

بررسی تنوع جمعیتی شاه میگو (*Astacus leptodactylus*) دریاچه مخزنی سد ارس با استفاده از صفات ریخت‌سنجی

- **میلاذ پورزارع:** مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، صندوق پستی: ۳۶۵
 - **رامین مناف‌فر*:** گروه شیلات، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه، صندوق پستی: ۱۶۵
 - **علی نکوئی‌فرد:** مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، صندوق پستی: ۳۶۵
 - **مهدی محمدزاده:** گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، صندوق پستی: ۱۶۵
- تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۴

چکیده

دریاچه مخزنی سد ارس زیستگاه گونه منحصر به فرد و مهم اقتصادی از آبزیان با عنوان شاه میگو آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) می‌باشد. دریاچه پشت این سد امروزه یکی از منابع آبی مهم در زمینه آبی‌پروری است. تنوع اکولوژیک نواحی مختلف دریاچه باعث شده است جمعیت‌های مختلفی از شاه میگو آب شیرین در بخش‌های مختلف دریاچه زندگی کنند که ممکن است از نظر ویژگی‌های فنوتیپی با هم تفاوت داشته باشند. لذا هدف از این مطالعه بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی جمعیت‌های مختلف شاه میگو سد ارس در ۳ ایستگاه مختلف دریاچه بود. بدین منظور از ۳ ایستگاه در بخش‌های مختلف دریاچه پشت سد ارس در مجموع تعداد ۷۲ نمونه شاه میگو صید شد. و سپس در آزمایشگاه ۲۶ صفت ریخت‌شناسی و ۶ صفت ریخت‌سنجی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که جمعیت‌های این سخت‌پوست از نظر صفات ریخت‌شناسی دارای تفاوت‌های مشخصی هستند که آن‌ها را در جمعیت‌های مستقلی قرار می‌دهد. آنالیز آماری جمعیتی (DA) Canonical Discriminat Function براساس تابع ممیزی ۱ توانست ضمن جدا نمودن این ۳ جمعیت، برخی از صفات ریخت‌شناسی از قبیل ارتفاع شکم، طول انگشت چنگالی راست، طول چنگال راست، عرض چنگال راست، عرض کاسه سنگ، عرض سر، عرض دنباله شنا و زاویه آلفا را موثر در این جدائی تشخیص دهد.

کلمات کلیدی: شاه میگو آب شیرین، دریاچه سد ارس، مورفولوژی، مورفومریستیک



مقدمه

حوزه آبریز ارس قسمت‌هایی از خاک ترکیه، ارمنستان، جمهوری آذربایجان و ایران را فراگرفته است. آن قسمت از این حوزه که در خاک ایران واقع شده در منتهی‌الیه شمال غربی کشور در ساحل راست رودخانه بین‌المللی ارس واقع شده است. این حوزه در تقسیم‌بندی کلی هیدرولوژیکی ایران جزئی از آبریز دریای خزر به‌شمار می‌رود و در ایران از شمال به رودخانه ارس، از غرب به کشور ترکیه، از جنوب به حوزه دریاچه ارومیه و از جنوب شرقی به حوزه سفیدرود و از شرق به حوزه مجاور دریای خزر از آستارا تا هشت‌پر محدود می‌باشد. در این بین، رودخانه ارس اصلی‌ترین زهکش آب‌های سطحی و زیرزمینی این حوزه به‌شمار می‌رود. رودخانه ارس از کوه‌های هزار برکه در جنوب ارزروم (منطقه آناطولی) واقع در شرق ترکیه سرچشمه گرفته و پس از گذشتن از ترکیه، ارمنستان و جمهوری آذربایجان در شمال غربی کشور در جهت غربی- شرقی به سوی دریای خزر جریان می‌یابد (محسن پور و همکاران، ۱۳۹۲). مخزن دریاچه پشت سد به طول ۵۲ کیلومتر و عرض متوسط ۸ کیلومتر و عمق متوسط ۲۰ متر و مساحتی حدود ۱۴۵ کیلومتر، ۱۴۵۰۰ هکتار را اشغال نموده و حجم کل آن ۱۳۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. این دریاچه در ارتفاع ۷۷۰ متر از سطح دریا واقع شده و حداکثر حرارت هوا در تابستان تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل برودت در زمستان تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر ثبت شده است (محسن پور و همکاران، ۱۳۹۲). دریاچه این سد امروزه یکی از منابع آبی مهم کشور در زمینه آبی‌پروری محسوب می‌شود و سالیانه بیش از ۲۰۰۰ تن انواع ماهیان اقتصادی و هم‌چنین بیش از ۲۰۰ تن شاه میگو *A. leptodactylus* توسط ۸ شرکت صیادی، صید و به خارج از کشور صادر می‌شود. اخیراً صیادان و کارشناسان شیلاتی ادعان براین دارند که با توجه به تلاش‌های زیاد صیادی همانند سالیان قبل آن‌چه را که به‌طور قانونی پس از ارزیابی‌های لازم برای صید این موجود اعلام شده را نمی‌توانند صید کنند و این آمار مبین عدم دستیابی این تلاش‌ها به‌میزان از پیش تعیین شده می‌باشد (طاهرگورابی، ۱۳۸۵). پیش از این نیز در سد ارس، پروژه‌های هم‌آوری این موجود در نقاطی از دریاچه به همراه ارزش غذایی خرچنگ آب شیرین سد ارس مورد ارزیابی قرار گرفته است. شاه میگو آب شیرین با نام علمی *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1829)، یکی از گونه‌های تجاری در آبی‌پروری دنیا می‌باشد (برادران نویری، ۱۳۸۵). آمارها نشان می‌دهد که سود تجاری *A. leptodactylus* با کاهش جمعیت‌های *A. astacus* به

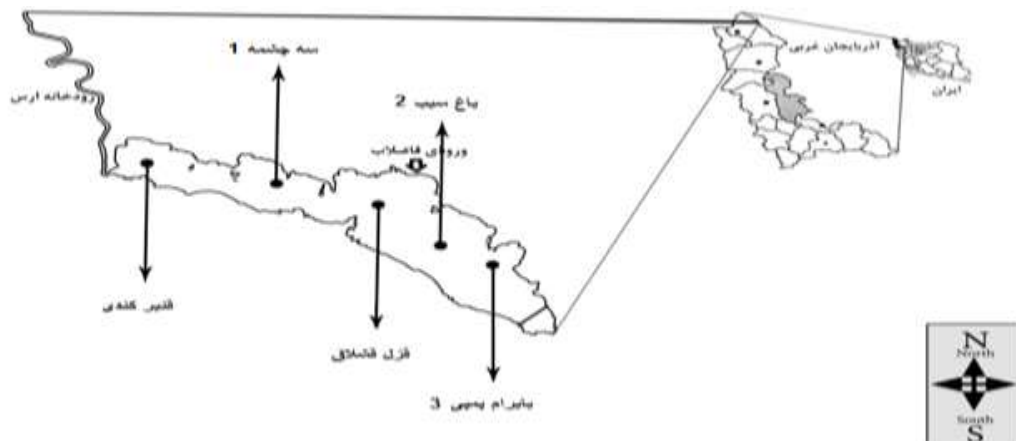
علت بیماری‌ها و آب‌های آلوده به‌طور محسوس افزایش یافته است (Thomas و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین مصرف‌کنندگان اروپایی به‌منظور تامین گوشت مصارف داخلی خود شروع به واردات *A. leptodactylus* نموده‌اند (کریم‌پور و همکاران، ۱۳۷۰). عمده پراکنش گونه اقتصادی شاه میگوی آب شیرین در ایران دریاچه مخزنی سد ارس و تالاب انزلی می‌باشد. هم‌چنین وجود دو گونه و یا زیرگونه آن به نام‌های *Astacus leptodactylus leptodactylus* که در تالاب انزلی و *Astacus leptodactylus eichwaldi* نیز در سواحل دریای خزر گزارش شده است. هرچند صید و صادرات شاه میگو آب شیرین از تالاب انزلی شروع گردیده است، ولی در حال حاضر تنها منبع صید و صادرات آن دریاچه مخزنی پشت سد ارس می‌باشد که از سال ۱۳۷۶ صادرات آن به برخی از کشورهای اروپایی توسط شرکت‌های خصوصی صورت می‌گیرد (Karimpour و Harlioğlu، ۲۰۱۱).

براساس تحقیقات انجام شده در مجموع سه خانواده شاه میگو آب شیرین در دنیا وجود دارد که خانواده *Astacidae* بومی منطقه آسیای غربی است (Crandall و همکاران، ۲۰۰۸). براساس گزارش‌های موجود گونه شاه میگو آب شیرین موجود در ایران *A. leptodactylus* شناسایی شده است. رنگ بدن این موجود قهوه‌ای تیره متمایل به سبز یا طیف‌هایی از لکه‌های تیره دارد. جفت اول پا‌های سینه‌ای تبدیل به چنگک شده که باریک است و انبرکی باریک و نوک تیز دارد که حداکثر طول آن به ۱۵ سانتی‌متر می‌رسد. شاه میگو آب شیرین در آب‌های شیرین و لب‌شور زندگی نموده و بهترین تغییرات میزان شوری برای این گونه ۱۴-۴ گرم در لیتر می‌باشد. جمعیت جوان به شوری کم‌تر از ۴ گرم در لیتر حساس هستند ولی تغییرات شوری بر میزان بقا و رشد بزرگ‌ترها تأثیری ندارد (کریم‌پور و همکاران، ۱۳۷۰). تاکنون مطالعه جامع مورفولوژیکی و مورفومریستیکی درخصوص جمعیت‌های شاه میگو سد ارس صورت نگرفته است. لذا جهت مطالعات جمعیتی بررسی‌های مورفولوژیکی بسیار ضروری به‌نظر می‌رسند. یکی از روش‌هایی که تفاوت‌های بین گونه‌های خرچنگ‌های آب‌شیرین را مشخص می‌کند بررسی زیست‌سنجی آن‌هاست. از همین فن‌آوری در تجزیه و تحلیل‌های زیست‌سنجی بر روی گونه *Astacus leptodactylus* برای اندازه‌گیری اندازه بدن و مشخص کردن محصول گوشتی آن با موفقیت استفاده شده است (Köksal، ۱۹۸۷). از روش‌های بررسی ریخت‌سنجی، شمارش و بررسی خارها و زاوئد بدنی موجودات می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶). در تحقیق انجام شده توسط Maguire و همکاران (۲۰۰۳)، خارهای ۴ قسمت از بدن به‌عنوان

ایستگاه نمونه برداری مورد نظر، مقدار مناسبی طعمه (ماهی مرده) داخل تور صید قرار داده و پس از این که تقریباً یکصد (۱۰۰) عدد از تورهای دامی به هم متصل شدند، در کف دریاچه در هر ایستگاه رهاسازی شدند. زمان تله گذاری ساعت ۶-۵ صبح و جمع آوری آن‌ها همان روز ۲ ساعت قبل از غروب آفتاب بود. نمونه گیری به روش خوشه‌ای (Cluster sampling) و تصادفی انجام گرفت. از هر ایستگاه به تعداد ۲۴ نمونه، و در مجموع ۷۲ نمونه صید شده و به صورت زنده به آزمایشگاه انتقال داده شد. لازم به ذکر است در نمونه برداری برای رعایت سن یکسان شاه میگوهای صید شده سعی شد نمونه‌هایی در محدوده وزنی 50 ± 5 گرم در تمامی ایستگاه‌ها برای مطالعه استفاده شود. این ۳ ایستگاه به ترتیب شامل:

ایستگاه اول: سه چشمه، ورودی دریاچه به حساب می‌آید. مابین قنبرکندی و قزل قشلاق، آب این بخش کم عمق تر و گرم تر است. که دارای طول جغرافیایی $45^{\circ}9'38''/92''$ و عرض جغرافیایی $39^{\circ}12'82''/56''$ می‌باشد. عمق این ناحیه به صورت متوسط ۱۲ متر، میزان نیتروژن ۴ میلی گرم در لیتر، فسفات ۰/۱ میلی گرم در لیتر، سختی کل ۳۸۰ میلی گرم در لیتر، کلروفیل ۱۶ میلی گرم در لیتر با اسیدیته ۷/۵ بود.

ایستگاه دوم: باغ سیب، مابین قزل قشلاق و بایرام پمپی، وسط دریاچه و مشرف به شهر نخجوان است، فاضلاب شهر نخجوان به این منطقه تخلیه می‌شود، هم چنین پسماندهای کشاورزی شهرک ارس در این ناحیه وارد آب می‌شود. این ایستگاه دارای طول جغرافیایی $45^{\circ}16'43''/58''$ و عرض جغرافیایی $39^{\circ}10'48''/16''$ می‌باشد. عمق این ناحیه به صورت متوسط ۱۸ متر، میزان نیتروژن ۹ میلی گرم در لیتر، فسفات ۰/۱ میلی گرم در لیتر، سختی کل ۴۰۰ میلی گرم در لیتر، کلروفیل ۹/۷۵ میلی گرم در لیتر با اسیدیته ۸/۳ بود.



شکل ۱: نقشه هوایی محل نمونه برداری

شاخص در بین جمعیت‌های شاه میگو آب شیرین اروپا مورد بررسی قرار گرفت. این خارها شامل خارهای موجود در شیار گردنی، خارهای موجود در دم، خارهای روی بند سوم پاهای فکی سوم و خارهای بند اول شکمی بود که نتایج حاصل نشان دهنده اختلافات آماری بین جمعیت‌های تحت مطالعه بود. در دیگر مطالعه‌ای که بر روی جنس‌های موجود در اروپا انجام گرفت بررسی‌های ریخت‌شناسی توانست برای مقایسه دو گونه *A. astacus* و *Austropotamobius pallipes* به کار برود. در این کار ۲۲ صفت ریختی از بخش‌های مختلف بدن از نظر طول و ارتفاع، اندازه عرضی قسمت‌های مختلف بدن و در آخر اندازه خمیدگی موجود در کنار کاسه سنگ محاسبه گردید (Sint و همکاران، ۲۰۰۵).

مواد و روش‌ها

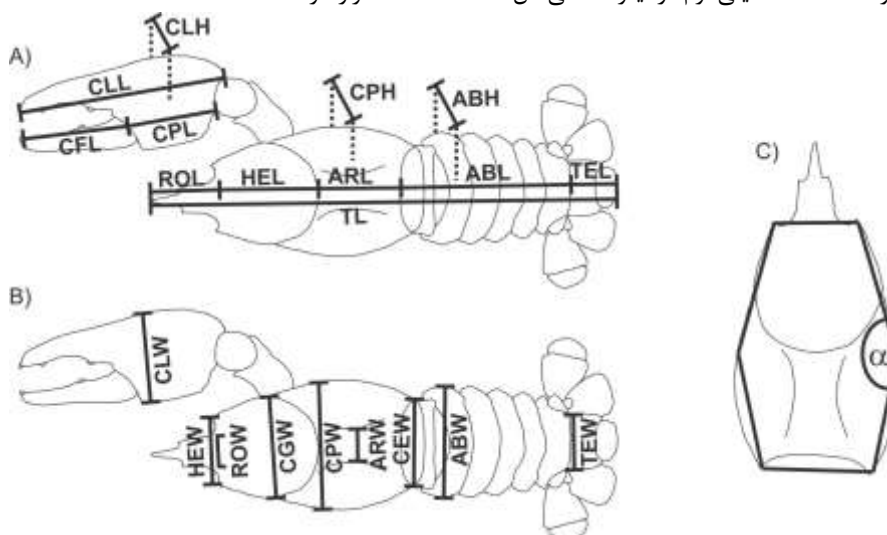
نمونه برداری: با توجه به اختلافات اقلیمی و اکولوژیک نواحی مختلف دریاچه مخزنی پشت سد ارس ۳ ایستگاه نمونه برداری مشخص شد (شکل ۱). این ایستگاه‌ها بر اساس نقاط ورود آب از رودخانه، عمق و آلودگی ناشی از ورود فاضلاب‌های صنعتی و شهری به رودخانه و با رعایت فواصل قابل قبول تعیین شد. مسئله قابل توجه ممنوعیت صید در فصول جفت گیری و تکثیر شاه میگو آب شیرین دریاچه مخزنی سد ارس بود که همه ساله بسته به مطالعات ارزیابی ذخایر این موجود که توسط موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام می‌شود از اواخر آذرماه شروع و تا اواخر خرداد ماه سال بعد ادامه می‌یابد. البته لازم به ذکر است که در این مقاطع زمانی با هماهنگی اداره کل شیلات استان آذربایجان غربی نمونه برداری طبق برنامه ریزی انجام شده صورت گرفت. پس از عزیمت به دریاچه مخزنی ارس و قرار گرفتن در



میلی گرم در لیتر، کلروفیل ۱۰/۵۱ میلی‌گرم در لیتر با اسیدیته ۷/۹ بود.

بررسی‌های ریختی: در این مرحله ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی نمونه‌ها براساس دستورالعمل Sint و همکاران (۲۰۰۵) (شکل ۲) و Maguire و همکاران (۲۰۰۳) مورد بررسی قرار گرفتند.

ایستگاه سوم: نزدیک‌ترین ایستگاه به تاج سد، معروف به ناحیه بایرام پمپی، دارای عمق زیاد و آب تمیز، منطقه تقریباً بکر سد مخزنی ارس این ناحیه نیز دارای طول جغرافیایی ۳۹°۷′۲۸/۱۰ و عرض جغرافیایی ۴۵°۲۲′۵۷/۵۹ و عمق این ناحیه به صورت متوسط ۲۲ متر، میزان نیتروژن ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، فسفات ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر، سختی کل ۳۸۰



شکل ۲: ۲۶ صفت مهم ریخت‌شناسی شاه میگو آب شیرین که در تحقیق ارزش‌گذاری خواهند شد. این نواحی اندازه‌گیری شامل (۱) ارتفاع شکم (ABH)، (۲) طول شکم (ABL)، (۳) عرض شکم (ABW)، (۴) طول شیار پشتی کاسه سنگ (ARL)، (۵) عرض شیار پشتی کاسه سنگ (ARW)، (۶) عرض لبه انتهایی کاسه سنگ (CEW)، (۷) طول انگشت چنگالی چپ (CFL-L)، (۸) طول انگشت چنگالی راست (CFL-R)، (۹) عرض شیار گردنی (CGW)، (۱۰) ارتفاع چنگال چپ (CLH-L)، (۱۱) ارتفاع چنگال راست (CLH-R)، (۱۲) طول چنگال چپ (CLL-L)، (۱۳) طول چنگال راست (CLL-R)، (۱۴) عرض چنگال چپ (CLW-L)، (۱۵) عرض چنگال راست (CLW-R)، (۱۶) ارتفاع کاسه سنگ (CPL)، (۱۷) طول کف چنگال چپ (CPL-L)، (۱۸) طول کف چنگال راست (CPL-R)، (۱۹) عرض کاسه سنگ (CPW)، (۲۰) طول سر (HEL)، (۲۱) عرض سر (HEW)، (۲۲) طول خار (ROL)، (۲۳) عرض خار (ROW)، (۲۴) طول دنباله شنا (TEL)، (۲۵) عرض دنباله شنا (TEW)، (۲۶) طول کلی (TL).

(۲) تعداد خارهای موجود در بند میانی در پاهای فکی سوم (Number of spines behind the merus of third maxilliped)

(۳) تعداد خارهای موجود در لبه اولین بند شکمی (Number of spines on the first abdominal plaura)

(۴) تعداد خارهای موجود در دو طرف دنباله شنا (Telson) (Maguire و همکاران، ۲۰۰۳).

آنالیز آماری: از بسته نرم‌افزاری SPSS، آنالیز آماری One Way ANOVA و تست Duncan برای مقایسه اختلاف آماری واریانس‌ها در سطح $p < 0/05$ استفاده شد. برای بررسی جمعیتی اختلافات نمونه‌های ۳ ایستگاه، در مجموع برای تمامی فاکتورهای ریختی مورد مطالعه از آنالیز جمعیتی canonical discriminant function (DA) استفاده شد.

رابطه ۱: محاسبه انحنا موجود در کاسه سنگ زاویه (α) Sint و همکاران، (۲۰۰۵):

$$\alpha = \text{Arctan} \left(\frac{2 \times \text{HEL}}{\text{CPW} - \text{HEW}} \right) + \text{Arctan} \left(\frac{2 \times \text{ARL}}{\text{CPW} - \text{CEW}} \right)$$

بررسی‌های ریخت‌شناسی توسط کولیس دیجیتال ۴۰ سانتی‌متری Mitutoyo ژاپن و با اندازه‌گیری ۲۶ صفت ریختی صورت پذیرفت (شکل ۲). اندازه زاویه آلفا (α) ، زاویه آلفا به انحنا موجود در کاسه سنگ گفته می‌شود. در بررسی ریخت‌سنجی نیز خارهای موجود در چهار ناحیه شمرده می‌شود. تمام بررسی‌های ریخت‌سنجی در دو سمت بدن انجام می‌شود:

(۱) تعداد خارهای موجود در پشت شیار گردنی در هر دو طرف چپ و راست (Number of spines behind the cervical groove)

نتایج

آماري جمعیتی (DA) canonical discriminant function براساس تابع ممیزی ۱ این سه جمعیت ۸۶/۱٪ از هم جدایی جمعیتی نشان دادند. در این جدایی صفتهای ROL, TEL, ABH, CLW (Left), CLH (Left) بیشترین نقش را داشتند (شکل ۳). محاسبه ناحیه کاسه سنگ در زاویه آلفا و آنالیز آماری آن نشان داد که فقط جمعیت ایستگاه ورودی دریاچه با بقیه ایستگاهها اختلاف آماری دارد ($p < 0.05$).

بررسی‌های ریختی انجام شده بر روی جمعیت‌های صید شده از ۳ ایستگاه مختلف سد ارس نشان‌دهنده اختلافات جمعیتی در بین این نمونه‌ها بود که می‌تواند در ارتباط با ویژگی‌های اکولوژیک نواحی مختلف دریاچه دسته‌بندی شود. این بررسی اگرچه در آنالیز آماری ANOVA توانست تنها اختلافات آماری بین تعدادی از صفتهای مورد بررسی را نشان دهد لیکن در آنالیز

جدول ۱: میانگین پارامترهای مورد مطالعه در ۷۲ نمونه از شاه‌میگوهای آب شیرین صید شده از ۳ ایستگاه نمونه‌برداری

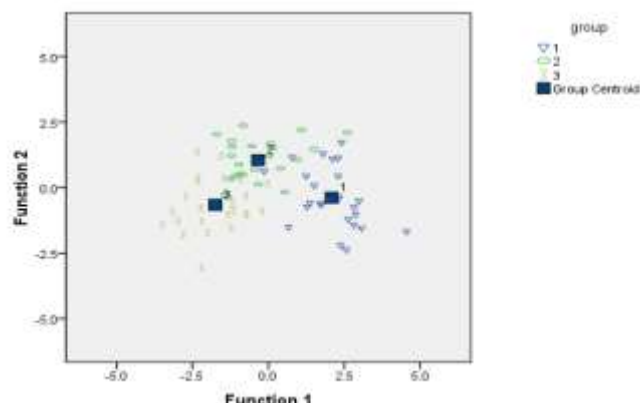
ایستگاه سوم	ایستگاه دوم	ایستگاه اول	صفات مورد بررسی
۱۸/۰۱±۲/۲۹b	۱۸/۷۹±۲/۴۱ab	۲۰/۰۶±۴/۸۱a	ارتفاع شکم (ABH)
۴۴/۶۴±۴/۵۱a	۴۵/۳۷±۳/۳۱a	۴۴/۹۰±۳/۹۷a	طول شکم (ABL)
۲۹/۰۰±۴/۷۲a	۳۰/۳۵±۴/۸۳ a	۲۸/۲۷±۴/۸۷a	عرض شکم (ABW)
۲۰/۴۸±۲/۱۸a	۲۱/۵۹±۲/۷۳a	۲۱/۳۴±۱/۹۸a	طول شیار پشتی کاسه سنگ (ARL)
۸/۴۳±۱/۰۰a	۸/۳۰±۱/۲۳a	۸/۴۳±۰/۸۰a	عرض شیار پشتی کاسه سنگ (ARW)
۲۱/۳۱±۱/۶۸a	۲۲/۳۳±۲/۲۶a	۲۱/۸۲±۱/۷۰a	عرض لبه انتهایی کاسه سنگ (CEW)
۲۳/۵۲±۵/۹۶a	۲۵/۱۱±۹/۴۴a	۲۲/۸۴±۶/۱۰a	طول انگشت چنگالی چپ (CFL-L)
۲۲/۳۱±۷/۹۳b	۲۷/۱۰±۷/۴۷a	۲۳/۳۰±۵/۱۹ab	طول انگشت چنگالی راست (CFL-R)
۲۳/۹۷±۲/۳۲a	۲۴/۸۲±۲/۸۷a	۲۳/۴۶±۱/۸۸a	عرض شیار گردنی (CGW)
۸/۶۸±۱/۹۲a	۸/۰۶±۲/۸۳a	۷/۶۲±۲/۳۰a	ارتفاع چنگال چپ (CLH-L)
۷/۷۴±۲/۶۳a	۸/۶۹±۲/۰۳a	۷/۶۴±۲/۴۷a	ارتفاع چنگال راست (CLH-R)
۴۱/۹۲±۹/۲۱a	۴۲/۴۲±۱۵/۶۲a	۳۸/۲۳±۱۰/۳۴a	طول چنگال چپ (CLL-L)
۴۰/۰۰±۱۳/۱۰ab	۴۶/۱۳±۱۲/۲۲b	۳۸/۸۰±۸/۳۸a	طول چنگال راست (CLL-R)
۱۵/۸۰±۳/۰۳a	۱۵/۲۵±۵/۲۶a	۱۳/۴۴±۴/۲۳a	عرض چنگال چپ (CLW-L)
۱۴/۴۰±۴/۶۱ab	۱۶/۵۱±۳/۵۹b	۱۳/۷۴±۴/۱۱a	عرض چنگال راست (CLW-R)
۲۷/۸۴±۲/۸۶a	۲۹/۹۰±۳/۱۸a	۲۷/۳۸±۲/۴۷a	ارتفاع کاسه سنگ (CPH)
۱۲/۲۶±۲/۹۴a	۱۲/۱۲±۴/۲۰a	۱۱/۰۶±۳/۰۴a	طول کف چنگال چپ (CPL-L)
۱۱/۴۰±۳/۷۳a	۱۳/۲۵±۳/۲۴a	۱۱/۳۵±۲/۲۷a	طول کف چنگال راست (CPL-R)
۳۰/۶۲±۳/۱۸b	۳۲/۶۷±۳/۳۸a	۳۱/۲۹±۲/۱۷ab	عرض کاسه سنگ (CPW)
۲۴/۰۶±۲/۸۶a	۲۳/۶۹±۲/۵۸a	۲۲/۳۴±۱/۷۲a	طول سر (HEL)
۱۶/۱۴±۲/۷۶b	۱۷/۷۶±۲/۴۳a	۱۸/۴۱±۱/۷۲a	عرض سر (HEW)
۱۵/۷۳±۲/۰۰a	۱۶/۶۰±۱/۸۳a	۱۶/۴۳±۳/۹۹a	طول خار (ROL)
۸/۳۱±۰/۷۱a	۸/۴۶±۰/۹۴a	۸/۳۴±۱/۱۲a	عرض خار (ROW)
۱۵/۱۸±۱/۴۶a	۱۶/۱۷±۱/۹۰a	۱۶/۰۳±۱/۴۹a	طول دنباله شنا (TEL)
۱۴/۱۷±۱/۳۶b	۱۴/۹۳±۱/۴۰ab	۱۵/۱۱±۱/۱۹a	عرض دنباله شنا (TEW)
۱۱۵/۱۶±۱۰/۰۴a	۱۱۹/۹۰±۹/۷۴a	۱۱۷/۶۴±۸/۶۵a	طول کلی (TL)
۴۶/۰۸±۱۳/۹۱a	۵۲/۸۳±۱۵/۳۲a	۴۷/۱۷±۸/۳۹a	وزن (Weight)
۱/۱۷±۰/۳۸a	۱/۳۵±۰/۴۹a	۱/۴۲±۰/۵۰a	خارهای موجود در پشت شیار گردنی چپ (BCG-L)
۱/۰۸±۰/۲۸a	۱/۲۲±۰/۴۲a	۱/۲۹±۰/۴۶a	خارهای موجود در پشت شیار گردنی راست (BCG-R)
۱/۰۰±۰/۰۰a	۱/۰۰±۰/۰۰a	۱/۰۰±۰/۰۰a	خارهای موجود در بند میانی پاهای فکی چپ (MTM-L)
۱/۰۰±۰/۰۰a	۱/۰۰±۰/۰۰a	۱/۰۰±۰/۰۰a	خارهای موجود در بند میانی پاهای فکی راست (MTM-R)
۱/۸۸±۰/۴۵a	۱/۸۲±۰/۷۲a	۱/۸۳±۰/۳۸a	خارهای موجود در طرف چپ دنباله شنا (TEL-L)
۱/۸۳±۰/۳۸a	۱/۷۰±۰/۴۷a	۱/۸۳±۰/۳۸a	خارهای موجود در طرف راست دنباله شنا (TEL-R)
۱۴۳/۷۵±۶/۳۲b	۱۴۳/۵۸±۴/۷۳b	۱۴۷/۰۷±۴/۴۵a	زاویه آلفا (α°)

• اعداد در ردیف با حروف لاتین یکسان فاقد اختلاف آماری هستند ($p > 0.05$).





شکل ۴: نمونه شاه میگو آب شیرین دریاچه مخزنی سد ارس



شکل ۳: Canonical Discriminant Function (DA) مربوط به ۳ جمعیت مختلف شاه میگوی آب شیرین سد ارس. گروه ۱ (ورودی دریاچه)، گروه ۲ (باغ سیب) و گروه ۳ (تاج سد) می‌باشد. در این شکل محور افقی (Function ۱) شامل صفات رول، تیل، ایل، کلول، تی، هل، سی، سیل و محور عمودی (Function ۲) شامل بقیه صفات ریخت‌سنجی می‌باشد.

با استفاده از چنین شاخص‌هایی جمعیت‌های شاه‌میگوی کشور ترکیه *A. leptodactylus* در آب‌های داخلی مورد بررسی قرار گرفته بود. Deniz و همکارانش (۲۰۱۳) ارتباط بین طول کلی، طول کاسه سنگ، طول چنگ، طول شکم و وزن کلی را در این جنس در ۳ رودخانه، سه دریاچه مخزنی و سایر دریاچه‌ها را بررسی کرده و ارتباطات آماری مابین پیکربندی جمعیتی و برخی از این شاخص‌ها پیدا نمودند. Pârvolescu (۲۰۱۰) نیز در رودخانه آنیامتس کشور سوئد، جنبه‌های زیستی دو جنس *A. astacus* و *Austropotamobius torrentium* را بررسی نمود. جمعیت‌های مورد بررسی به‌طور دقیق در سه ایستگاه مشخص شده به نام‌های Nera و Caras و Bârzaوا پراکنده نشده بودند. بنابراین از طریق آنالیزهای تشخیصی پارامترهای اندازه‌گیری شده قادر به شناسایی چندین ویژگی قابل تایید برای بررسی تمایزات دو گونه در حوضه‌های هیدروگرافیک بودند، نمونه‌های به‌دست آمده سپس تحت آنالیزهای ANOVA قرار گرفتند. این مطالعه تفاوت‌های چشمگیری بین جمعیت‌های *Austropotamobius torrentium* بین دو حوضه Nera و Caras نشان داد. این نتایج نشان داد جمعیت *A. astacus* در حوضه Caras به‌طور قابل ملاحظه با جمعیت حوضه Barzaوا متفاوت است. درحالی‌که تفاوت‌های ریختی بین دو جنس مشخص است، این تفاوت‌ها در هر دو جنس قابل رویت و مشخص بوده و در سطح چنگ‌ها، طول پاهای حرکتی، طول انبرک متحرک و عرض چنگ‌ها یافت می‌شود. این تفاوت بین جنس‌ها در گونه *A. astacus* نسبت به *A. torrentium* بسیار چشم‌گیرتر است.

بحث

مورفولوژی حیوانات به عنوان بازتابی از تنوع ژنتیکی و سازگاری آن‌ها با محیط است (Scotland و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین از معیارهای فنوتیپی می‌توان برای مشخص کردن جمعیت‌های بومی شاه میگو استفاده می‌شود (Holdich و Reve، ۱۹۸۸) در یک تحقیق ۲۱ صفت مورفولوژیکی برای بررسی جمعیت شاه میگوی آب شیرین جمع آوری شد. این ویژگی‌های پیش از این برای بررسی ۲۵ ایستگاه در استرالیا و ایتالیا استفاده شده بود. در این بررسی برای به‌دست‌آوردن ساختار جمعیتی بر اساس شباهت‌های مورفولوژیکی بین و درون گونه شاه میگوهای (*stone crayfish*) *A. torrentium* و *A. astacus* (*Noble crayfish*) و *Austropotamobius pallipes* (*white clawed crayfish*) از آنالیزهای شاخه‌های وراثتی استفاده شد (Sint و همکاران، ۲۰۰۷). مطابق با نتایج حاصل از تحقیق حاضر پیش از این نتایج اولیه آنالیزهای چند تنوعی، بر روی برخی پارامترهای ریختی جمعیت‌های *A. astacus* و *A. pallipes* نیز نشان داده بود که نوعی همبستگی مثبت در مورفولوژی کاسه سنگ در بین نمونه‌ها وجود دارد. نتایج این تحقیق در خصوص رابطه پست اوربیتال (واقع در پشت کاسه چشم) طولی - عرضی کاسه سنگ و انحنا کاسه سنگ نشان داد استفاده از چنین شاخص‌هایی می‌تواند در بررسی مشخصات خاص افراد جمعیت‌هایی که به دلایل مختلف دچار جدایی‌های جمعیتی طولانی مدت شدند و به محیط جدید سازگار شدند کاربرد داشته باشد (Sint و همکاران، ۲۰۰۵).



رودخانه آن به نظر می‌رسد این دریاچه دارای پیچیدگی‌های اکولوژیکی است. آنچه به‌عنوان تکامل اکولوژیک (آلوپارتیکی) در اغلب سخت‌پوستان گزارش شده است (Mathews و همکاران، ۲۰۱۰)، پیچیدگی‌های اکولوژیک و نوسانات پارامترهای فیزیکی شیمیایی محیط زندگی یکی از عوامل تشدیدکننده تغییر دریافت ژنتیکی و انتخاب جمعیت در یک ناحیه می‌باشد (Genhua و همکاران، ۲۰۱۰). بدین ترتیب پیش‌بینی می‌شود در اثر تغییرات اقلیمی شدید در طول سال و نوسانات آن در یک ناحیه (نتایج ارائه شده در جدول ۲ براساس مطالعه محسن پور و همکاران، ۱۳۹۲) احتمال سازش جمعیتی نیز سال‌های آینده بیش‌تر شده و امکان استفاده از نشانگرهای ژنتیکی برای شناسایی این جمعیت‌ها نیز بیش‌تر ممکن خواهد بود. بدین ترتیب می‌توان در چنین نواحی به تغییر فرکانس آلی در طول زمان امیدوار بود که می‌تواند دلیل اصلی تفاوت‌های فنوتیپی و مورفولوژیکی نمونه‌های تحت بررسی و نیز وجود جمعیت‌های مختلف شاه میگو آب شیرین در این سد باشد که نیازمند مطالعات بیش‌تر ژنوتیپی و فنوتیپی می‌باشد. این بررسی با استفاده از نشان‌گرهای ریخت‌سنجی نشان داد که احتمال وجود چندین جمعیت جدید از شاه میگو آب شیرین در نواحی مختلف سد ارس وجود دارد.

براساس نتایج حاصل از بررسی‌های آماری مابین نمونه‌های صید شده از ۳ ناحیه مختلف دریاچه مخزنی سد ارس اختلاف آماری بین نمونه‌های این ۳ ایستگاه وجود داشت، که این اختلافات می‌تواند در اثر جدایی جمعیتی و اثرات متفاوت اکولوژیکی آن ایستگاه بروی جمعیت مورد نظر شود که در نهایت در اثر سازش با محیط باعث کسب ویژگی‌های ظاهری متفاوت می‌شود.

با توجه به این‌که تغییر ویژگی‌های اکولوژیک محیط می‌تواند موجب تغییر در ویژگی‌های مورفولوژیک، ارزش غذایی، رفتارهای متفاوت تولید مثلی و نهایتاً تغییرات جمعیتی وسیع شود لذا توسعه بررسی‌های ریخت‌سنجی برای تشخیص فنوتیپ‌ها در شاه میگو آب شیرین می‌تواند ارزش کاربردی داشته و در شناسایی و مدیریت ذخایر اقتصادی این موجود مفید باشد.

نتایج تحقیق حاضر و آنالیزهای انجام شده بر روی جمعیت‌های شاه میگو آب شیرین سد ارس نشان‌دهنده وجود جمعیت‌هایی متفاوتی از این موجود در سد ارس بود. در این بررسی مشخص شد که برخی فاکتورهای ریخت‌سنجی همانند طول انگشت چنگالی راست، طول چنگال چپ و راست، عرض سر، کاسه سنگ و دنباله شنا و نهایتاً زاویه آلفا نقش بسیار مهم‌تری در این جدایی جمعیتی ایفا می‌کنند. براساس تحقیقات انجام شده مشخص شده است که توزیع گونه‌های شاه میگو آب شیرین طبیعتاً با شرایط هیدروگرافی پیکربندی می‌شود که جریان ژنی را بین جمعیت‌های آب‌های مختلف محدود می‌کند (García-Arberas و Rallo، ۲۰۰۲). این پیکربندی نقش بسیار مهمی در تشکیل جمعیت‌های شاه میگوهای آب شیرین دارا می‌باشد. در اغلب مطالعات جمعیتی، جمعیت‌شناسی گونه‌های آب شیرین، به‌ویژه در آب‌زان، شکل‌بندی ژنتیکی قابل قبول، در میان بسیاری از جمعیت‌های موجود در زیستگاه‌هایی با ویژگی‌های زیر مشاهده می‌شود: ۱- زیستگاه‌های منفک از هم مثل سیستم‌های رودخانه‌های مختلف. ۲- دریاچه‌های مجزا که دارای فاصله جغرافیایی زیاد از همدیگر هستند. ۳- زیستگاه‌هایی که موانع جغرافیایی بین آن‌ها وجود دارد (Nei و همکاران، ۱۹۷۹). پیش از این گزارش شده بود که وجود مشخصات مورفومریستیک ویژه شامل خارهای متعدد و مشخص در پشت خط شیار گردنی در طرفین کاراپاس و روی اولین پای حرکتی در نمونه‌های سد ارس نسبت به نمونه‌های تالاب انزلی از ویژگی‌های ظاهری این آبی در منطقه ارس می‌باشد که آن را از نظر مریستیکی نسبت به نمونه‌های انزلی مشخص می‌نماید (کریم پور و همکاران، ۱۳۷۰). در بررسی به‌عمل آمده از نظر میانگین، طول شاه میگوهای ۲ زیستگاه شیجان و سیاه‌دریشان (ایستگاه‌های مورد بررسی تالاب انزلی) دارای تفاوت‌های معنی‌داری بودند. این مطالعه نیز نشان داد که تفاوت مورفومریستیکی بین جمعیت‌های تالاب انزلی مشاهده نمی‌شود. مطالعات تکمیلی بعدی نشان دادند که جمعیت موجود در زیستگاه‌های تالاب دارای اختلاف مورفومریستیکی با جمعیت سد ارس می‌باشند. به‌نظر می‌رسد که این تفاوت ناشی از شرایط اکولوژیک دریاچه سد ارس (دما و تغذیه و...) می‌باشد که دارای تفاوت‌های بسیار زیادی با تالاب انزلی می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۴). در تحقیق حاضر نیز ویژگی‌های طول انگشت چنگالی راست، طول چنگال چپ و راست، عرض سر، کاسه سنگ و دنباله شنا و نهایتاً زاویه آلفا به‌عنوان شاخص در این جدایی جمعیتی معرفی شدند. براساس ویژگی‌های اقلیمی مشاهده شده و گزارش شده از سد ارس و



جدول ۲: پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در دریاچه سد ارس

پارامتر	مناطق و فصول			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
دمای هوا (Air Temp. (°C))	۳۰	۳۲	۱۵	۶
دمای آب (Water temp. (°C))	۱۶	۲۵	۱۴	۵
اسیدیته (pH)	۷/۳	۸/۵	۸/۴	۸/۴
هدایت الکتریکی (E _c (μs/sm))	۱۸۱	۲۲۹	۲۵۹	۵۹۱
کل مواد جامد محلول (TDS (ppm))	۱۲۸	۱۵۱	۱۷۸	۵۹۲
درصد اکسیژن (% O _۲)	۱۰۱	۸۷	۱۱۰	۱۲۱
اکسیژن محلول در آب (Do (ppm))	۷/۹۶	۶/۰۶	۱۰/۷	۱۴/۴
نرخ مصرف اکسیژن در داخل آب (BOD (mg/l))	۱/۹	۲/۶	۵/۸	۸/۸
نیتريت (NO _۲ (ppm))	—	۰/۱۴	۰/۳	۰/۲۱
نیترات (NO _۳ (ppm))	۷/۰	۵/۳	۱۲	۱۹
آمونیاک (NH _۳ (ppm))	۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۳۶	۰/۲۰
نیتروژن کل (TN (ppm))	۱/۱۳	۱/۴۷	۳/۲۸	۴/۱۶
فسفر کل (TP (ppm))	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۴
کلسیم (Ca (ppm))	۱۲	۲۹	۵۶	۶۳
منیزیم (Mg (ppm))	۶۶	۵۹	۶۷	۶۱
سیلیسیم دی اکسید (SiO _۲ (ppm))	۱/۹۴	۱/۷۷	۱/۹۰	۱/۷۲
سختی (Hardness (ppm))	۳۰۲	۳۱۶	۴۱۳	۴۱۱
کلروفیل (Chl-a (μg l ^{-۱}))	۷/۱۴	۸/۲۹	۴/۹۱	۶/۰۲

management and exploitation. Croom Helm, London. pp: ۱۱-۵۲.

۱۰. Karimpour, M.; Harlioğlu, M. and Aksu, Ö., ۲۰۱۱. Status of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*) in Iran, Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. Vol. ۴۰(۱), ۱۸۰ P.
۱۱. Köksal, G., ۱۹۸۷. Biometric analysis on the freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch. ۱۸۲۲) which is produce in turkey-relationship between the major body componenets and meat yield. A. D. Veteriner Fakültesi Su Drünleri, Balıkçılık ve Av Ha) "anları Kürsüsü.
۱۲. Maguire, I. and Dakić, L., ۲۰۱۱. Comparative analyses of *Astacus leptodactylus* morphological characteristic from Croatia and Armenia. Biologia. Vol. ۶۶, No. ۳, pp: ۴۹۱-۴۹۸.
۱۳. Mathews, L.M.; Schubart, C.D.; Neigel, J.E. and Felder, D.L., ۲۰۰۲. Genetic, ecological, and behavioural divergence between two sibling snapping shrimp species. Molecular ecol. Vol. ۱۱, pp: ۱۴۳۷-۱۴۳۷.
۱۴. Nei, M. and Li, W.H., ۱۹۷۹. Mathematical model for studing genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. sci. w.s.a. Vol. ۷۶, pp: ۵۲۶-۵۲۷.
۱۵. Pârvolescu, L., ۲۰۱۰. Comparative biometric study of crayfish population in the ANINA Mountains (sw Romania). Bolya, biologia. Vol. ۱, pp: ۳-۱۵.
۱۶. Rallo, A. and García-Arberas, L., ۲۰۰۲. Differences in abiotic water conditions between fluvial reaches and crayfish fauna in some northern rivers of the Iberian Peninsula. Aquatic Living Resources. Vol. ۱۵, No. ۲, pp: ۱۱۹-۱۲۸.
۱۷. Sint, D.; Dalla Via, J. and Fureder, L., ۲۰۰۷. Phenotypic characterization of indigenous freshwater crayfish populations. Journal of Zoology. Vol. ۲۷۲, pp: ۲۱۰-۲۱۹.
۱۸. Sint, D.; Dalla Via, D.J. and Fureder, L., ۲۰۰۵. Morphological variations in *Astacus astacus* L. and *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) populations. Bull. Fr. Pêche Piscic. Vol. ۳۷۱, pp: ۱۳۷-۱۵۲.
۱۹. Scotland, R.W.; Olmstead, R.G. and Bennett, J.R., ۲۰۰۳. Phylogeny reconstruction: the role of morphology. Systematic Biology. pp: ۵۳۹-۵۴۸.
۲۰. Thomas, P. and Romer, J., ۲۰۰۱. Will *Astacus leptodactylus* displace *Astacus astacus* and *Austropotamobius torrentium* in lake Ageri, Switzerland? Auatic science. Vol. ۶۳, pp: ۴۷۷-۴۸۱.

منابع

۱. برداران نویری، ش.، ۱۳۸۰. مقایسه طولی و وزنی شاه میگو آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) در ۲ زیستگاه دریای خزر و دریاچه سد ارس. پژوهش و سازندگی. شماره ۱۴، صفحات ۹۴ تا ۹۷.
۲. کریم پور، م.؛ حسین پور، ن. و حقیقی، د.، ۱۳۷۰. خرچنگ آب شیرین تالاب انزلی. مجله آبیان. شماره ۱۴، صفحات ۶ تا ۱۳.
۳. طاهرگورابی، ر.، ۱۳۸۲. خرچنگ دراز آب شیرین. چاپ اول، انتشارات نسل نیکان. ۱۲۷ صفحه.
۴. محسن پور، ع.؛ محبی، ف.؛ مطلبی، ع. و اسدپور، ی.، ۱۳۹۲. تاثیر عوامل محیطی حاکم بر رودخانه و دریاچه سد ارس در رشد و نمو خرچنگ دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات آرمیای کشور. ۱۸۵ صفحه.
۵. محمدی، غ.ج.؛ کیوان، ا.؛ وثوقی، غ.ج. و متین فر، ع.، ۱۳۸۶. مقایسه مشخصات میریستیک شاه میگو آب شیرین زیرگونه *Astacus leptodactylus* در زیستگاه های تالاب انزلی و سد ارس. پژوهش و سازندگی امور دام و آبیان، شماره ۷۵، صفحات ۱۷۱ تا ۱۸۰.
۶. Crandall, K.A. and Buhay, J.E., ۲۰۰۸. Global diversity of crayfish (Astacidae, cambridea, and parastacidae Decapoda) in freshwater crayfish. Hydrobiologia. Vol. ۵۹۵, pp: ۲۹۵-۳۰۱.
۷. Dniz, T.; Aydın, H. and Ates, C., ۲۰۱۳. A study on some morphological characteristics of *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz ۱۸۲۳) in seven different inland waters in Turkey. J. Black Sea/Mediterranean Environment. Vol. ۱۹, No. ۲, pp: ۱۹۰-۲۰۵.
۸. Genhua, Y.; Jiale, L.; Zhiyi, B.; Chungming, W. and Felicia, F., ۲۰۱۰. Genetic diversity and population structure of the invasive alien red swamp crayfish. Biological Invasions. Vol. ۱۲, pp: ۲۶۹۷-۲۷۰۶.
۹. Holdich, D.M. and Reeve, I.D., ۱۹۸۸. Functional morphology and anatomy. Freshwater crayfish: Biology