

## با تأکید بر جنس *b* (Cytb) مطالعه تبارزادی سسک های جنوب ایران با استفاده از ژن سیتوکروم

Acrocephalus J. A. Naumann and J. F. Naumann, ۱۸۱۱

شهربانو اشتری<sup>۱\*</sup>، منصور علی آبادیان<sup>۲</sup>، امید میرشمسی کاخکی<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد رشته زیست شناسی گرایش بیوسیستماتیک، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۲- استاد، گروه زیست شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۳- استاد، گروه زیست شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

### چکیده

خانواده Acrocephalidae یکی از خانواده های فوق خانواده Sylvioidea است که شامل ۵ جنس *Acrocephalus*، *Hippolais*، *Iduna*، *Calamonastides* و *Nesillas* ۵۹ گونه در جهان می باشد و ۳ جنس *Acrocephalus*، *Hippolais* و *Iduna* ۱۴ گونه آن در ایران حضور دارند اما ارتباط بین آنها و سایر آرایه ها بحث برانگیز است. در واقع آلستروم و همکاران در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۶ با استفاده از دو ژن سیتوکروم *b* و میوگلوبین بر روی فوق خانواده Sylvioidea انجام دادند، نام خانواده Acrocephalidae را برای اعضای یکی از کلادهای مطالعه ای خود که شامل جنس های *Acrocephalus*، *Chloropeta* و *Hippolais* بود، پیشنهاد دادند. هدف این مطالعه بررسی تبارزایی جنس *Acrocephalus* و ارتباط آن با سایر اعضای خانواده Acrocephalidae می باشد. به این منظور، در این مطالعه ۴۳ نمونه گنجشک سان از ۱۳ ایستگاه در نیمه ای جنوبی ایران به دست آمد. این ایستگاه ها در هفت استان خوزستان، بوشهر، کرمان، هرمزگان، سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و یک ایستگاه در جنوب خراسان رضوی قرار داشتند. گونه ای نمونه های صید شده ابتدا توسط کلیدهای شناسایی تعیین شده و سپس ژن سیتوکروم *b* در نمونه های به دست آمده تکثیر و تعیین توالی شد. سپس به همراه سایر توالی های گرفته شده از بانک ژن توسط تحلیل بیژین بررسی شدند. سه درخت بیژین مربوط جنس های خانواده Acrocephalidae، گونه های جنس *Acrocephalus* و در نهایت درخت مربوط به تمام نمونه های صید شده در این مطالعه، رسم شد. در درخت خانواده تمام جنس ها، به جز جنس *Acrocephalus* تک نیا بودند. در درخت مربوط به جنس *Acrocephalus*، در تأیید مطالعات قبلی، گونه های این جنس در چهار زیر جنس قرار می گرفتند که دارای تأیید بالایی برای تک نیایی بودند. زیر جنس ها شامل *Acrocephalus* و *Calamocichla* که گروه های خواهری با هم بودند، و زیر جنس های *Notiocichla* و *Calamodus*. گونه ای *A. griseldis* جایگاه مشخصی نداشته و گونه ای *A. aedon* به این جنس تعلق ندارد؛ که یا باید در جنس *Iduna* قرار بگیرد و یا به عنوان گونه ای تک سنخی در جنس *Phragmaticola* قرار بگیرد.

کلید واژه ها: تبارزایی، جنس *Acrocephalus*، خانواده Acrocephalidae، زیر جنس، سیتوکروم *b*.

## ۱. مقدمه

پرندگان بخش مهمی از تنوع زیستی را تشکیل می دهند که در طول میلیون ها سال به شکل امروزی تکامل یافته اند. آرکئوپتریکس به عنوان جد اولیه پرندگان شناخته می شود که پس از آن گونه های وسیع پرندگان امروزی شکل گرفته اند. پرندگان در تمام بوم سازگان آبی و خشکی کره ی زمین نزدیک به ۱۰,۷۸۷ گونه ی موجود و ۱۵۸ گونه ی منقرض شده را تشکیل داده و از جمله متنوع ترین رده مهره داران زمین هستند (Gill et al., ۲۰۲۰; Groth and Barrowclough, ۱۹۹۰).

اولین تلاش ها برای تهیه فهرستی از زیای پرندگان ایران به زمان بلانفورد برمی گردد. او ۳۸۴ گونه پرنده را برای ایران شناسایی کرد (Blanford, ۱۸۷۶). نیکولای زارودنی ۷۱۶ گونه و زیرگونه را در بیش از ۵۰ مقاله و کتاب برای ایران شناسایی کرد (Zarudny, ۱۹۱۱). آخرین مطالعه درباره فون پرندگان ایران توسط کابلی و همکاران (۲۰۱۶) انجام شد که در آن ۵۳۴ گونه برای ایران گزارش شده است (Khaleghizadeh, ۲۰۱۷). نیمه ی جنوبی ایران شامل استان های هرمزگان، سیستان و بلوچستان، کرمان، بوشهر و خوزستان هستند که اطلاعاتی در مورد سسک های این منطقه در دست نیست و سعی بر این است که روابط تبارزایی این گروه از پرندگان در این بخش از ایران بررسی شود.

سسک های فوق خانواده Sylvioidea یکی از بزرگترین فوق خانواده های راسته گنجشک سانان را تشکیل می دهند و در سرتاسر دنیای قدیم از آسیا تا اروپا و آفریقا پراکنش وسیعی دارند. یکی از خانواده های آن Acrocephalidae می باشد که به سسک های تالابی یا Reed Warbler معروف هستند. اما تاکنون مطالعاتی اختصاصی روی گونه ها و زیرگونه های این خانواده در ایران صورت نگرفته است. بنابراین در این مطالعه قصد بر این است که با توجه به شباهت های ظاهری مطالعاتی بر روی سسک های منطقه جنوبی ایران انجام شود تا با کمک تحلیل های مولکولی ژن *cytb* گونه های سسک این منطقه به خصوص گونه های مربوط به جنس *Acrocephalus* شناسایی شده و روابط تبارزایی بین آنها و سایر جنس ها تعیین گردد.

بنابراین هدف این مطالعه بررسی روابط تبارشناختی سسک های منطقه جنوب ایران براساس مطالعات مولکولی با استفاده از ژن سیتوکروم b و با تأکید بر جنس *Acrocephalus* می باشد.

## ۲. مواد و روش ها

### محل و روش نمونه برداری

این پژوهش بر روی ۴۳ نمونه سسک از گونه ها و خانواده های مختلف، در ۱۳ ایستگاه مختلف واقع در استان های جنوبی و جنوب شرقی ایران (از جمله خوزستان، کرمان، بوشهر، سیستان و بلوچستان، خراسان رضوی و خراسان جنوبی) انجام شد. مختصات جغرافیایی و ارتفاع هر ایستگاه با دستگاه GPS ثبت گردید. ایستگاه ها شامل تالاب ها، پارک های ملی، روستاها و اراضی حفاظت شده بودند. نمونه برداری پرندگان عمدتاً در فصل بهار و تابستان صورت گرفت تا بیشترین تنوع گونه ای ثبت شود.

جهت زنده گیری پرندگان از تور مه (Mist-net) استفاده شد. پرنده های صید شده بلافاصله با استفاده از کلیدهای شناسایی ریختی تا گونه تشخیص داده شدند. از هر پرنده به میزان مناسب (حدود ۳۰ میکرولیتر) خون از سیاهرگ بال جمع آوری و در ویال های مخصوص حاوی محلول نگهدارنده قرار داده شد و در دمای ۲۰°- سانتی گراد تا زمان انجام مطالعات مولکولی نگهداری شدند. همچنین چند پر از پرهای کوچک پرنده برای مطالعات آتی در پاکت کاغذی و در دمای محیط نگهداری شد.

وسایل مورد استفاده شامل GPS برای مختصات یابی، دوربین دوچشمی برای رصد، دفتر و قلم برای ثبت داده ها، دستکش پارچه ای و پاکت کاغذی برای پر و ویال خون بود.

استخراج و ارزیابی DNA ژنومی

استخراج DNA به روش نمکی از نمونه های خون صورت گرفت. برای هر نمونه، ۳۰ میکرولیتر خون به ۴۱۰ میکرولیتر بافر استخراج (حاوی ۱۰٪ SDS، پروتئیناز K و DTT) افزوده و در دمای ۵۳ تا ۵۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت در بن ماری قرار داده شد. نمونه ها سانتریفیوژ شده و مراحل رسوب دهی با NaCl، استخراج با ایزوپروپانول سرد، شستشو با اتانول ۸۰٪ و حذف الکل انجام گرفت. در نهایت محصول در ۵۰ میکرولیتر آب استریل حل شد و در دمای ۲۰°- سانتی گراد نگهداری گردید.

کمیت و کیفیت DNA استخراج شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (بر حسب نانوگرم بر میکرولیتر) و همچنین ژل آگارز ۱٪ بررسی شد. دیده شدن باندهای واضح روی ژل، نشانه کیفیت مناسب DNA بود.

تکثیر ژن سیتوکروم b (Cytb) و تعیین توالی

تکثیر بخشی از ژن سیتوکروم b با واکنش زنجیره ای پلیمرز (PCR) انجام شد. برای این منظور، از پرایمرهای اختصاصی L-۱۴۹۹۵ و H-۱۶۰۶۵ (طبق Seibold et al., ۱۹۹۶) استفاده گردید. مواد واکنش شامل ۱ میکرولیتر DNA، ۱۲.۵ میکرولیتر مسترمیکس X2، ۱ میکرولیتر از هر پرایمر و آب استریل تا حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر بودند.

شرایط PCR:

ابتدا ۵/۲ دقیقه در دمای ۹۴ درجه سانتی گراد، سپس ۳۲ چرخه هر کدام شامل ۳۰ ثانیه در ۹۳ درجه، ۴۵ ثانیه در ۴۵ درجه، ۹۰ ثانیه در ۷۲ درجه سانتی گراد و در پایان ۱۰ دقیقه در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد. محصولات PCR روی ژل آگارز ۱٪ مشاهده گردید و پس از تأیید اندازه صحیح باند، فرآورده ها برای تعیین توالی ژن به شرکت میکروسینس سوئیس ارسال شدند.

تجزیه و تحلیل داده های ژنتیکی

توالی های ژنی دریافتی ابتدا در نرم افزار BioEdit (نسخه ۷.۰.۵) به صورت چشمی بازبینی و با الگوریتم CLUSTAL W هم تراز شدند. همچنین با دریافت توالی های مرجع از بانک ژن NCBI (گونه های مختلف Acrocephalus و سایر اعضای خانواده Acrocephalidae) ترکیب شد.

برای تحلیل فیلوژنتیک از نرم افزار MEGA۶ جهت بررسی اسیدهای آمینه و محاسبات مقدماتی استفاده شد. تحلیل تبارزایی اصلی با روش بیزین (Bayesian Inference) در نرم افزار MrBayes (نسخه ۳.۱.۱) و با زنجیره MCMC طی ۱۰ میلیون نسل انجام گردید و ۱۰ هزار درخت ابتدایی به عنوان burn-in حذف شد. حاصل این مراحل، درخت تبارزایی و احتمال پسین (posterior probability) خوشه های مختلف گونه ها بود.

### ۳. یافته ها

نمونه های صید شده از استان های جنوبی کشور ابتدا توسط کلیدهای شناسایی ریختی، شناسایی شدند. نتایج شناسایی نشان داد که ۱۶ نمونه متعلق به خانواده ی Acrocephalidae بوده و از بین آنها ۱۱ نمونه از جنس *Acrocephalus* بودند. ژن سیتوکروم b در این نمونه ها تکثیر و تعیین توالی شده و وضعیت تبارزادی آنها با رسم درخت بررسی شد.

بطور کلی ۴۳ نمونه سسک از ۱۳ نقطه به دست آمد که لیست آنها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. فهرست نمونه های صید شده به همراه نام خانواده و منطقه صید شده.

تعداد نمونه	منطقه جغرافیایی	گونه	خانواده
۳	تالاب حله، بوشهر	<i>Acrocephalus palustris</i>	Acrocephalidae
۲	تالاب حله، بوشهر	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Acrocephalidae
۱	بافت، کرمان	<i>Acrocephalus dumetorum</i>	Acrocephalidae
۳	کرخه، خوزستان	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Acrocephalidae
۲	تالاب حله، بوشهر	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Acrocephalidae
۲	کرخه، خوزستان	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Phylloscopidae
۱	تالاب حله، بوشهر	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Phylloscopidae
۲	میناب، بندرعباس	<i>Phylloscopus collybita tristis</i>	Phylloscopidae
۲	تالاب حله، بوشهر	<i>Locustella luscinioides</i>	Locustellidae
۳	بم، کرمان	<i>Sylvia althaea</i>	Sylviidae
۱	کاخک، گناباد	<i>Sylvia althaea</i>	Sylviidae
۱	کرخه، خوزستان	<i>Sylvia nisoria</i>	Sylviidae
۱	کرخه، خوزستان	<i>Sylvia mystacea</i>	Sylviidae
۷	کرخه، خوزستان	<i>Sylvia communis</i>	Sylviidae
۱	تالاب حله، بوشهر	<i>Sylvia communis</i>	Sylviidae
۱	کرخه، خوزستان	<i>Sylvia curruca</i>	Sylviidae
۱	تالاب حله، بوشهر	<i>Sylvia curruca</i>	Sylviidae
۱	میناب، بندرعباس	<i>Sylvia curruca</i>	Sylviidae
۱	کرخه، خوزستان	<i>Sylvia atricapilla</i>	Sylviidae
۱	تالاب حله، بوشهر	<i>Iduna rama</i>	Acrocephalidae
۳	کرخه، خوزستان	<i>Iduna pallida</i>	Acrocephalidae
۱	تالاب حله، بوشهر	<i>Iduna pallida</i>	Acrocephalidae

Emberizidae	<i>Emberiza cinereace</i>	تالاب حله، بوشهر	۱
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	کرخه، خوزستان	۱
Motacillidae	<i>Anthus similis</i>	میناب، بندرعباس	۱

### ۳-۱. خصوصیات و مشخصات ظاهری گونه های سسک صید شده در این مطالعه

#### سسک تالابی معمولی *Acrocephalus scirpaceus*

۱۳ سانتیمتر طول دارد. سطح پشته قهوه ای یکدست که در ناحیه دمگاه اندکی خرمایی رنگ است. سطح شکمی تقریباً سفید و پهلوهایی نخودی رنگ دارد. رنگ پاها متغیر اما تیره است. تشخیص این گونه از سسک تالابی زیتونی *A. palustris* در طبیعت به جز از طریق صدا تقریباً غیر ممکن است ولی بطور کلی خرمایی رنگ تر می باشد. طی پروازهای کوتاهی که روی آب انجام می دهد، دم گرد آن گسترده و رو به پایین قرار می گیرد. این پرنده در مناطق نیزاری که در حاشیه آنها آب صاف باشد به سر می برد. به صورت دسته جمعی زاد و ولد می کنند و در بین نیزارها آشیانه های آویزان می سازند. در ایران در تابستان فراوان و به صورت مهاجر عبوری در همه جا دیده می شود (منصوری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

#### سسک تالابی زیتونی *Acrocephalus palustris*

۱۳ سانتیمتر طول دارد. اندازه اش کوچک و فاقد روتنه راه راه است. همانطور که گفته شد تشخیص آن از سسک تالابی معمولی جز از طریق صدای آن دشوار است، ولی سطح پشته آن معمولاً کمتر خرمایی و بیشتر زیتونی است. چانه و گلوی سفیدتر، پاهایش صورتی گوشتی و ابروی کوتاه کمرنگی دارد. روتنه و پشت قهوه ای کمرنگ با دمگاه خاکستری مایل به حنایی، زیر تنه کرم نخودی با پهلوهایی تقریباً نخودی روشن، حلقه چشمی کمرنگ و خط ابرویی کوتاه سفید مایل به نخودی است. این پرنده در پوشش های گیاهی متراکم درون نهرها، بریدگی ها و کنار رودها به سر می برد. در ایران به صورت مهاجر عبوری در همه جا نسبتاً فراوان است و به احتمال قوی در شمال و غرب تولید مثل می کند (منصوری، ۱۳۸۷؛ Khaleghizadeh et al., ۲۰۱۷).

#### سسک تالابی بزرگ *Acrocephalus arundinaceus*

این گونه از سسک تالابی معمولی به دلیل داشتن اندازه ی خیلی بزرگ تر، سر زاویه دار، منقار بلندتر، ابروی واضح تر و صدای خاص به آسانی تشخیص داده می شود اما رنگ پر و بال آن به سسک تالابی معمولی شبیه است. در ارتفاع پایین پرواز کرده و دمش را به شکل خاصی گسترده می سازد و با حرکتی سنگین به درون نیزار فرود می آید. سسک تالابی بزرگ در نیزارهای بلند و حاشیه آب های باز به سر برده و آشیانه را گروهی و به صورت آویزان درون نیزار می سازد. در ایران، تابستان ها فراوان و به صورت مهاجر عبوری در شمال و غرب دیده می شود (منصوری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

#### سسک تالابی خاوری *Acrocephalus dumetorum*

۱۲/۵ سانتیمتر طول دارد. بسیار شبیه به سسک تالابی معمولی و سسک تالابی زیتونی بوده و تمایز آنها بسیار دشوار است و تنها از راه تجربه و از نزدیک می توان آن را به واسطه اندازه کوچکتر، بال های گردتر، شاهپره های کوتاه تر و روتنه قهوه ای یکدست که با رنگ دمگاهش در تضاد قرار دارد، باز شناخت. خط ابرویی کوتاه کمرنگ، که بخشی از جلو چشم را پوشانده زیر تنه سفید چرکی، پوشپره های زیر دم سفید، پهلوها نخودی و منقار خاکستری تیره با قاعده و نیم نوک پایین به رنگ سبز مایل به زیتونی روشن دیده می شود. این پرنده در پوشش های گیاهی و پرچین های متراکم و عمدتاً نزدیک آب یا باتلاق ها به سر می برد. در ایران به صورت مهاجر عبوری فراوان است و در جنوب شرقی نیز دیده می شود (منصوری، ۱۳۸۷؛ Khaleghizadeh et al., ۲۰۱۷).

**سبک درختی هندی *Iduna rama***

در مقایسه با سایر اعضای این جنس پرنده ای کوچک است. سطح پشت بدن قهوه ای روشن و سطح شکمی مایل به سفید بوده و پهلوها زرد رنگ است. پره های دمی خارجی دارای لبه های روشن هستند. این گونه دارای خط ابرویی روشن کوتاه بوده و دارای منقار قوی و نوک تیز است. تا چندی پیش بسیاری از دانشمندان این فرم را زیر گونه ای از سبک درختی کوچک (*Iduna caligata*) می دانستند. اما این گونه امروزه بعنوان یک گونه تک سنخی محسوب می شود. از سبک درختی کوچک بزرگ تر و خاکستری تر می باشد. این پرنده در زمین های باز و بوته زارها و سایر گیاهان بلند زندگی می کند. مانند بیشتر سبک ها حشره خوار است و مهاجر تابستانه و عبوری معمول به طور عمده در جنوب و شرق ایران است (سایت eBird؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

**سبک درختی زیتونی *Iduna pallida***

طول آن ۱۲/۵ سانتیمتر است. شکل و اندازه آن همانند سبک تالابی معمولی با تارم صاف، منقار بلند و رنگ خاکستری تر دیده می شود. دم در مقایسه با سبک تالابی معمولی گردی کمتری دارد و پوشش زیر دم کوتاه تر است. سطح رویی بدن زیتونی قهوه ای، سر و جبهه خاکستری نارنجی، سطح زیری بدن نخودی مایل به سفید و گلو سفید است. بال ها و دم ها قهوه ای، حلقه دور چشم کمرنگ، خط ابرویی کمرنگ که از منقار تا پشت چشم ها امتداد داشته و به صورت نامشخصی دیده می شود. منقار بلند و تا اندازه ای کلفت با نیم نوک پایینی زرد رنگ و پاها خاکستری است. در مناطقی با پوشش گیاهی بوته ای، باغ ها و اراضی کشاورزی با درختان آکاسیا و گزنه به سر برده و در بوته ها یا درختان کوچک آشیانه می سازد. در ایران، تابستان ها فراوان و به صورت مهاجر عبوری عمدتاً در شمال و غرب دیده می شود (منصوری، ۱۳۸۷؛ Khaleghizadeh et al., ۲۰۱۷).

**سبک چیف چاف *Phylloscopus collybita***

۱۱ سانتیمتر طول دارد. اندازه ای متوسط، به رنگ زیتونی خاکستری تیره، سر نسبتاً گرد و نواری ابرویی سفید نخودی و پر و بال زرد کمرنگ دیده می شود. در حاشیه خم بال، سینه و گاهی در پره های پوششی زیر دم، به رنگ زرد کمرنگ است. حلقه چشمی ناقصی در اطراف چشم ها دارد. گوش پرها تیره، زیر تنه سفید چرکی و پهلوها اندکی تیره تر از آن و منقار و پاها قهوه ای تیره است. جثه تا حدودی گرد و تپل مانند است. معمولاً لانه ی خود را فقط کمی بالاتر از سطح زمین داخل بوته های خاردار و گیاهان همیشه سبز در جنگل های تنک و بوته زارهای غیر محصور می سازد. به صورت مهاجر عبوری تابستانه در جنگل های واقع در منطقه خزری و شمال خراسان و مهاجر عبوری زمستانه معمول در اغلب نقاط ایران دیده می شود. زمستان ها در جاهای نسبتاً باز دیده

**سبک بیدی *Phylloscopus trochilus***

۱۱ سانتیمتر طول دارد. اندازه ای متوسط دارد. بدن لاغر و شاهپرها اندکی بلندتر از سبک چیف چاف و پر و بالش زرد رنگ به نظر می آید.

روتنه سبز زیتونی مایل به خاکستری با لبه پره های پرواز تیره کمرنگ، زیر تنه و نواری ابرویی زرد مایل به سفید و پاها و منقار اغلب قهوه ای کمرنگ یا نارنجی کمرنگ است. این پرنده در مناطق بوته ای، حاشیه جنگل ها، باغ ها و پارک ها به سر می برد. در ایران تقریباً در اغلب مناطق دیده می شود (منصوری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

### سسک ساوی یا خوش صدا *Locustella luscinioides*

طول این پرنده ۱۴ سانتیمتر است. از نظر ظاهر شبیه به سسک تالابی معمولی است. شاهپره های آن از وسط به کنار به تدریج کوتاه می شود. سطح پشتی آن یک دست به رنگ قهوه ای مایل به قرمز پررنگ می باشد. سطح شکمی آن سفید مایل به قهوه ای و در پهلوها قهوه ای مایل به خرمایی کمرنگ است و ابروی نخودی رنگ کوتاهش چندان واضح نیست. دم در انتها گرد است و اغلب در حالی که آن را اندکی بالا نگه داشته است روی زمین راه می رود، که راه رفتنش بیشتر با تکان های مخصوصی همراه است و دمش را به این سو و آن سو می چرخاند. این عمل را اغلب سسک های این جنس انجام می دهند. در مناطق نیزار و باتلاقی، مزارع با علوفه بلند و بسیاری از مناطق دارای پوشش گیاهی به سر می برد. در ایران به صورت مهاجر عبوری در شمال و غرب نسبتاً فراوان است و احتمالاً در نواحی جنوب غربی دریای خزر تولید مثل می کند بطوری که در ژوئن ۲۰۱۵ در تالاب انزلی جوجه آوری داشته است (منصوری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

### سسک گونه سیاه یا گلو سفید کوچک *Sylvia curruca*

طول آن ۱۳/۵ سانتیمتر است. نسبتاً کوچک و به رنگ قهوه ای خاکستری با بال های قهوه ای تر، تاج خاکستری و گوش پره های تیره دیده می شود. سطح زیر بدن با گلو سفید و رنگ دودی سینه در تضاد مشخصی قرار دارد. این پرنده در لابلای پوشش گیاهی فشرده و انبوه زیر درختان به سر می برد و لابلای بوته ها آشیانه می سازد. در ایران در تابستان نسبتاً فراوان بوده و به صورت مهاجر عبوری در همه جا دیده می شود و زمستان ها کمیاب است (منصوری، ۱۳۸۷؛ Khaleghizadeh et al., ۲۰۱۷).

### سسک سینه راه راه *Sylvia nisoria*

۱۵/۵ سانتیمتر طول دارد. پرنده بالغ به رنگ خاکستری با زیر بدن راه راه هلالی و عنبیه زرد رنگ است. دم نسبتاً بلند است، بطوری که هنگام نشستن آن را باز کرده و لبه آن به صورت آشکاری سفید است. پره های بلند دم و پره های ثانویه بال به سفیدی متمایل است. این پرنده در بوته زارهای خاردار متراکم، پرچین ها و درختان پراکنده با پوشش زیرین بوته ای به سر برده و لابلای بوته ها آشیانه می سازد. در ایران، تابستان ها به صورت مهاجر عبوری گسترده و به نسبت معمول دیده می شود و احتمالاً مهاجر تابستانه در کوه های کلیبر (ارسباران) در شمال آذربایجان می باشد (منصوری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

### سسک سردودی *Sylvia mystacea*

۱۲/۵ سانتیمتر طول دارد. پرنده ای ماده و پرنده جوان به رنگ شنی و روشن تر از سایر سسک های بوته زی و رنگ آمیزی ساده تر دیده می شود. در پرنده نر، تارک و گوش پرها سیاه است. در بال های خاکستری تیره رگ های شنی رنگ دیده می شود و سرشانه ها سیاه است. زیر بدن و گلو صورتی روشن و به طرف زیر دم سفید است. حلقه دور چشم در پرنده نر قرمز و در پرنده ای ماده صورتی و پاها قرمز گوشتی است. پرنده نر در پر و بال تازه سیل سفیدی دارد و پرنده ای ماده زیر گلویش کاملاً سفید است. این پرنده در مناطق بوته زار با بوته های خاردار در حاشیه رودخانه ها و مناطق مخروطی به سر می برد و در بوته های متراکم آشیانه می سازد. در ایران بصورت مهاجر تابستانه معمول در شمال و غرب به سمت جنوب تا خوزستان، فارس و احتمالاً کرمان و مهاجر عبوری گسترده در کشور و مهاجر زمستانه غیر معمول در مناطق پست جنوب از بوشهر به سمت شرق می باشد (منصوری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

### سسک گلو سفید *Sylvia communis*

۱۴ سانتیمتر طول دارد. با اندازه ای متوسط بوده و شاهپره های ثانویه بال به رنگ بلوطی، پاها نارنجی و حلقه سفیدی در دور چشم دیده می شود. پرنده ای ماده و پرنده جوان در اولین زمستان فاقد رنگ خاکستری سر و دارای عنبیه تیره (نه نارنجی رنگ) هستند. این پرنده در مناطق باز و بوته زار و گاهی بوته های درهم و خاردار و نقاطی که گزنه می روید به سر برده و

لابلای پوشش گیاهی آشیانه می سازد. در ایران تابستان ها نسبتاً فراوان و به صورت مهاجر در اغلب مناطق زیستگاهی مناسب بخصوص در شمال ایران دیده می شود (منصوری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

#### سسک سر سیاه *Sylvia atricapilla*

طول آن ۱۴ سانتیمتر است. غالباً به رنگ خاکستری قهوه ای دیده می شود. در پرندۀ نر تارک سیاه و براق است که از پس سر تا چشم ها امتداد دارد. سر و تارک پرندۀ ماده قهوه ای گلی است و گوش پرها به واسطه حاشیه باریک کمرنگی از گردن متمایز می شود. در مناطق جنگلی با پوشش زیر آشکوب و بوته زار به سربرده و زمستان ها در مسیر مهاجرت در بوته زارها دیده شده و درون بوته ها آشیانه می سازد. در ایران مهاجر تابستانه معمول در جنگل های شمال آذربایجان و نیم رخ شمالی البرز و مهاجر عبوری گسترده و معمول و مهاجر زمستانه ی غیر معمول در نواحی جنوب خزر و سواحل کم ارتفاع جنوبی می باشد (منصوری، ۱۳۸۷؛ ۲۰۱۷، Khaleghizadeh et al.).

#### سسک گلو سفید هیوم *Sylvia althaea*

این گونه بسیار شبیه به سسک گلو سفید کوچک می باشد اما توسط اندازه ی نسبتاً بزرگتر، منقار اندکی مستحکم تر و تارک سر تیره تر و پشت قهوه ای خاکستری تیره تر از آن متمایز می شود. گلو سفید و باقیمانده قسمت های شکمی سفید مایل به خاکستری روشن است. این گونه در مناطق مرتفع از شرق ایران به سمت کوه های آسیای مرکزی و غرب هیمالیا پراکنش دارد. این پرندۀ به سمت جنوب پاکستان و هند در زمستان مهاجرت می کند، و در آنجا در برخی مناطق با سسک گلو سفید کوچک به صورت هم جا زمستان گذرانی می کند. مهاجر تابستانه در جنگل های ارس در شرق البرز و شمال خراسان، جنگل های بلوط زاگرس از جنوب آذربایجان تا مرکز فارس، درختزارهای بادام/بنه در بلندی های کرمان و درختزارهای ارس در کوه تفتان در بلوچستان بوده و زمستان بصورت کمیاب در مناطق کم ارتفاع جنوب دیده می شود (del Hoyo et al., ۲۰۰۶، Khaleghizadeh et al., ۲۰۱۷).

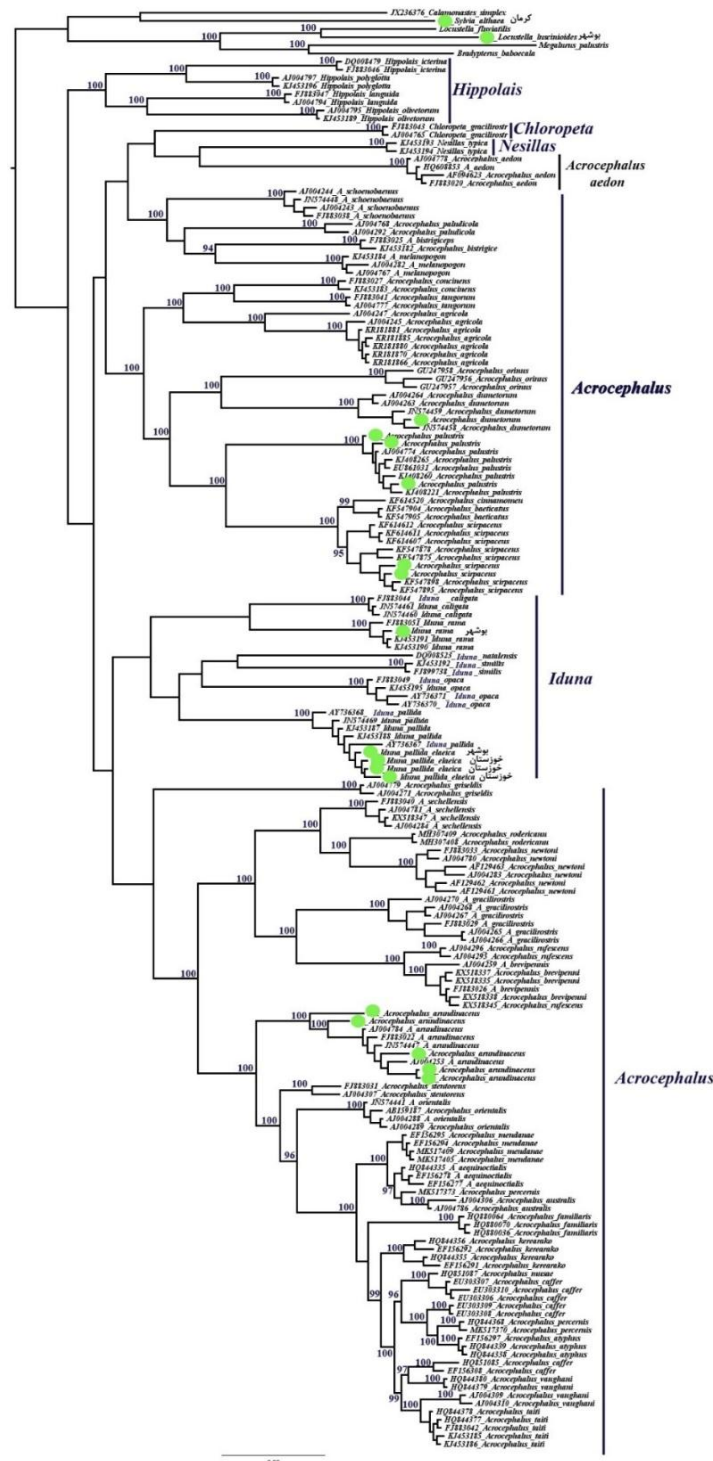
### ۳-۲. مطالعات مولکولی

پس از ویرایش توالی ها در نهایت ۱۱۴۰ جفت باز برای تحلیل های مولکولی به دست آمد و سه درخت بیزین توسط آنها رسم شد: یک درخت برای جنس های خانواده ی Acrocephalidae، درختی برای گونه های جنس *Acrocephalus* و در نهایت درختی برای تمام نمونه های صید شده در این مطالعه.

#### تحلیل بیزین جنس های خانواده Arocephalidae

در بررسی های مولکولی در ابتدا روابط تبارزادی در درون خانواده ی Acrocephalidae بررسی شد. پنج جنس از خانواده Acrocephalidae در این تحلیل حضور داشتند، که نمونه های صید شده در این مطالعه مربوط به دو جنس *Acrocephalus* و *Iduna* بودند (دایره های سبز رنگ در شکل ۱). تمام جنس های این خانواده که در این مطالعه بررسی شده اند شامل *Iduna*، *Hippolais*، *Chloropeta* و *Nesillas* در این درخت تک نیا هستند، به جز جنس *Acrocephalus* که حالت چندنیایی دارد (شکل ۱). البته تک نیایی *Iduna* در درخت تأیید نمی شود. از گونه های *Calamonates simplex*، *Locustella flaviatilis* و *L. luscinoides* به عنوان برون گروه استفاده شد.



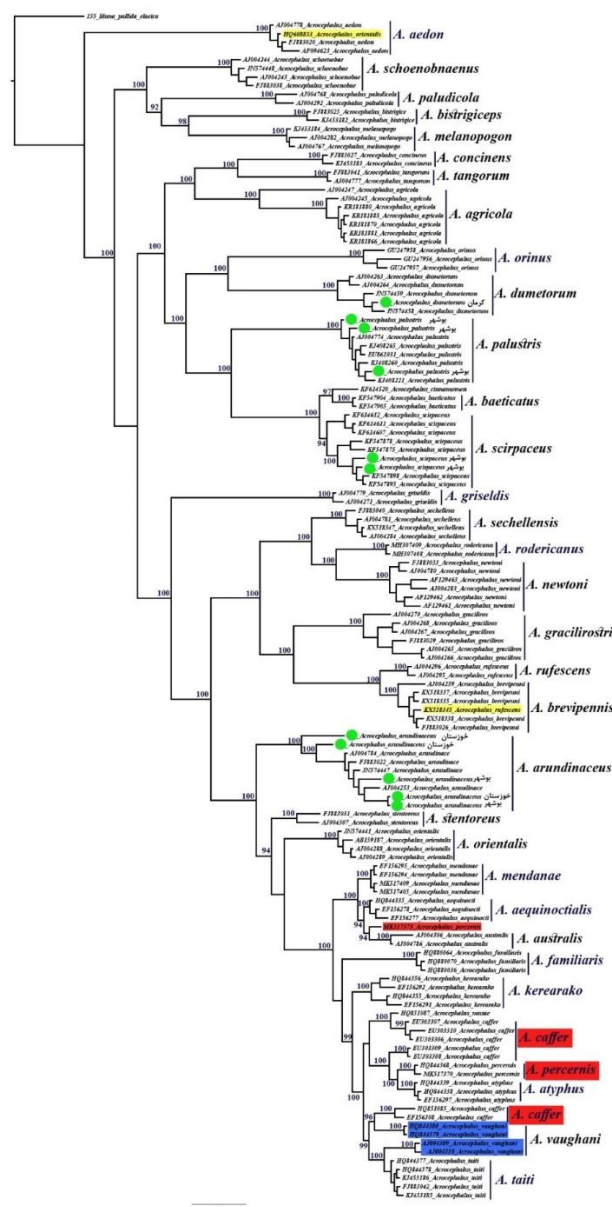


شکل ۱. درخت بیزین حاصل از تحلیل جنس های خانواده ی *Acrocephalidae*. اعداد روی گره ها مربوط به مقدار احتمال پسین در تحلیل بیزین می باشند. (نمونه های مشخص شده با دایره ی سبز در این مطالعه صید شده اند).

### تحلیل بیزین سسک های جنس *Acrocephalus*

در این قسمت گونه های جنس *Acrocephalus* بررسی شده و تحلیل بیزین برای آنها انجام شد. در مجموع ۱۳۶ توالی از گونه های مختلف جنس *Acrocephalus* مورد بررسی قرار گرفت که ۱۱ نمونه آن متعلق به مطالعه حاضر و ۱۲۵ نمونه دیگر از

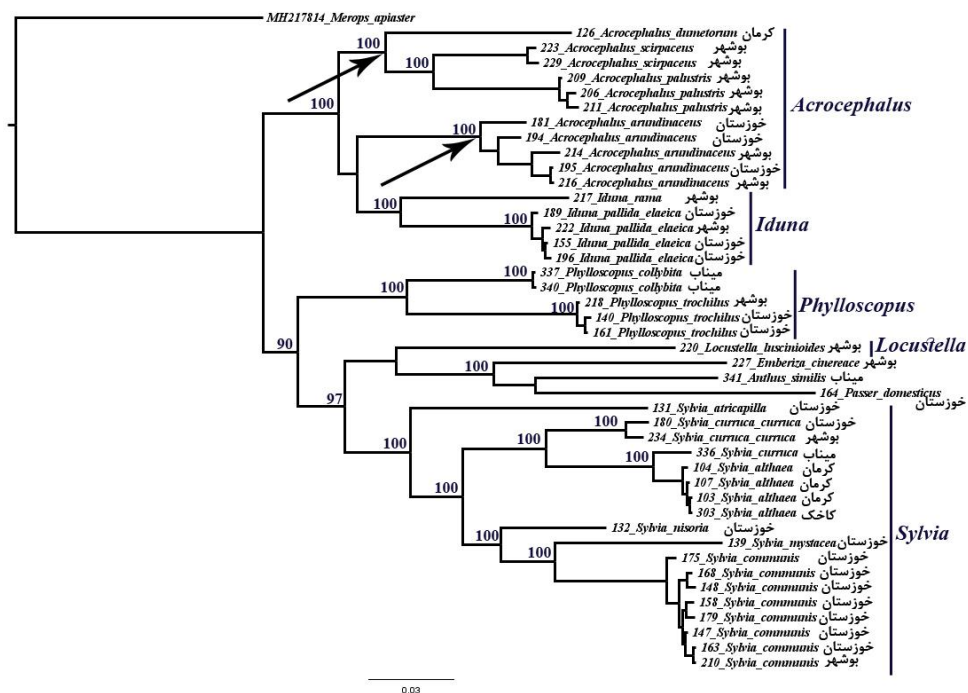
بانک ژن دریافت شدند. از توالی *Iduna elaeica* به عنوان برون گروه استفاده شد (شکل ۲). ۳۵ گونه در جنس *Acrocephalus* مورد شناسایی قرار گرفت. تمام گونه های این جنس در درخت تک نیا هستند اما گونه های *A. caffer*, *A. percernis* (هایلایت-های قرمز) و *A. vaughani* (هایلایت های آبی) تک نیایی نشان ندادند که می تواند به دلیل اشتباه در شناسایی و یا وجود دورگ در بین گونه ها باشد. از طرفی دو نمونه *A. orientalis* HQ۶۰۸۸۵۳ و *A. rufescens* KX۵۱۸۳۴۵ در درخت در جایگاه های مربوط به گونه های متفاوتی قرار گرفته اند (هایلایت های زرد). نمونه اول (HQ۶۰۸۸۵۳) در بین نمونه های *A. aedon* و نمونه دوم (KX۵۱۸۳۴۵) بین نمونه های *A. brevipenni* قرار دارند که می تواند بدلیل شناسایی و نامگذاری غیر صحیح این دو نمونه باشد.



شکل ۲. درخت حاصل از تحلیل بیژین گونه های جنس *Acrocephalus*. دو نمونه ی مشخص شده با رنگ زرد، نمونه هایی هستند که ظاهراً به اشتباه شناسایی شده اند. اعداد روی گره ها مربوط به مقدار احتمال پسین تحلیل بیژین می باشد. (نمونه های مشخص شده با دایره ی سبز در این مطالعه صید شده اند).

## تحلیل بیزین نمونه های سبک بالان صید شده در این مطالعه

پس از شناسایی و اطمینان از تعیین درست گونه های مرتبط با نمونه های صید شده در این مطالعه، درخت بیزین نمونه هایی که در مطالعه حاضر از مناطق شرقی و جنوبی ایران صید شده بودند رسم شد که در شکل ۳ آمده است. در این بررسی پنج جنس از سبک ها به دست آمده اند. درخت حاصل نشان می دهد که جنس های *Sylvia*، *Iduna* و *Phylloscopus* تکنیا بوده اما جنس *Acrocephalus* هم نیا (پارافلیتیک) می باشد. از جنس *Locustella* نیز تنها یک نمونه در این بررسی موجود بود. می توان تکنیایی خانواده *Acrocephalidae* را در این درخت مشاهده کرد. برای این بررسی توالی گونه زنبورخوار معمولی، *Merops apiaster* از بانک ژن دریافت و به عنوان برون گروه در تحلیل قرار داده شد.



شکل ۳. درخت بیزین حاصل از نمونه های passerine صید شده در این مطالعه. اعداد روی گره ها مربوط به مقدار احتمال پسین در تحلیل بیزین می باشد. (فلش ها هم نیا بودن جنس *Acrocephalus* را نشان می دهد).

## ۴. بحث و نتیجه گیری

### ۴-۱. تبارزایی خانواده Acrocephalidae

سیبلی و آلکوئیست در سال ۱۹۹۰ و سیبلی و مونرو در سال ۱۹۹۰ برای اولین بار فوق خانواده Sylvioidea را مطرح کردند که شلدون و گیل در سال ۱۹۹۶ براساس داده های دورگه سازی DNA آن را رد کردند. تا به حال خانواده هایی که در آن قرار می گیرند و ارتباطات خویشاوندی بین آنها بسیار بحث شده است. آلستروم و همکاران در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۶ با استفاده از دو ژن سیتوکروم b و میوگلوبین بر روی فوق خانواده Sylvioidea انجام دادند، نام خانواده Acrocephalidae را برای اعضای یکی از کلادهای مطالعه خود که شامل جنس های *Acrocephalus*، *Chloropeta* و *Hippolais* بود، پیشنهاد دادند. تمام این آرایه ها بخشی از زیر خانواده Acrocephalinae در مطالعه سیبلی و آلکوئیست در سال ۱۹۹۰ بوده و ارتباطات نزدیک بین آنها قبلاً براساس سیتوکروم b و دورگه سازی DNA نشان داده شده بود. آلستروم و همکاران در سال ۲۰۰۶ همچنین نام Phylloscopidae را برای کلادی که شامل جنس های *Phylloscopus* و *Seicercus* بود پیشنهاد کردند (Alström et al., ۲۰۱۳).

هیچ کدام از تحلیل های داده های سیتوکروم b در دو مطالعه مجزا، تک نیایی جنس های *Acrocephalus* و *Hippolais* را نشان ندادند. به همین جهت برخی از دانشمندان پیشنهاد کردند که می توان این دو جنس را به تعدادی جنس یا زیرجنس تقسیم کرد (Alström et al., ۲۰۱۳). در مطالعه حاضر نیز درخت بیزین مربوط به خانواده Acrocephalidae، جنس *Acrocephalus* را تک نیا نشان نمی دهد. جنس *Hippolais* در این درخت تک نیا بوده و در قسمت قاعده ای نسبت به سایر جنس ها قرار گرفته است. سه جنس دیگر *Chloropeta*، *Iduna* و *Nesillas* نیز تک نیا بوده و با بالاترین مقدار احتمال پسین به میزان ۱۰۰٪ حمایت می شود (شکل ۱).

در مطالعه ای که براساس یک ژن میتوکندریایی و سه ژن هسته ای بر روی اعضای خانواده Acrocephalidae انجام شد تمام گونه های *Acrocephalus* به جز *A. aedon* در یک کلاد قرار گرفتند و این تک گونه با *Chloropeta natalensis* ارتباط خواهری داشت (Alström et al., ۲۰۱۳). جدایی این گونه از سایر گونه های هم جنس خود نیز در درخت حاصل از مطالعه حاضر مشاهده می شود (شکل ۱).

همچنین در بررسی آلستروم و همکاران پیشنهاد شد که چهار گونه از جنس *Hippolais* و دو گونه از جنس *Chloropeta* در یک جنس جدید به نام *Iduna* قرار گیرند. برای گونه ای *A. aedon* نیز دو پیشنهاد مطرح شد، یکی اینکه به عنوان گونه *I. aedon* در جنس *Iduna* قرار بگیرد و دیگری اینکه به عنوان یک گونه تک سنخی از جنس *Phragamaticola* در نظر گرفته شود. بنابراین جنس *Hippolais* تنها به چهار گونه ای *H. icterina*، *H. polyglotta*، *H. olivetorum* و *H. languida* محدود شد (Alström et al., ۲۰۱۳).

## ۴-۲. خانواده‌ی Acrocephalidae در ایران

براساس فهرست پرندگان ارائه شده هشت گونه از خانواده‌ی Acrocephalidae در ایران حضور دارند که شامل گونه‌های *Iduna caligata* (سبک درختی کوچک)، *Iduna rama* (سبک درختی هندی)، *Iduna pallida* (سبک درختی زیتونی)، *Hippolais languida* (سبک درختی بزرگ)، *Hippolais icterina* (سبک درختی زرد)، *Acrocephalus melanopogon* (سبک ابرو سفید)، *Acrocephalus schoenobaenus* (سبک تالابی راه راه) و *Acrocephalus dumetorum* (سبک تالابی خاوری) می باشد (Lepage, ۲۰۱۹). اما در کتاب اطلس پرندگان ایران علاوه بر گونه‌های نامبرده شده در بالا شش گونه دیگر از جنس *Acrocephalus* نیز برای ایران گزارش شده است که عبارتند از: *A. palustris* (سبک تالابی زیتونی)، *A. scirpaceus* (سبک تالابی معمولی)، *A. agricola* (سبک شالیزار)، *A. griseldis* (سبک خوزی)، *A. arundinaceus* (سبک تالابی بزرگ) و *A. stentoreus* (سبک تالابی پرصدا) (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵).

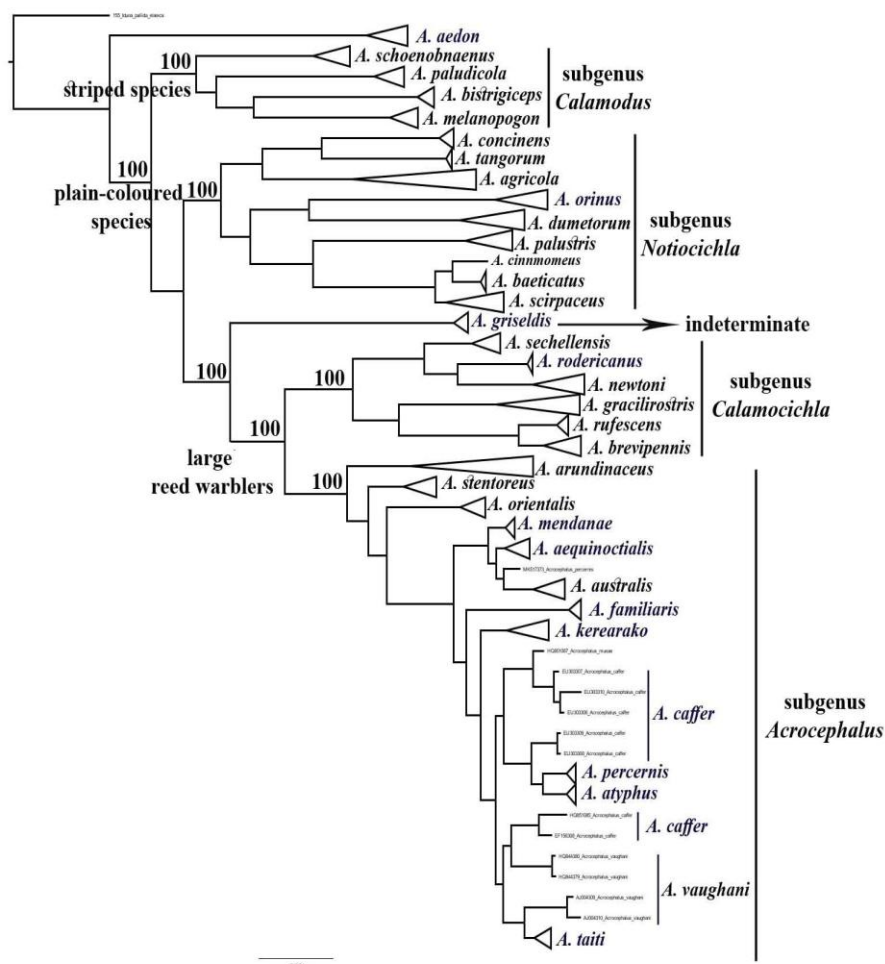
در بررسی حاضر که بر روی سبک‌های جنس *Acrocephalus* در جنوب و شرق کشور انجام شد، گونه‌ی *A. arundinaceus* از کرخه در استان خوزستان و تالاب حله در استان بوشهر به دست آمد، در حالی که این گونه تا به حال از شمال و شمال غربی گزارش شده بود (Khaleghizadeh et al., ۲۰۱۷).

۴-۳. تبارزایی جنس *Acrocephalus*

سبک‌های جنس *Acrocephalus* از نظر گونه‌ای غنی بوده اما از نظر ریختی مشابه هم هستند، و بنابراین حدود گونه و روابط فراگونه‌ای در آنها کاملاً شناخته شده نیست. علیرغم پراپاری نامشخص، آواز آنها به میزان زیادی مختص گونه بوده و به عنوان یک صفت بارزش برای شناسایی آنها در طبیعت استفاده می‌شود (Leisler et al., ۱۹۹۷).

تحلیل توالی‌های DNA ابزار قدرتمندی برای مطالعات آرایه‌شناختی و تکاملی است. با استفاده از توالی ژن‌های مارکر می‌توان مشکلات مربوط به سازش صفات و همگرایی را که گاهی تحلیل‌های صفات ریختی را مبهم می‌کند، کاهش داد. ژن‌های مارکری که تعیین توالی می‌شوند تکوین یا مورفولوژی یک گونه را کنترل نمی‌کنند بلکه آنزیم‌ها یا rRNA را کد می‌کنند (Leisler et al., ۱۹۹۷). در مطالعه‌ای که توسط لسر و همکاران در ۱۹۹۷ انجام شد درخت حاصل از توالی ژن سیتوکروم b، سه مجموعه تبارزادی عمده برای جنس *Acrocephalus* نشان داد: ۱) reed warbler های بزرگ که خود به دو کلاد تک نیا تقسیم می‌شدند، یکی از آنها شامل گونه‌های *brunnescens stentoreus australis arundinaceus* و *orientalis* و *vaughani* کلاد تک نیای دیگر شامل گونه‌های *sechellensis*، *gracilirostris*، *brevipennis*، *rufescens* و *newtoni* بود. ۲) گونه‌های راه راه (striped) حاوی گونه‌های *bistrigiceps*، *paludicola*، *melanopogon* و *palustris* و *schoenobaenus* و ۳) گونه‌های رنگی دشتی (plain-coloured) کوچک که احتمالاً تک‌نیا بوده و شامل *palustris*، *agricola*، *scirpaceus*، *dumetorum*، *baeticatus*، *fuscus*، *avicenniae* به علاوه کمپلکس *agricola* مجاور شامل *agricola*، *concinens* و *tangorum* این سه کلاد در درخت حاصل از این مطالعه نیز با تأیید بالا (۱۰۰٪) مشاهده می‌شود، به علاوه

گونه *A. aedon* که آن نیز با تأیید بالا خارج از این سه کلاد قرار دارد (شکل ۴) همانطور که فرگین در سال ۲۰۰۹ نیز تعلق این گونه را به جنس *Acrocephalus* رد کرد. جایگاه گونه *A. griceldis* نیز در درخت تعیین نشده و مشخص نمی باشد (Arbabi, ۲۰۱۴). تک نیایی چهار زیر جنس پیشنهاد شده برای *Acrocephalus* نیز در این درخت با تأیید بالا حمایت می شوند: زیر جنس *Acrocephalus* زیر جنس *Calamocichla*: *reed warbler* / آفریقا / ماداگاسکار، زیر جنس *Calamodius*: *streaked reed warbler* و به علاوه *A. bristriciceps* که غیر نواری است، زیر جنس *Notiocihla*: *unstreaked reed warbler* های کوچک (Arbabi, ۲۰۱۴). در این مطالعه نیز مانند بررسی اربابی در سال ۲۰۱۴، دو زیرجنس *Acrocephalus* و *Calamocichla* بصورت گروه های خواهری قرار گرفتند. بررسی ذکر شده نشان داد که زیر جنس *Notiocihla* نسبت به سه زیر جنس دیگر حالت قاعده ای دارد و چنین نتیجه گیری شد که *reed warbler* اجدادی یک نمونه کوچک و غیرنواری بوده است؛ اما در مطالعه ی حاضر زیر جنس *Notiocihla* در قاعده گروه *Acrocephalus/Calamocichla* قرار گرفته و زیر جنس *Calamodius* در قاعده تمام سایر زیر جنس ها قرار دارد. گونه ی *A. griceldis* که جایگاه آن در مطالعات قبلی نامشخص اعلام شده بود، در این مطالعه منطبق با مطالعه ی اربابی (۲۰۱۴) با تأیید قابل قبولی به صورت گروه خواهری کلاد *Acrocephalus/Calamocichla* قرار گرفته است. گونه ی *aedon* قبلاً گونه ای از جنس *Acrocephalus* در نظر گرفته می شد، همانطور که در این مطالعه نامگذاری شده اما مطابق با مطالعات قبلی، گروه بندی آن با سایر اعضای *Acrocephalus* تأییدی ندارد (شکل ۲ و ۴)؛ و در جنس *Iduna* قرار می گیرد، اما مطالعات تکمیلی جدید نشان می دهند که این گونه با اعضای جنس *Iduna* نیز در یک گروه قرار نمی گیرد (Arbabi, ۲۰۱۴ و مطالعه حاضر). در مطالعه ی اربابی پیشنهاد شده است که این گونه به عنوان گونه ی تک سخی در جنسی به نام *Phragmaticicola* در نظر گرفته شود.



شکل ۴. سه کلاد عمده و چهار زیرجنس *Acrocephalus* (براساس Leisler et al., ۱۹۹۷ و Arbabi, ۲۰۱۴) در تحلیل بیزین که با مقدار احتمال پسین ۱۰۰٪ به خوبی حمایت می شوند.

#### ۴-۴. نتیجه گیری

بنابراین براساس داده های به دست آمده از این بررسی و مقایسه آن با نتایج سایر مطالعات می توان جمع بندی زیر را داشت:

۱. رکورد جدید گونه *A. arundinaceus* از جنوب و جنوب شرق ایران.
۲. چهار جنس *Iduna*, *Hippolais*, *Chloropeta* و *Nesillas* متعلق به خانواده *Acrocephalidae* با تأیید بالا تک نیا هستند.
۳. جنس *Acrocephalus* در درون خانواده تک نیا نمی باشد.

۴. گونه ای *aedon* به جنس *Acrocephalus* و همچنین به جنس *Iduna* تعلق ندارد.
۵. گونه ای *A. griseldis* آرایه ای خواهری *Acrocephalus/Calamocichla* است.
۶. جنس *Acrocephalus* خود به چهار زیرجنس تقسیم می شود: *Acrocephalus*, *Calamocichla*, *Calamodus* و *Notiocihla*؛ که همه دارای تأیید بالایی هستند.

#### ۴-۵. پیشنهادات

۱. نمونه برداری از سایر نقاط پراکنش گونه های جنس *Acrocephalus* به منظور شناسایی دقیق گونه ها و رکوردهای جدید گونه های این جنس در ایران.
۲. بررسی تعداد بیشتری از ژن های میتوکندریایی و همچنین ژن هسته ای برای تقویت نتایج.
۳. بررسی پردازشی بوم شناختی گونه های مختلف *Acrocephalus* و مقایسه ای آنها با یکدیگر.

#### منابع

- بلمکی ب، مظاهری ح. بررسی پتانسیل اکوتوریسم در مناطق ساحلی استان سیستان و بلوچستان با تأکید بر فون پرندگان، ۱۳۸۹؛ چهارمین کنگره بین المللی جغرافی دانان جهان اسلام.
- سالاری ح. تنوع زیست محیطی کرمان در انتظار حمایت، ۱۳۹۹؛ خبرگزاری جمهوری اسلامی، ایرنا.
- سجادی زرجانی ز، بحرینی بهزادی م، فردایی م. تجزیه و تحلیل ژنتیکی و فیلوژنتیکی ناحیه HVR<sup>۱</sup> ژنوم میتوکندری در شش نژاد گوسفند ایرانی. نشریه پژوهش در نشخوار کنندگان. ۱۳۹۵؛ ۴: ۱۷-۳۳.
- سید شریفی ر، بادبرین ن. بررسی و تحلیل فیلوژنتیکی ناحیه COXI در برخی از نژادهای بر ایرانی. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. ۱۳۹۸؛ ۱: ۱۱۹-۱۲۴.
- عبدلی ا، کیابی ب، مصطفوی ح، موسوی ب، احمدزاده ف، رسولی پ، دلشب ح، مرادی آ. اطلس حیات وحش (مهره داران) استان بوشهر. انتشارات معارف. شابک ۸-۲۴-۲۶۷۶-۹۶۴-۹۷۸. ۱۳۸۸.
- علی آبادیان م، باقریان ع ا، برزگری ا ع. پرندگان. (ترجمه). انتشارات سخن گستر. ۱۳۸۴.
- فلاح م. خوزستان بهشت پرندگان. کمیته تخصصی شناسایی پرندگان ایران. ۱۳۹۸.
- کابلی م، علی آبادیان م، توحیدی فر م، هاشمی ع، موسوی ب، روزلار ک، حسن زاده کیابی ب. اطلس پرندگان ایران. جهاد دانشگاهی واحد خوارزمی. ۱۳۹۵؛ ۶۲۸ صفحه.
- منصوری ج. راهنمای پرندگان ایران، کتاب فزرانه، تهران. ۱۳۸۷



- ولی زاده ر، نصیری م، صادقی ب، قوتی ش، جوادمنش ع. تجزیه و تحلیل ژنتیکی و فیلوژنتیکی نواحی Cyt-b و D-loop توالی DNA میتوکندری در گاوهای سیستانی، سرابی و براون سوئیس ایران. نشریه پژوهش های علوم دامی ایران. ۱۳۹۰؛ ۳: ۴۴۴-۴۵۲.
- یزدان داد ج. بررسی تغییرات تنوع و فراوانی پرندگان در زیست بوم های آبی استان خراسان رضوی. فصلنامه علمی- پژوهشی محیط زیست جانوری. ۱۳۹۰؛ ۱: ۴۵-۵۸.
- یعقوب زاده م، دانه کار ا، جباریان امیری ب، اشرفی س. بررسی حساسیت زیست محیطی اکوسیستم های موجود در نوار ساحلی استان هرمزگان. نشریه محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران. ۱۳۹۳؛ ۱: ۱۲۱-۱۳۴.
- یوسفی م، ئیلانلو ص ش، شکرانه م. غنای گونه ای پرندگان شهرستان بوانات، شمال شرق استان فارس. مجله علمی-پژوهشی زیست شناسی جانوری تجربی. ۱۳۹۴؛ ۱۴: ۶۹-۷۸.
- Alström P, Ericson PG, Olsson U, Sundberg P. Phylogeny and classification of the avian superfamily Sylvioidea. *Mol Phylogenet Evol.* ۲۰۰۶؛ ۳۸: ۳۸۱-۳۹۷.
- Alström P, Olsson U, Lei F. A review of the recent advances in the systematics of the avian superfamily Sylvioidea. *Chinese Birds.* ۲۰۱۳؛ ۴: ۹۹-۱۳۱.
- Arbabi T, Gonzalez J, Wink M. A re-evaluation of phylogenetic relationships within reed warblers (Aves: Acrocephalidae) based on eight molecular loci and ISSR profiles. *Mol Phylogenet Evol.* ۲۰۱۴؛ ۷۸: ۳۰۴-۳۱۳.
- Awad A, Khalil SR, Abd-Elhakim YM. Molecular phylogeny of some avian species using cytochrome b gene sequence analysis. *IJVR.* ۲۰۱۵؛ ۱۶: ۲۱۸-۲۲۲.
- Blanford WT. Eastern Persia. An account of the journeys of Persian boundary commission ۱۸۷۰-۷۲. II Zoology and Geology. London: MacMillan & Co; ۱۸۷۶.
- Boonseub S, Tobe SS, Linacre AMT. The use of mitochondrial DNA genes to identify closely related avian species. *Forensic Sci Int Genet Suppl Ser.* ۲۰۰۹؛ ۲: ۲۷۵-۲۷۷.
- Brusatta SL, O'Connor JK, Jarvis ED. The origin and diversification of birds. *Curr Biol.* ۲۰۱۵؛ ۲۵: R۸۸۸-R۸۹۸.
- Dementiev GP, Gladkov NA, Ptushenko ES, Spangenberg EP, Sudilovskaya EM. Birds of the Soviet Union. Vol. II. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translation; ۱۹۶۸.
- Del Hoyo J, Elliott A, Christie DA. Handbook of the birds of the world. vol. ۱۱. Old world flycatchers to old world warblers. Barcelona: Lynx Edicions; ۲۰۰۶.
- Del Hoyo J, Elliot A, Christie D. Handbook of the Birds of the World, Old World Flycatchers to Old World warblers. vol. ۱۱. Barcelona: Lynx Editions; ۲۰۱۴.
- Dickinson EC. The Howard and Moore Complete Checklist of the Birds of the World. London: Christopher Helm; ۲۰۰۳.
- Dickinson EC, Christidis L. The Howard & Moore complete checklist of the bird of the world. ۴<sup>th</sup> Edition, Vol. ۲. Eastbourne UK: Aves Press; ۲۰۱۴.

- Farias IP, Orti G, Sampaio I, Schneider H, Meyer A. The cytochrome b gene as a phylogenetic marker: the limits of resolution for analyzing relationships among cichlid fishes. *J Mol Evol.* ۲۰۰۱; ۵۳: ۸۹-۱۰۳.
- Fregin S, Haase M, Olsson U, Alström P. Multi-locus phylogeny of the family Acrocephalidae (Aves: Passeriformes)-the traditional taxonomy overthrown, *Mol Phylogenet Evol.* ۲۰۰۹; ۵۲: ۸۶۶-۸۷۸.
- Fregin S, Haase M, Olsson U, Alström P.. New insights into family relationships within the avian superfamily Sylvioidea (Passeriformes) based on seven molecular markers. *BMC Evol Biol.* ۲۰۱۲; ۱۵۷:
- Gill F, Donsker D. IOC World Bird Names. ۲۰۱۱. version ۳,۱۰). <http://www.Worldbirdnames.org/> (Accessed July ۲۰۱۱).
- Gill F, Donsker D, Rasmussen P. IOC World Bird List (v۱۰,۲). doi: ۱۰,۱۴۳۴۴/ IOC.ML.۱۰,۲. ۲۰۲۰.
- Groth JG, Barrowclough GF. Basal divergences in birds and the phylogenetic utility of the nuclear RAG-۱ gene. *Mol Phylogenet Evol.* ۱۹۹۹; ۱۲: ۱۱۵-۱۲۳.
- Hall BG. Phylogenetic trees made easy, a how-to manual. ۳rd edition. Sinauer: Associates, Inc; ۲۰۰۸.
- Harvey D. Modern Analytical Chemistry, McGraw-Hill Companies, Inc., ۴۱۸c; ۲۰۰۰.
- Kaboli M, Aliabadian M, Tohidifar M, Hashemi A, Musavi SB, Roselaar CS. Atlas of birds of Iran. Karaj Iran: Kharazmi University Press; ۲۰۱۶.
- Khaleghizadeh A, Roselaar K, Scott DA, Tohidifar M, Mlíkovský J, Blair M, Kvartalnov P. Birds of Iran: Annotated Checklist of the Species and Subspecies. Tehran: Iranian Research Institute of Plant Protection; ۲۰۱۷.
- Leisler B, Heidrich P, Schulze-Hagen K, Wink M. Taxonomy and phylogeny of reed warblers (Genus *Acrocephalus*) based on mtDNA sequences and morphology. *J Ornitol.* ۱۹۹۷; ۱۳۸: ۴۶۹-۴۹۶.
- Lepage D. Checklist of the birds of Iran. Avibase, the world bird database. Retrieved from <http://avibase.bscceoc.org/checklist.jsp?lang=EN&region=ir&list=howardmoore&format=۱>. ۲۰۱۹.
- Miesfeld RL. Applied molecular genetics. New York: A John Wiley & Sons, INC., Publication; ۱۹۹۹.
- Payevsky VA. Phylogeny and classification of passerine birds, Passeriformes. *Usp Sovrem Biol.* ۲۰۱۴□ ۱۳۳: ۴۰۱-۴۱۶.
- Philippe L, Macro S, Anne-Mieke V. The Phylogenetic Handbook: A Practical Approach to Phylogenetic Analysis and Hypothesis Testing. Cambridge University Press; ۲۰۰۹.
- Saitou N, Nei M. The neighbor-joining method: a new method for reconstruction phylogenetic trees. *Mol Bio Evol.* ۱۹۸۷; ۴: ۴۰۶-۴۲۵.
- Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T. Molecular cloning, a laboratory manual, second edition, New York: Cold Spring, Harbor laboratory Press; ۱۹۸۹.
- Scott G. Essential ornithology, Oxford University Press; ۲۰۱۰.

- Sibley CG, Ahlquist JE. The relationships of some groups of African birds, based on the genetic material, DNA, In: Schuchmann KL. Editors. Proceedings International Symposium on African Vertebrates. Bonn: Zoologische Forschungsinstitut and Museum A. Koenig; ۱۹۸۵. pp. ۱۱۵-۱۶۱.
- Sibley CG, Ahlquist JE. Phylogeny and classification of birds, A study in molecular and evolution. New Haven and London: Yale University Press; ۱۹۹۰.
- Sibley CG, Monroe BL. Distribution and taxonomy of the birds of the world, New Haven: Yale University Press; ۱۹۹۰.
- Wu L, Sun Y, Li J, Li Y, Wu Y, Li D.. A phylogeny of the Passerida (Aves: Passeriformes) based on mitochondrial ۱۲S ribosomal RNA gene, Avian Res. ۲۰۱۵; ۶: ۱-۸.
- Zarudny NA.. Zametka o slavkakh kavkazskoy I novoy zagrosskoy [A note on a Caucasian and a new Zagrossian warblers]. Ornitologicheskij Vestnik. ۱۹۱۱; ۲: ۱۳۸-۱۴۱. [In Russian].