱۱. موقعیت قرارگیری کانال‌های حسی سر تیپ نامشخص، A و D: *Canalis supraorbitalis*, C: *Comissura supratemporalis*, B: *Canalis infraorbitalis* با چشم غیرمسلح CPM قابل‌رؤیت نبود، F: مدل معرفی شده کانال‌های حسی سر جنس *Paracobitis* برگرفته از Prokofiev (2009)

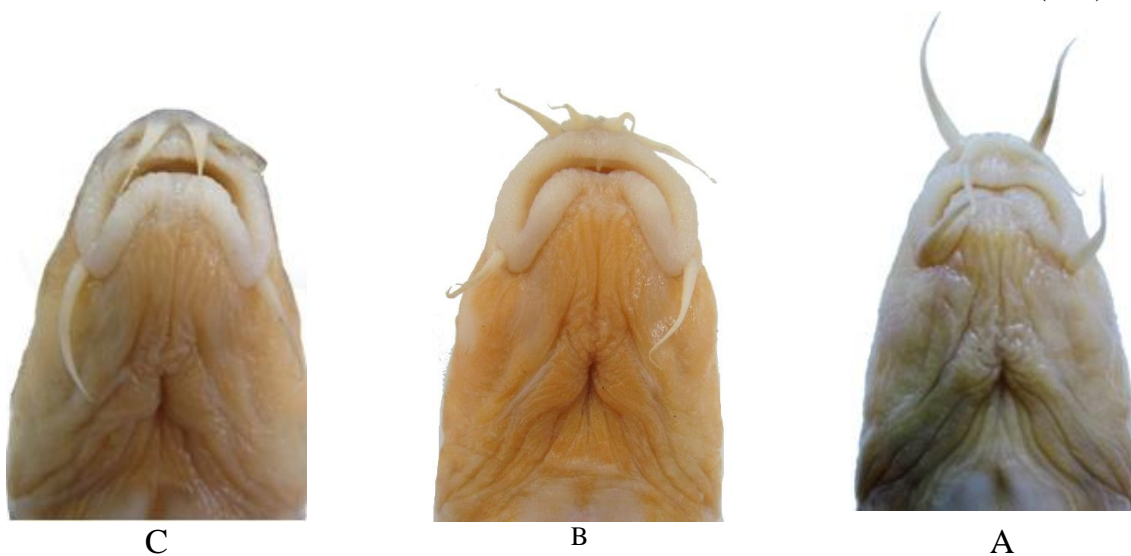
جدول ۵. شمارش کانال‌های حسی سر نمونه‌های *P. vignai*, *P. rhadinaea* و فرم نامشخص در مناطق مورد مطالعه، انحراف معیار \pm میانگین (بیشینه-کمینه).

| CSO | CST | CPM | CIO | گونه |
|--------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| ۷/۹۲±۱/۶۹ (۷-۹) | ۴/۹۲±۱/۰۹ (۴-۶) | ۱۰/۹۷±۱/۶۲ (۹-۱۱) | ۱۷/۴۳±۲/۳۲ (۱۵-۱۹) | <i>P. rhadinaea</i> |
| ۶/۵۲±۰/۹۱ (۶-۸) | ۴/۵۳±۱/۶۳ (۴-۶) | ۱۰/۸۳±۰/۱۵ (۹-۱۰) | ۱۶/۹۵±۳/۱۲ (۱۴-۲۰) | فرم نامشخص |
| ۷/۴۴±۱/۳۷ (۷-۸) | ۳/۶۳±۲/۰۸ (۳-۵) | ۱۰/۵۹±۱/۰۶ (۹-۱۱) | ۱۶/۴۶±۲/۸۵ (۱۵-۱۸) | <i>P. vignai</i> |

CSO: *Canalis supraorbitalis*; CST: *Comissura supratemporalis*; CPM: *Canalis praeoperculo- mandibularis*; CIO: *Canalis infraorbitalis*



شکل ۱۲. موقعیت قرارگیری کانال‌های حسی سر گونه *P. rhadinæa*: A و D: Canalis supraorbitalis: C: Comissura supratemporalis: B. موقعیت قرارگیری کانال‌های حسی سر گونه *Paracobitis* برگرفته از Prokofiev (2009): E: Canalis infraorbitalis: F: Canalis praeoperculo-mandibulari: مدل معرفی شده کانال‌های حسی سر جنس *Paracobitis* برگرفته از



شکل ۱۳. فرم سر A: *P. vignai*، B: فرم نامشخص و C: *P. rhadinæa*



شکل ۱۴. نمای فلس A: تیپ نامشخص و B: *P. rhadinaea*

همچنین تمامی نمونه‌ها از لحاظ پوشش فلس مورد بررسی قرار گرفتند که با توجه به نتایج به دست آمده تمامی نمونه‌های *P. rhadinaea* و تیپ نامشخص دارای فلس بودند اما نمونه‌های *P. vignai* فاقد فلس بودند (شکل ۱۳).

بحث

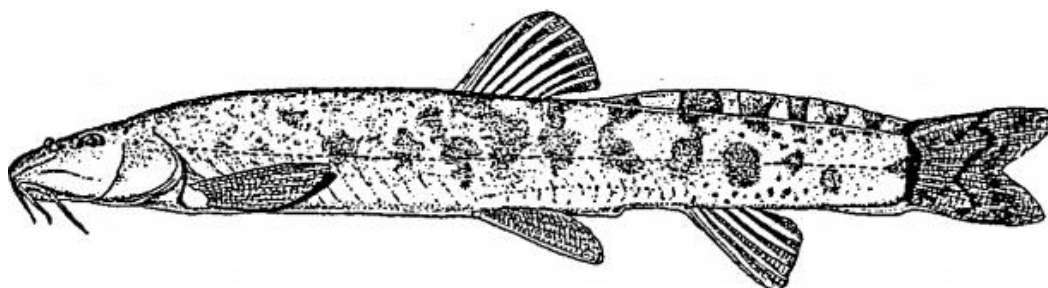
با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون واریانس یک طرفه، تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل متغیرهای کنونی ویژگی‌های ریخت سنجی (نسبی و مطلق) و شمارشی، سه تیپ مختلف ریختی از جنس *Paracobitis* در مناطق مورد مطالعه شناسایی گردید که با توجه به کلیدهای شناسایی موجود (Chaudhuri (۱۹۱۰)، Annandale و Hora (۱۹۲۰)، Berg (۱۹۴۹)، Nalbant و Bănărescu (۱۹۹۵)، Prokofiev (۲۰۰۹)، Freyhof و همکاران (۲۰۱۴)، Mousavi-sabet و همکاران (۲۰۱۴) و Coad (۲۰۱۴) از سه فرم موجود دو گونه *P. rhadinaea* و *P. vignai* تشخیص داده شد ولی تیپ دیگر با توجه به کلیدهای موجود شناسایی نگردید به همین سبب در این مطالعه تحت عنوان تیپ نامشخص نام‌گذاری گردید. با بررسی نتایج آزمون دانکن برای ویژگی‌های ریخت‌شناسی مطلق و نسبی می‌توان این چنین بیان نمود که ویژگی‌های ریختی سه تیپ شناسایی شده بسیار به یکدیگر شبیه است. گواه این امر عدم اختلاف معنی‌دار بین ۳۶ ویژگی ریخت‌شناسی مطلق و ۳۱ ویژگی ریخت‌سنجی نسبی است، اما در برخی موارد اختلافاتی با یکدیگر دارند که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد. در ویژگی‌های ریخت‌شناسی مطلق تنها طول سبیلک اول و در ویژگی‌های ریخت‌سنجی نسبی، حداقل ارتفاع بدن، طول سبیلک اول و طول سبیلک دوم دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$)

به علت نزدیکی و شباهت ویژگی‌های ریخت‌سنجی نمونه‌های مورد مطالعه، همپوشانی نسبتاً بالایی در نمودار نتایج آزمون PCA صفات ریخت‌سنجی (مطلق و نسبی) جمعیت‌ها مشاهده گردید؛ به گونه‌ای که نمونه‌های منتسب به هر گونه از یکدیگر تفکیک نشدند. اما نتایج آزمون CVA تا حدود زیادی متفاوت بود زیرا نمونه‌های مورد بررسی به سه گروه مجزا تفکیک شدند. به نظر می‌رسد علت این امر سخت‌گیری کمتر آزمون CVA در جدا نمودن جمعیت‌ها نسبت به آزمون PCA باشد. پیش از این نیز Turan و همکاران (۲۰۰۶) و Jouladeh-Roudbar و همکاران (۲۰۱۴) نتایج مشابهی را به دست آوردند. در مجموع می‌توان

استنباط نمود که از بین ویژگی‌های ریخت‌سنجی مورد مطالعه طول سبیلک اول می‌تواند به عنوان کلیدی‌ترین ویژگی برای شناسایی *P. vignai* از *P. rhadinaea* و تیپ نامشخص به حساب بیاید. فارغ از نتایج آزمون‌های آماری نیز در یک نگاه کلی و سطحی، نمونه‌های منتسب به *P. vignai* حتی با وجود اندازه کوچک‌تر، دارای سبیلک‌های (به ویژه سبیلک اول) بلندتر و قطورتری نسبت به *P. rhadinaea* و تیپ نامشخص بودند که باعث شناسایی راحت آنها گردید.

با توجه به مطالعات Chaudhuri (۱۹۱۰)، Annandale و Hora (۱۹۲۰)، Berg (۱۹۴۹)، Bănărescu و Nalbant (۱۹۹۵)، Prokofiev (۲۰۰۹)، Freyhof و همکاران (۲۰۱۴)، Mousavi-sabet و همکاران (۲۰۱۴) و Coad (۲۰۱۴) و بازخوانی شرح توصیف نمونه‌های *P. rhadinaea* (= *P. rhadinaea*) و *N. rhadineaus* شباهت‌های بسیار زیادی بین این دو گونه مشاهده گردید به نحوی که در اغلب ویژگی‌های ریخت‌شناختی ذکر شده از قبیل محل قرارگیری باله پشتی، شکل دهان، قطر چشم، فرم تاج چربی و الگوی رنگی دارای همپوشانی هستند ولی Nalbant و Bianco (۱۹۹۸) معتقدند *P. vignai* در دو ویژگی بدنی عاری از فلس و باله دم عمیقاً دوشاخه با *P. rhadineaus* دارای تفاوت است نامبردگان این دو ویژگی را به عنوان ویژگی‌های کلیدی برای شناسایی این گونه برشمردند.

در هیچ یک از نمونه‌های بررسی شده این پژوهش نمونه‌ای با باله دم عمیقاً دو شاخه (مانند شکل ۱۵) مشاهده نشد. اغلب نمونه‌ها با باله دم کاملاً صاف داشته و یا دارای فرورفتگی جزئی بودند. در برخی موارد که به نظر می‌رسید نمونه‌ای دارای باله دم نسبتاً دو شاخه است، وقتی از لحاظ پوشش فلس مورد بررسی قرار می‌گرفت فلس‌ها در آن رؤیت می‌گردید که این امر در مغایرت با توصیف گونه *P. vignai* است (توصیف‌کنندگان Nalbant و Bianco (۱۹۹۸)، این گونه را فاقد فلس می‌دانند). از طرفی دیگر نمونه‌هایی فاقد فلس در بین تیپ‌های مورد بررسی وجود داشت که در آنها باله دم کاملاً صاف بود، که این نیز در مغایرت با توصیف گونه *P. vignai* است در مجموع به نظر می‌رسد شکل باله دم صفت قابل‌اتکایی برای تفکیک دو گونه *P. vignai* و *P. rhadinaea* از یکدیگر نیستند.



شکل ۱۵. نمونه تیپ *Paracobitis vignai* اقتباس از Nalbant و Bianco (1998)

در مطالعات Chaudhuri (۱۹۱۰)، Annandale و Hora (۱۹۲۰)، Berg (۱۹۴۹)، Bănărescu و Nalbant (۱۹۹۵)، Prokofiev (۲۰۰۹)، Freyhof و همکاران (۲۰۱۴)، Mousavi-sabet و همکاران (۲۰۱۴) و Coad (۲۰۱۴) فرم تاج چربی نیز مورد بحث قرار گرفته و از آن به عنوان ویژگی کلیدی در شناسایی دو گونه *P. vignai* و *P. rhadinaea* یاد شده است. با توجه به بررسی‌های انجام شده به نظر می‌رسد *P. rhadinaea* دارای تاج چربی بلندتر و برآمده‌تری (گنبدی شکل) نسبت به *P. vignai* باشد ولی در

نمونه‌های نابالغ و کوچک‌تر این تفاوت محسوس نیست و نمی‌توان از فرم تاج چربی برای تفکیک جمعیت‌ها استفاده کرد. اما تیپ نامشخص از لحاظ فرم تاج چربی کاملاً با دو گونه *P. vignai* و *P. rhadinaea* متفاوت است، تاج چربی این تیپ تقریباً تحلیل رفته و به شکل یک چین پوستی کوتاه درآمده است که این ویژگی باعث سهولت تفکیک این فرم از *P. rhadinaea* و *P. vignai* گردیده است. در مجموع با توجه به توضیحات ارائه شده به نظر می‌رسد فرم تاج چربی برای تفکیک کردن نمونه‌های بالغ *P. rhadinaea* و *P. vignai* نسبتاً مناسب باشد اما این ویژگی برای نمونه‌های نابالغ تقریباً بی‌کاربرد است.

نمونه‌های مورد مطالعه از لحاظ شکل دهان، نحوه قرارگیری سبیلک‌ها و لب نیز مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱۳: A، B و C). اگرچه نتایج آزمون واریانس یک طرفه تفاوت معنی‌داری را در اندازه دهان در بین نمونه‌های مورد مطالعه از خود نشان نداد اما در بررسی‌های ظاهری صورت گرفته به نظر می‌رسید در شرایط برابری طول استاندارد نمونه‌ها، اندازه شکاف دهان در *P. vignai* نسبت به *P. rhadinaea* و تیپ نامشخص کوچک‌تر است. علاوه بر اندازه کوچک دهان، لب‌های شیاردار و سبیلک‌های قطورتر و با طول بیشتری نیز می‌تواند متمایزکننده *P. vignai* از *P. rhadinaea* و تیپ نامشخص باشد. *P. rhadinaea* نیز از لحاظ طول سبیلک و فرم قرارگیری آن شبیه به تیپ نامشخص است اما لب‌های فاقد شیار، لوله‌ای وجه تمایز تیپ نامشخص با *P. rhadinaea* است.

نتایج ویژگی‌های شمارشی نیز همچون ویژگی‌های ریخت سنجی بیانگر شباهت فراوان این صفات در بین نمونه‌های مورد بررسی است. از بین شش ویژگی شمارشی مورد مطالعه تنها ویژگی شعاع باله سینه‌ای در بین نمونه‌ها دارای تفاوت معنی‌دار بود. تمامی نمونه‌های *P. vignai* دارای ۱۰ شعاع، *P. rhadinaea* دارای ۱۱ تا ۱۲ شعاع (اغلب ۱۱) و نمونه‌های منتسب به تیپ نامشخص نیز دارای ۱۰-۱۲ شعاع در باله سینه‌ای بودند. به نظر می‌رسد شعاع باله سینه‌ای صفت مناسبی برای جداسازی نمونه‌های مورد مطالعه باشد.

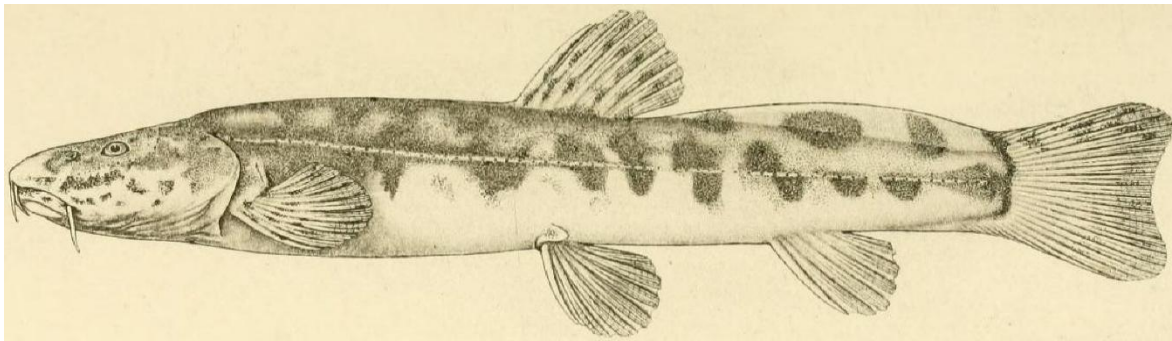
بر اساس مطالعات Prokofiev (۲۰۰۹)، کانال‌های حسی سر در جنس *Paracobitis* شامل چهار کانال اصلی (CSO) Canalis supraorbitalis، (CST) Comissura supratemporalis، (CIO) Canalis infraorbitalis و (CPO) Canalis praeoperculo-mandibularis است که شمارش منافذ موجود بر روی این کانال‌ها از ویژگی‌های مهم شمارشی این جنس به حساب می‌آید. با توجه به نتایج به دست آمده (جدول ۵)، تعداد منافذ موجود روی این کانال‌ها در نمونه‌های مورد مطالعه بسیار به یکدیگر نزدیک بوده و در اغلب موارد دارای همپوشانی می‌باشد اما به نظر می‌رسد میانگین تعداد منافذ کانال‌های حسی در *P. rhadinaea* از *P. vignai* و فرم نامشخص بیشتر باشد همچنین منافذ حسی در این گونه دارای برآمدگی بیشتری بر روی سطح سر هستند که باعث می‌شود با چشم غیرمسلح به راحتی دیده شوند. اما ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که در بررسی صورت گرفته حدود ۴۰ نمونه (شامل هر سه فرم شناسایی شده) دارای پراکندگی غیرعادی منافذ کانال‌های حسی روی سر بودند که با توجه به مدل ترسیمی Prokofiev (۲۰۰۹)، در دسته‌بندی هیچ‌کدام از چهار کانال حسی CSO، CST، CIO و CPM قرار نمی‌گرفتند. البته شاید در برخی موارد بتوان نمونه‌هایی را یافت که نحوه قرارگیری منافذ روی کانال‌های حسی با مدل ارائه شده توسط Prokofiev (۲۰۰۹)، همخوانی داشته باشد اما در سایر موارد پراکنش غیرعادی این منافذ باعث سردرگمی محقق در شمارش آن‌ها می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد تعداد منافذ کانال‌های حسی سر ویژگی قابل اتکایی برای جداسازی جمعیت‌ها نباشد زیرا علی‌رغم همپوشانی عددی دارای پراکندگی غیرعادی نیز هستند.

الگوی رنگی بدن نیز در بسیاری از مواقع برای شناسایی سگ ماهیان جویباری به‌ویژه جنس *Paracobitis* مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به بررسی‌های انجام شده به نظر می‌رسد *P. rhadinaea* و *P. vignai* از لحاظ الگوی رنگی شبیه به یکدیگر می‌باشند؛ به طوری که هر دو گونه دارای لکه‌های نسبتاً بزرگ تیره به‌ویژه در انتهای بدن هستند اما تیپ نامشخص از لحاظ الگوی رنگی متفاوت به نظر می‌رسد زیرا در این تیپ بدن فاقد لکه‌های بزرگ بوده و لکه‌های کوچک در سرتاسر بدن پراکنده شده‌اند. همان‌طور که در مقدمه نیز اشاره گردید، تاکنون سه گونه از جنس *Paracobitis* شامل *Paracobitis vignai* Nalbant and Bianco, 1998، *Nemacheilus macmahoni* Chaudhuri, 1910 (شکل ۱۶) و *Nemachilus rhadinaeus* Regan, 1906 از حوضه آبریز سیستان توصیف شده است. البته لازم به ذکر است که با مطالعات Bănărescu و Nalbant (۱۹۹۵) و Coad (۱۹۹۵) گونه *Nemacheilus macmahoni* از درجه اعتبار ساقط و به عنوان مترادف *P. rhadinaea* در نظر گرفته شد. همواره در مورد محل تیپ دو گونه *N. macmahoni* و *N. rhadinaeus* (= *P. rhadinaea*) اختلاف نظر وجود داشته است زیرا در توصیف اولیه محل تیپ "affluents of the Helmand" ذکر گردیده که به معنی سرشاخه رودخانه هیرمند است (واقع در افغانستان)، اما Kottelat (۲۰۱۲)، معتقد است که نمونه‌های موجود (در موزه تاریخ طبیعی لندن) این دو گونه از دلتای رودخانه هیرمند صید گردیده‌اند (واقع در ایران). Coad (۲۰۱۴)، نیز بر این باور صحت گذاشته و علت این تناقض را ناشی از اشتباه نگارشی در برجسب نویسی نمونه‌های موجود در موزه این دو گونه می‌داند زیرا *Affluents* به معنی سرشاخه و *Effluents* به معنای دلتا است. با این تفاسیر به نظر می‌رسد محل تیپ هر سه گونه نامبرده شده در ایران و احتمالاً در یک محدوده جغرافیایی نزدیک به هم باشد. با توجه به نتایج کلی حاصل از این پژوهش به نظر می‌رسد علاوه بر دو گونه *P. rhadinaea* و *P. vignai*، حداقل یک فرم ریختی متفاوت با گونه‌های ذکر شده در منطقه مورد مطالعه این پژوهش (چاه نیمه‌ها) حضور داشته باشد. گواه این موضوع اختلاف‌های ریختی فرم نامشخص با گونه‌های نامبرده شده است (جدول ۶).

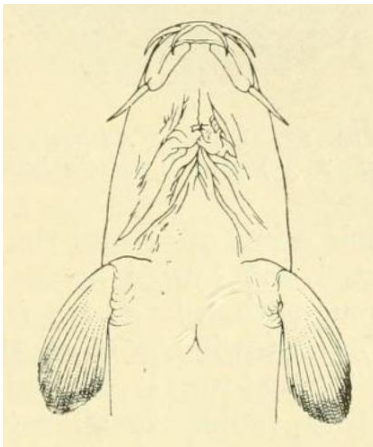
جدول ۶. ویژگی‌های مناسب برای جداسازی سه تیپ شناسایی شده در این پژوهش

| <i>P. vignai</i> | تیپ نامشخص | <i>P. rhadinaea</i> | ویژگی |
|--|--|--|---------------------|
| ندارد | دارد | دارد | فلس |
| بلند | کوتاه | کوتاه | طول سبیلک اول |
| بلند | کوتاه | بلند | ارتفاع تاج چربی |
| کوچک | بزرگ | بزرگ | اندازه دهان |
| شیاردار | صاف | شیاردار | فرم لب |
| محو | واضح | واضح | کانال‌های حسی |
| دارای لکه‌های بزرگ به‌ویژه در انتهای بدن | دارای لکه‌های تیره پراکنده در سرتاسر بدن | دارای لکه‌های بزرگ به‌ویژه در انتهای بدن | الگوی رنگی |
| فاقد قوز | دارای قوز | فاقد قوز | محل اتصال سر به تنه |
| ۱۰ | ۱۰-۱/۲ | اغلب ۱۱ | شعاع باله سینه‌ای |

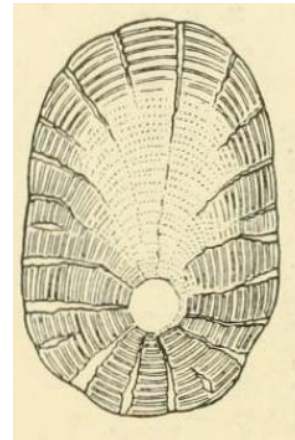
البته به نظر می‌رسد بررسی‌های ریخت‌شناختی به تنهایی پاسخگوی مشکلات پیش‌آمده در رابطه با جداسازی گونه‌های جنس *Paracobitis* در حوضه آبریز سیستان نباشد زیرا در اغلب ویژگی‌های ذکر شده صفات حد واسط در بین نمونه‌ها به چشم می‌خورد که می‌تواند باعث شناسایی اشتباه گونه‌های جنس فوق شود بنابراین به نظر می‌رسد علاوه بر مطالعات ریخت‌شناسی از مطالعات مبتنی بر نشانگرهای مولکولی نیز باید استفاده شود تا بتوان نتایج شفاف و دقیق‌تری راجع به این موضوع ارائه کرد.



A



C



B

شکل ۱۶. نمای کلی بدن (A)، فلس (B) و فرم دهان (C) *Nemacheilus macmahoni* اقتباس از Chaudhuri (1910)

در آخر باید بیان کرد *P. vignai* و *P. rhadinaea* دو گونه نادر از لوچ ماهیان ایران هستند که با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر و خشک شدن اغلب رودخانه‌های حوضه آبریز سیستان در وضعیت خوبی به سر نمی‌برند. از یک طرف خشک‌سالی و از طرف دیگر اسارت و تلف شدن آنها در تورهای گوش‌گیر صیادان محلی، باعث صدمات جبران‌ناپذیری به جمعیت آنها شده است. اگر این دو گونه که عنوان بزرگ‌ترین لوچ ماهیان ایران را نیز یدک می‌کشند، مورد حمایت و حفاظت قرار نگیرند، احتمالاً در آینده نه چندان دور شاهد انقراض آنها خواهیم بود. لذا جلوگیری از این مسئله همت بیشتر مسئولین و افراد محلی را می‌طلبد.

منابع

- Annandale, N., Hora, L. 1920. The fishes of Seistan. Rec. Indian Museum.18: 151-203.
- Bănărescu, P.M., Nalbant, T.T. 1995. A generical classification of Nemacheilinae with description of two new genera (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae). Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle Grigore Antipa. București. 35: 429-496.
- Bănărescu, P., Nalbant, T. 1966. The 3rd Danish Expedition to Central Asia. Zoological Results 34. Cobitidae (Pisces) from Afghanistan and Iran. Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening. 129: 149-186.

- Bănărescu, P.M., Nalbant, T.T. 1995. A generical classification of Nemacheilinae with description of two new genera (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae). Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle Grigore Antipa. București. 35: 429-496.
- Beacham, T.D. 1985. Merestic and Morphometric variation in pink salmon (*Onchorhynchus gorbuscha*) in Sothern British Columbia and Puget Sound. Canadian Journal of Zoology. 63: 366-372.
- Berg, L.S. 1949. Presnovodnye ryby Irana i sopredel'nykh stran [Freshwater fishes of Iran and adjacent countries]. Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR. 8: 783-858.
- Chaudhuri, B.L. 1910. Descriptions of new species of *Botia* and *Nemachilus*. Records of the Indian Museum. 3: 339-342.
- Coad, B.W. 1995. Freshwater Fishes of Iran. Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae. Brno. 29(1): 1-64.
- Coad, B. 2014. Freshwater fishes of Iran. Retrieved from [http:// www. briancoad.com](http://www.briancoad.com).
- Freyhof, J., Esmaili, H.R., Sayyadzadeh, G., Geiger, M. 2014. Review of the crested loaches of the genus *Paracobitis* from Iran and Iraq with the description of four new species (Teleostei: Nemacheilidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters. 25: 11-38.
- Jouladeh-Roudbar, A., Vatandoust, S., Eagderi, S., Jafari-Kenari, S., Mousavi-Sabet, H. 2015a. Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. AACL Bioflux. 8(6): 855-909.
- Jouladeh-Roudbar, A., Eagderi, S., Esmaili, H.R. 2015b. Fishes of the Dasht-e Kavir basin of Iran: an updated checklist. International Journal of Aquatic Biology. 3(4): 263-273.
- Jouladeh-Roudbar, A., Rahmani, H., Esmaili, H.R., Vatandoust, S. 2014. Morphological variations among *Chondrostoma regium* populations in the Tigris River drainage. AACL Bioflux. 7(4): 276-285.
- Kottelat, M. 2012. Conspectus Cobitidum: An Inventory of the Loaches of the World (Teleostei: Cypriniformes: Cobitoidei). The Raffles Bulletin of Zoology. Supplement. 26: 1-199.
- Mousavi-Sabet, H., Gharaei, A., Nasrollahzade, A., Habibi, A., Eagderi, S. 2014. Redescription of *Paracobitis rhadinaea* (Regan, 1906) from Sistan Basin, Iran (Teleostei: Nemacheiliidae). International Journal of Aquatic Biology. 2(5): 286-291.
- Nalbant, T.T., Bianco, P.G. 1998. The loaches of Iran and adjacent regions with description of six new species (Cobitoidea). Italian Journal of Zoology. 65(1): 109-123.
- Prokofiev, A.M. 2009. Problems of the classification and phylogeny of nemacheiline loaches of the group lacking the Preethmoid I (Cypriniformes: Balitoridae: Nemacheilinae). Journal of Ichthyology. 49: 874-898.
- Turan, C., Oral, M., Öztürk, B., Düzgüneş, E. 2006. Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and northeastern Mediterranean Seas. Fisheries Research. 79(1): 139-147.