



Semnan University



Research Article

## Ultrasonographic Evaluation of Morphological Characteristics and Volume of the Normal Thyroid Gland in Turkmen Horses and Its Association with Biochemical Parameters

Milad Samadipoor <sup>1</sup>, Mohammad Nasrollahzadeh Masouleh <sup>1\*</sup>, Saeed Ozmaie <sup>1</sup>, Saied Bokaie <sup>2</sup>

### Abstract

This study investigated the effects of age, sex, and body weight on thyroid gland dimensions and serum biochemical parameters in Turkmen horses.

Twenty-eight horses were categorized by age (<36 months vs. ≥36 months) and sex. Univariate ANCOVA models were used to examine effects on thyroid dimensions and serum parameters, with weight as a covariate.

For thyroid dimensions, sex significantly influenced length and volume of right and left lobes, with mares having larger dimensions. However, low adjusted R<sup>2</sup> values (0.013-0.211) suggested model over fitting due to small sample size. For biochemical parameters, weight significantly predicted TG, cholesterol, ALP, T4, and T3 (P<0.05). Age significantly affected ALT (P=0.005), and sex significantly affected ALP (P=0.040), with higher adjusted R<sup>2</sup> values (0.556-0.796) indicating more reliable models.

While sex may influence thyroid morphology in horses, these findings are preliminary due to overfitting. Biochemical parameters showed more robust associations with weight, age, and sex. Larger studies are needed to confirm these observations.

**Keywords:** Thyroid gland; Turkmen horse; Ultrasonography; Biochemical parameters.

1. Department of Veterinary Clinical Sciences, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Epidemiology and Zoonosis Division, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

\*Corresponding author: [mmasouleh@iau.ac.ir](mailto:mmmasouleh@iau.ac.ir)

DOI: [10.22075/jvlr.2026.39705.1195](https://doi.org/10.22075/jvlr.2026.39705.1195)

Received: 18.11.2025

Revised: 30.04.2026

Accepted: 24.01.2026

### How to Cite this Article:

Samadipoor, M. , Nasrollahzadeh Masouleh, M. , Ozmaie, S. and Bokaie, S. (2026). Ultrasonographic Evaluation of Morphological Characteristics and Volume of the Normal Thyroid Gland in Turkmen Horses and Its Association with Biochemical Parameters. *Journal of Veterinary Laboratory Research*, 18(1), 1-10. doi: [10.22075/jvlr.2026.39705.1195](https://doi.org/10.22075/jvlr.2026.39705.1195)





## ارزیابی اولتراسونوگرافی ویژگی‌های مورفولوژیک و حجم غده تیروئید طبیعی در اسب‌های ترکمن و ارتباط آن با پارامترهای بیوشیمیایی

میلاذ صمدی پور<sup>۱</sup> ID، محمد نصراله زاده ماسوله<sup>۱\*</sup> ID، سعید عظامی<sup>۱</sup>، سعید بکایی<sup>۲</sup> ID.

### خلاصه

این مطالعه به بررسی تاثیر سن، جنس و وزن بدن بر ابعاد غده تیروئید و پارامترهای بیوشیمیایی در اسب‌های ترکمن پرداخت. ۲۸ رأس اسب بر اساس سن (کمتر از ۳۶ ماه در برابر ۳۶ ماه و بیشتر) و جنس گروه‌بندی شدند. برای بررسی اثرات این عوامل بر ابعاد تیروئید و پارامترهای بیوشیمیایی سرم از مدل‌های آنالیز کوواریانس یک‌طرفه استفاده شد و وزن به عنوان متغیر همراه در نظر گرفته شد.

در ارتباط با ابعاد تیروئید، پارامتر جنس عامل معنی‌داری بر طول و حجم لوب‌های راست و چپ بود و این ابعاد در مادیان‌ها بزرگ‌تر بود. با این حال، مقادیر پایین مجذور R تعدیل‌شده (۰/۱۳ تا ۰/۲۱) نشان‌دهنده برازش بیش از حد مدل به دلیل حجم کم نمونه بود. برای پارامترهای بیوشیمیایی، وزن به طور معنی‌داری پیش‌بینی‌کننده مقادیر تری‌گلیسیرید، کلسترول، ALP، T4 و T3 بود ( $P < 0.05$ ). سن، تاثیر معنی‌داری بر ALT و جنس، تاثیر معنی‌داری بر ALP داشت. همچنین، مقادیر بالاتر مجذور R تعدیل‌شده (۰/۵۵۶ تا ۰/۷۹۶) برای این پارامترها نشان‌دهنده قابلیت اطمینان بیشتر مدل‌ها بود.

اگرچه جنس ممکن است بر ریخت‌شناسی غده تیروئید در اسب‌ها تاثیرگذار باشد، این یافته‌ها به دلیل برازش بیش از حد مدل، مقدماتی هستند. پارامترهای بیوشیمیایی ارتباط قوی‌تری با وزن، سن و جنس نشان دادند. برای تایید این مشاهدات، انجام مطالعات با حجم نمونه بیشتر ضروری است.

**واژه‌های کلیدی:** غده تیروئید، اسب ترکمن، اولتراسونوگرافی، پارامترهای بیوشیمیایی.

۱. گروه علوم درمانگاهی دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. بخش اپیدمیولوژی و بیماری‌های مشترک انسان و دام، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

\*نویسنده مسئول: [mnmasouleh@iau.ac.ir](mailto:mnmasouleh@iau.ac.ir)

DOI: [10.22075/jvlr.2026.39705.1195](https://doi.org/10.22075/jvlr.2026.39705.1195)

دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۲

بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۲۳

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۲

غده تیروئید به عنوان یکی از ارگان‌های کلیدی در پستانداران، نقش حیاتی در تنظیم متابولیسم پایه، رشد و تکامل اسکلتی-عضلانی، عملکرد قلبی-عروقی و به طور ویژه، توانایی ورزشکاری اسبها ایفا می‌کند. اختلال در عملکرد این غده می‌تواند به عوارضی از قبیل کاهش نرخ رشد، ضعف عضلانی و افت محسوس در کارایی ورزشی بیانجامد (Breuhaas, 2011).

غده تیروئید یک اندام نسبتاً کوچک اما مهم در اسب است و عملکرد آن عمدتاً مربوط به تولید و ذخیره هورمون‌های تیروئید T3 و T4 است که بر روی طیف گسترده‌ای از انواع بافت‌ها عمل می‌کند (Dellmann, 1993). این غده در ناحیه قدامی-شکمی گردن، بین حلقه سوم و ششم نای و دقیقاً در قسمت انتهایی حنجره و در مجاورت مستقیم ساختارهای حیاتی این ناحیه قرار دارد. غده تیروئید در دو سوی نای واقع شده و از نظر آناتومیک، در ارتباط نزدیک با شریان کاروتید مشترک و ورید ژوگولار داخلی در بخش‌های جانبی گردن قرار می‌گیرد. مری در موقعیت پشتی-داخلی نسبت به لوب‌های تیروئید قرار داشته و حنجره و نای به‌عنوان لندمارک‌های مرکزی، مرجع مهمی برای شناسایی موقعیت تیروئید محسوب می‌شوند (Budras et al., 2008).

به‌طور کلی، اندازه و عملکرد تیروئید در اسبها تحت تأثیر عواملی مانند نژاد، جنس، سن، وضعیت تغذیه‌ای، سطح فعالیت بدنی و شرایط محیطی قرار دارد (Budras et al., 2008; Bertin et al., 2024). بررسی دقیق‌تر این عوامل می‌تواند در درک بهتر تفاوت‌های مورفولوژیک و عملکردی تیروئید بین نژادهای مختلف مؤثر باشد.

اسب ترکمن، به عنوان یک نژاد اصیل و بومی ایران، دارای ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک منحصر به فردی است که احتمالاً بازتابی از سازگاری با محیط و تاریخچه پرورشی خاص این نژاد می‌باشد (Manoochehr et al., 2024). این ویژگی‌ها می‌توانند بر آناتومی و ابعاد غده تیروئید تأثیر مستقیم بگذارند. با این وجود، علیرغم اهمیت بالینی و پرورشی این نژاد، داده‌های جامع و دقیق مورفومتریک از غده تیروئید، شامل اندازه‌گیری‌های جزئی‌نگر و نیز تحلیل اثرات جداگانه جنس و سن، تاکنون به طور سیستماتیک مورد بررسی قرار نگرفته است.

لذا، تعیین مقادیر پایه و مرجع برای ویژگی‌های مورفولوژیک تیروئید در اسب‌های ترکمن می‌تواند ابزاری ارزشمند در اختیار دامپزشکان برای تشخیص دقیق‌تر و زود هنگام بیماری‌های مرتبط با تیروئید قرار دهد. علاوه بر این، این داده‌ها می‌توانند در مدیریت بهینه تغذیه و ارزیابی پتانسیل ورزشکاری این نژاد حیاتی باشند (Choi et al., 2014; Davies et al., 2010).

از جنبه علمی نیز، این اطلاعات، پایه‌ای مستحکم برای مطالعات آتی در زمینه برقراری ارتباط بین ریخت‌شناسی و سطوح هورمونی فراهم خواهند کرد.

بر این اساس، هدف اصلی این مطالعه، اندازه‌گیری دقیق پارامترهای مورفومتریک شامل طول، عرض، ارتفاع و حجم لوب‌های راست و چپ تیروئید و همچنین عرض ایستوموس در اسب‌های ترکمن سالم، بررسی اثر متغیرهای جنس و سن بر این پارامترها، و در نهایت مقایسه سیستماتیک یافته‌ها با داده‌های منتشر شده برای نژادهای عرب و اسب‌های بالغ (بدون ذکر نژاد) است.

## مواد و روش کار

### جامعه مورد مطالعه و معیارهای انتخاب

در این مطالعه توصیفی-مقایسه‌ای، ۲۸ رأس اسب ترکمن سالم (۱۰ نر و ۱۸ ماده) مورد بررسی قرار گرفتند. اسب‌های مورد مطالعه به‌صورت غیرتصادفی و با بازدید میدانی از چند باشگاه خصوصی نگهداری و پرورش اسب ترکمن واقع در استان البرز (کرج) انتخاب شدند. تمامی اسب‌ها از نظر شرایط مدیریتی و تغذیه‌ای تا حد امکان یکنواخت بودند. رژیم غذایی شامل علف خشک با کیفیت بالا، خوراک کنسانتره متناسب با سن و وزن و دسترسی آزاد به آب تازه و تمیز بود. همچنین هیچ‌یک از اسب‌ها سابقه دریافت لوئیتروکسین یا سایر داروهای مؤثر بر عملکرد غده تیروئید را نداشتند.

اسب‌ها بر اساس سن به دو گروه مجزا تقسیم شدند: گروه زیر ۳۶ ماه (۳ نر و ۸ ماده) و گروه ۳۶ ماه و بالاتر (۷ نر و ۱۰ ماده). سلامت کلی تمامی حیوانات بر اساس بررسی تاریخچه پزشکی، معاینه فیزیکی کامل و نتایج آزمایش‌های هماتولوژی (CBC) و پانل بیوشیمیایی سرم تأیید گردید.

### ارزیابی‌های بیوشیمیایی

پس از تأیید سلامت عمومی اسب‌ها، نمونه‌گیری خون از ورید ژوگولار هر اسب با استفاده از سرنگ و سوزن استریل

انجام شد. تمامی نمونه‌ها در ساعات صبح و پیش از تغذیه، در یک زمان استاندارد جمع‌آوری شدند تا اثر نوسانات شبانه‌روزی هورمون‌ها به حداقل برسد.

پارامترهای بیوشیمیایی سرم شامل پروفایل لیپیدی (کلسترول و تری‌گلیسیرید)، آنزیم‌های کبدی (AST, ALT, ALP) با استفاده از کیت تجاری (بایرکس فارس، ایران) و طبق دستورالعمل سازنده و نیز سطوح هورمون‌های تیروئیدی  $T3$ ,  $T4$  و  $TSH$  اندازه‌گیری شد.

### روش اولتراسونوگرافی و اندازه‌گیری‌های مورفومتریک

بررسی اولتراسونوگرافی غده تیروئید با استفاده از یک دستگاه سونوگرافی مدل  $EMP-N5$  مجهز به پروب خطی ( $linear$ ) با فرکانس ۷-۱۲ مگاهرتز و با قرارگیری اسب در حالت ایستاده انجام پذیرفت. ناحیه مورد نظر در بخش قدامی گردن تراشیده شد و از ژل سونوگرافی به عنوان کوپلانت استفاده گردید. به‌منظور به حداقل رساندن خطای ناشی از حرکت، سر حیوانات توسط یک دستیار به طور ثابت نگهداری شد.

در طی اولتراسونوگرافی، موقعیت غده تیروئید نسبت به ساختارهای مجاور مانند شریان کاروتید، ورید ژوگولار، نای و حنجره شناسایی و تأیید شد تا تفکیک دقیق لوب‌های تیروئید از سایر بافت‌های گردن تضمین گردد. در نمای عرضی ( $Transverse\ view$ )، پارامترهای عرض ( $W$ ) و ارتفاع ( $H$ ) و عرض ایستموس لوب‌های تیروئید ثبت گردید و طول ( $L$ ) لوب‌ها در نمای طولی ( $Longitudinal\ view$ ) اندازه‌گیری شد (تصویر ۱). حجم هر لوب تیروئید با استفاده از فرمول بیضوی زیر محاسبه گردید: ( $Shabana\ et\ al.,\ 2006$ )

$$V = (\pi \times L \times W \times H) / 6$$

حجم کل تیروئید از مجموع حجم لوب‌های راست و چپ به دست آمد.

### داده‌های مقایسه‌ای و محدودیت‌ها

داده‌های مربوط به حجم تیروئید در نژادهای عرب و اسب‌های بالغ (بدون ذکر نژاد) از مطالعات پیشین استخراج شد. در نژاد عرب،  $El-Sherif$  و همکاران (۲۰۲۳) ابعاد سه‌بعدی لوب‌های تیروئید (طول، عرض و ارتفاع) را به همراه حجم لوب‌های راست و چپ اندازه‌گیری و گزارش نموده‌اند. همچنین، در مطالعات انجام شده بر روی اسب‌های بالغ، ابعاد سه‌بعدی لوب‌های تیروئید و نیز حجم

لوب‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (Viana et al., 2019). با وجود این بررسی‌های نسبتاً جامع، داده‌های دقیقی در مورد اندازه عرض ایستموس، چه در اسب‌های عرب و چه در اسب‌های بالغ، همچنان محدود و به‌ندرت ارائه شده است. این کمبود اطلاعات به ویژه در اسب ترکمن، لزوم انجام مطالعات آناتومیکی دقیق‌تر را برای درک بهتر ساختار و عملکرد غده تیروئید در نژادهای مختلف اسب آشکار می‌سازد و اهمیت آن را دوچندان می‌کند.

### تحلیل آماری

تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار  $SPSS$  نسخه ۲۶ انجام شد. نرم‌الیتی داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک تأیید گردید. برای مقایسه پارامترهای مورفومتریک از آزمون آنالیز کوواریانس یک‌طرفه  $ANCOVA$  استفاده شد و برای تعیین تفاوت‌های خاص بین گروه‌ها، آزمون تعقیبی توکی به کار رفت. سطح معنی‌داری در تمامی آزمون‌ها  $\alpha = 0.05$  در نظر گرفته شد.

### نتایج

#### ویژگی‌های مورفومتریک غده تیروئید در اسب ترکمن

یک تحلیل کوواریانس یک‌متغیره برای ارزیابی تأثیر جنسیت و گروه سنی (کمتر از ۳۶ ماه در مقابل مساوی یا بیشتر از ۳۶ ماه) بر ابعاد مختلف غده تیروئید در اسب‌های نژاد ترکمن، با کنترل وزن بدن به عنوان متغیر کوواریت انجام شد. میانگین‌های حاشیه‌ای با در نظر گرفتن کوواریت وزن، که در مدل‌ها با مقادیر ۲۹۷.۵۰ کیلوگرم، ۲۹۵.۵۶ کیلوگرم، ۳۰۲.۶۷ کیلوگرم و ۳۰۱.۰۳ کیلوگرم برای متغیرهای وابسته مختلف ظاهر شد، برآورد گردیدند.

مدل‌های کلی تنها برای طول لوب چپ از نظر آماری معنی‌دار بودند ( $P=0.040$  و  $32.0\%$  از واریانس آن را توضیح می‌دادند ( $R^2=0.320$ ). مدل‌ها برای سایر متغیرهای وابسته معنی‌دار نبودند ( $P>0.05$ ).

مقادیر  $R^2$  تعدیل‌شده - که تعداد پیش‌بین‌کننده‌ها در مدل را نسبت به حجم نمونه در نظر می‌گیرد - به طور قابل توجهی پایین‌تر از مقادیر  $R^2$  برای اکثر متغیرها بودند (به عنوان مثال، از ۰.۲۷۸ به ۰.۱۵۲ برای طول لوب راست، و از ۰.۱۵۹ به ۰.۰۱۳ برای عرض لوب راست کاهش یافت). این کاهش قابل توجه نشان می‌دهد که مدل‌ها ممکن است به دلیل حجم نمونه محدود نسبت به تعداد پیش‌بین‌کننده‌ها،

بیش‌برازش شده باشند و بنابراین نتایج باید با احتیاط تفسیر شوند.

پس از تعدیل برای وزن، هیچ اثر اصلی معنی‌داری از وزن یا سن بر هیچ‌یک از اندازه‌گیری‌های تیروئید یافت نشد ( $P > 0.05$ ). علاوه بر این، هیچ اثر تعامل معنی‌دار سن و جنسیت برای هیچ‌یک از متغیرهای وابسته مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

با این حال، جنسیت به عنوان یک عامل معنی‌دار برای چندین بعد ظاهر شد:

**طول لوب راست:** یک اثر اصلی معنی‌دار برای جنسیت یافت شد  $F_{1, 23} = 5.07$ ،  $p = 0.034$ ، به طوری که ماده‌ها (میانگین =  $41.64$  میلی‌متر، خطای استاندارد =  $0.74$ ) طول بیشتری نسبت به نرها (میانگین =  $38.80$  میلی‌متر، خطای استاندارد =  $1.10$ ) داشتند.

**حجم لوب راست:** جنسیت همچنین اثر معنی‌داری در حجم لوب راست داشت  $F_{1, 23} = 53.5$ ،  $p = 0.028$ ، به طوری که ماده‌ها (میانگین =  $9365.08$  میلی‌مترمکعب، خطای استاندارد =  $415.67$ ) حجم بیشتری نسبت به نرها (میانگین =  $7693.58$  میلی‌مترمکعب، خطای استاندارد =  $613.33$ ) نشان دادند.

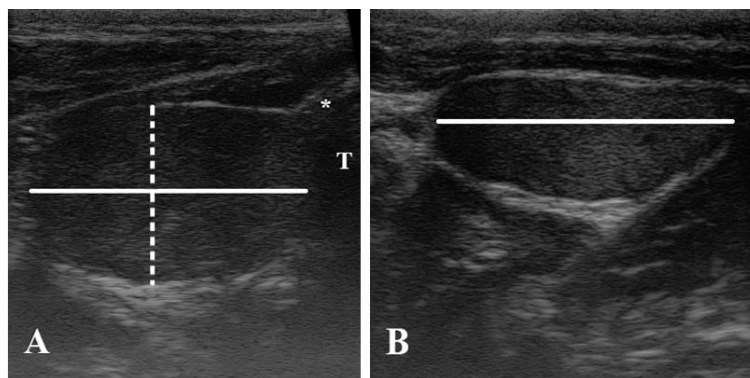
**طول لوب چپ:** یک اثر معنی‌دار جنسیت مشاهده شد  $F_{1, 23} = 6.02$ ،  $p = 0.021$ ، که در آن ماده‌ها (میانگین =  $43.41$  میلی‌متر، خطای استاندارد =  $0.76$ ) طول بیشتری در مقایسه با نرها (میانگین =  $40.45$  میلی‌متر، خطای استاندارد =  $1.07$ ) داشتند.

**حجم لوب چپ:** اثر جنسیت درست بالاتر از آستانه مرسوم برای معنی‌داری بود  $F_{1, 23} = 4.17$ ،  $p = 0.052$ ، و دوباره ماده‌ها (میانگین =  $10117.87$  میلی‌مترمکعب، خطای استاندارد =  $5888.80$ ) حجم بیشتری نسبت به نرها (میانگین =  $8183.97$  میلی‌مترمکعب، خطای استاندارد =  $828.55$ ) نشان دادند.

هیچ تفاوت معنی‌دار جنسیتی برای عرض‌ها، ضخامت‌های لوب‌ها یا عرض ایستموس تیروئید تشخیص داده نشد ( $P > 0.05$ ). همچنین میانگین عرض ایستموس در تمامی اسب‌های مورد مطالعه  $3.4$  میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

#### مقایسه حجم تیروئید بین نژادهای مختلف

همان‌گونه که در جدول ۱ مقایسه توصیفی حجم کل تیروئید و حجم لوب‌های مجزای آن بین نژاد ترکمن، نژادهای عرب و اسب‌های بالغ (بدون ذکر نژاد) مشاهده می‌شود، میانگین حجم کل غده تیروئید در اسب‌های نژاد ترکمن  $(18.21 \pm 2.87 \text{ cm}^3)$  مقداری بیشتر از نژاد عرب  $(16.39 \pm 3.88 \text{ cm}^3)$  بود. همچنین، هر دو نژاد ترکمن و عرب حجم تیروئید بیشتری نسبت به اسب‌های بالغ (بدون ذکر نژاد)  $(13.03 \pm 4.91 \text{ cm}^3)$  نشان دادند. توجه داشته باشید که داده‌های نژاد عرب و اسب‌های بالغ (بدون ذکر نژاد) از مطالعات پیشین استخراج شده‌اند و احتمالاً از دستگاه‌ها، اپراتورها و روش‌های اندازه‌گیری متفاوتی استفاده شده است. بنابراین، این مقایسه‌ها صرفاً به صورت توصیفی ارائه شده و تحلیل آماری روی آن‌ها انجام نشده است.



تصویر ۱- نمای اولتراسونوگرافی غده تیروئید در اسب ترکمن.

A: نمای عرضی؛ خط ممتد (عرض لوب)، خط چین (ارتفاع لوب)، T (نای)، ستاره (عرض ایستموس)

B: نمای طولی؛ خط ممتد نشان دهنده طول لوب تیروئید

جدول ۱- مقایسه حجم تیروئید (cm<sup>3</sup>) همراه با انحراف معیار (SD) بین نژادهای ترکمن، عرب و اسب بالغ (بدون ذکر نژاد)

نژاد	حجم لوب راست	حجم لوب چپ	حجم کل تیروئید
ترکمن (مطالعه حاضر) (n=۲۸)	8.81 ± 1.72	9.40 ± 2.30	18.21 ± 2.87
عرب (El-Sherif et al., 2023) (n=۳۲)	7.65 ± 2.79	8.74 ± 2.69	16.39 ± 3.88
اسب بالغ (Viana et al., 2019) (n=۱۱)	6.11 ± 2.19	6.96 ± 3.06	13.03 ± 4.91

### شاخص‌های بیوشیمیایی و هورمونی

برای پارامترهای اندازه‌گیری شده از داده‌های تحقیقاتی اخیر (Breuhaus, 2011; Pires et al., 2025).

مقادیر شاخص‌های بیوشیمیایی و هورمونی اندازه‌گیری شده در اسب‌های ترکمن مورد مطالعه، همگی در محدوده طبیعی برای اسب‌های سالم قرار داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر آنالیزهای بیوشیمیایی و هورمونی در اسب ترکمن همراه با انحراف معیار

پارامتر	مقادیر در اسب ترکمن	مقادیر مرجع	واحد
Triglycerides	23.0 ± 8.9	10.5 – 38.6	mg/dL
Cholesterol	94.4 ± 16.6	58.6 – 125.2	mg/dL
AST	269.8 ± 74.4	150.7 – 345.1	IU/L
ALT	9.9 ± 2.9	2.6 – 25.0	IU/L
ALP	132.7 ± 38.3	60.7 – 227.4	IU/L
Total T4	35	6.0 – 46.0	nmol/L
T3	~1.0	0.3 – 2.9	nmol/L
TSH	0.7	0.02 – 0.97	ng/mL

وابسته از نظر آماری معنی‌دار بودند ( $P < 0.05$ )، که نشان می‌دهد ترکیب وزن، سن، جنسیت و اثر تعاملی آن‌ها قادر به پیش‌بینی معنی‌دار هر یک از پارامترها است. مدل‌ها نسبت قابل توجهی از واریانس را برای اکثر متغیرها توضیح دادند، به طوری که مقادیر  $R^2$  از ۰/۶۲۲ برای T4 تا ۰/۸۲۶ برای TG متغیر بود. مقادیر  $R^2$  تعدیل شده - که تعداد پیش‌بین‌کننده‌ها در مدل را در نظر می‌گیرد - برای اکثر پارامترها نسبتاً بالا باقی ماند (از ۰/۵۵۶ برای T4 تا ۰/۷۹۶ برای TG متغیر)، که بیانگر برازش خوب مدل علی‌رغم حجم نمونه است. با این حال، مدل برای TSH کاهش بیشتری را از  $R^2 = 0.389$  به تعدیل شده  $0.283 = R^2$  نشان داد، که حاکی از آن است که پیش‌بین‌کننده‌ها واریانس کمتری را در سطوح TSH توضیح دادند.

اثر وزن: وزن بدن یک متغیر کوواریت معنی‌دار برای

مطالعات مقایسه‌ای نشان می‌دهند که حجم تیروئید در نژادهای ترکمن و عرب، به میزان قابل توجهی بزرگ‌تر از نژاد اسب‌های بالغ (بدون ذکر نژاد) است. با این وجود، سطوح هورمون‌های تیروئیدی (T3, T4, TSH) در هر سه نژاد در محدوده نرمال و مشابهی گزارش شده است. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که افزایش فیزیولوژیکی حجم غده تیروئید در نژادهای ترکمن و عرب، یک ویژگی آناتومیک طبیعی و فاقد تظاهر بالینی است و عملکرد غده در حالت یوتیروئید باقی می‌ماند.

یک سری مدل‌های تحلیل کوواریانس یک‌متغیره برای بررسی اثرات گروه سنی و جنسیت بر پارامترهای بیوشیمیایی سرم و سطوح هورمون‌های تیروئیدی، با در نظر گرفتن وزن بدن به عنوان متغیر کوواریت، انجام شد.

مدل کلی: مدل‌های تصحیح‌شده کلی برای تمام متغیرهای

چندین پارامتر بود:

TG (F(1, 23) = 15.83, P = 0.001)

Cholesterol (F(1, 23) = 16.18, P = 0.001)

ALP (F(1, 23) = 4.33, P = 0.049)

T4 (F(1, 23) = 6.74, P = 0.016)

T3 (F(1, 23) = 4.78, P = 0.039)

وزن تأثیر معنی‌داری بر سطوح ALT، AST یا TSH نداشت ( $P > 0.05$ ).

**اثر سن:** یک اثر اصلی معنی‌دار سن تنها برای ALT یافت شد ( $F(1, 23) = 9.90, P = 0.005$ ). میانگین‌های حاشیه‌ای برآورد شده، که برای وزن تعدیل شده بودند، نشان دادند که اسب‌های گروه سنی مساوی یا بیشتر از ۳۶ ماه به طور معنی‌داری سطوح ALT بالاتری ( $11.68 \pm 0.56$  U/L) در مقایسه با گروه کمتر از ۳۶ ماه ( $7.59 \pm 0.86$  U/L) داشتند. سن برای هیچ‌یک از سایر پارامترهای بیوشیمیایی یا هورمونی یک پیش‌بین‌کننده معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ), اگرچه اثر آن بر TSH نزدیک به معنی‌داری بود ( $P = 0.058$ ).

**اثر جنسیت:** یک اثر اصلی معنی‌دار جنسیت تنها برای ALP مشاهده شد ( $F(1, 23) = 4.76, P = 0.040$ ). مادیان‌ها به طور معنی‌داری سطوح ALP بالاتری نسبت به نریان نشان دادند. اثر جنسیت بر ALT نزدیک به معنی‌داری آماری بود اما به آن نرسید ( $P = 0.056$ ). هیچ تفاوت معنی‌دار جنسیتی دیگری برای پارامترهای باقی‌مانده تشخیص داده نشد ( $P > 0.05$ ).

اثرات تعاملی: هیچ اثر تعاملی معنی‌دار سن و جنسیت برای هیچ‌یک از پارامترهای بیوشیمیایی یا هورمونی یافت نشد ( $P > 0.05$ ), که نشان می‌دهد اثر سن بر این متغیرها بین نرها و ماده‌ها متفاوت نبود.

## بحث

مطالعه حاضر به بررسی عوامل مؤثر بر ابعاد غده تیروئید در اسب‌های ترکمن پرداخت. یافته‌های ما نشان می‌دهد که جنسیت یک تعیین‌کننده مهم اندازه تیروئید، به ویژه برای طول و حجم لوب‌ها است، به طوری که مادیان‌ها ابعاد بزرگ‌تری نسبت به نریان از خود نشان می‌دهند. این الگو در هر دو لوب راست و چپ سازگار بود. یک توضیح احتمالی برای این تفاوت می‌تواند مربوط به تأثیرات هورمونی، به ویژه استروژن، باشد که به تأثیرگذاری بر رشد بافت و عروقی شدن (رگ‌زایی) شناخته شده است. تحقیقات

بیشتری برای بررسی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی زمینه‌ساز این دوشکلی جنسی در غدد تیروئید اسب مورد نیاز است. در مقابل جنسیت، سن (طبق تعریف دو گروه سنی ما) و وزن بدن تأثیر معنی‌داری بر هیچ‌یک از پارامترهای اندازه‌گیری شده تیروئید نداشتند. این نشان می‌دهد که در محدوده سنی جمعیت مورد مطالعه، و پس از در نظر گرفتن وزن، تغییرات مرتبط با سن در اندازه تیروئید ممکن است حداقل یا بسیار متغیر باشند. عدم وجود اثر وزن جالب توجه است و حاکی از آن است که ابعاد تیروئید صرفاً تابعی از اندازه کلی بدن نیستند، بلکه توسط عوامل مستقل دیگری تنظیم می‌شوند.

توجه به این نکته مهم است که اگرچه تفاوت‌های جنسیتی معنی‌داری برای چندین بعد یافت شد، مدل‌های آماری کلی عمدتاً غیرمعنی‌دار بودند و مقادیر  $R^2$  نسبتاً پایین بودند (از ۰.۰۶ تا ۰.۳۲۰ متغیر). این نشان می‌دهد که متغیرهای گنجانده شده در مدل‌های ما - جنسیت، سن و وزن - تنها بخش کوچک تا متوسطی از واریانس کل ابعاد تیروئید را توضیح می‌دهند. مقادیر پایین  $R^2$  تعدیل‌شده، به طور خاص، نشان‌دهنده این است که مدل‌ها ممکن است به دلیل حجم نمونه محدود نسبت به تعداد پیش‌بین‌کننده‌ها، بیش‌برازش شده باشند. این محدودیت بیشتر توسط حجم نمونه کوچک تأکید می‌شود، که تفسیر محتاطانه یافته‌ها را ضروری می‌سازد.

یافته‌های توصیفی این مطالعه نشان داد که حجم کل غده تیروئید در اسب‌های ترکمن و عرب بیشتر از نژاد اسب‌های بالغ (بدون ذکر نژاد) است. این نتایج، نقش تعیین‌کننده نژاد را به عنوان یک فاکتور اصلی در مورفولوژی تیروئید تأیید می‌کند و احتمالاً بازتابی از تفاوت‌های ژنتیکی و سابقه تکاملی متمایز این نژادها است (Viana et al., 2019; Bertin et al., 2024).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تفاوت‌های حجمی غده تیروئید بین اسب ترکمن، اسب عرب بالغ و اسب‌های بالغ (بدون ذکر نژاد)، حاصل تغییرات هماهنگ در ابعاد سه‌بعدی لوب‌های تیروئید بوده و به افزایش انتخابی یک بعد خاص محدود نمی‌شود. مقایسه این داده‌ها نشان می‌دهد که افزایش حجم تیروئید در اسب ترکمن عمدتاً ناشی از افزایش همزمان طول و عرض لوب‌ها و تا حدی ضخامت آن‌ها است، در حالی که نسبت‌های آناتومیک بین ابعاد سه‌گانه در هر سه گروه، الگوی نسبتاً متعادلی را حفظ

کرده‌اند. بنابراین، اختلافات حجمی مشاهده‌شده بین نژادها احتمالاً بازتابی از تفاوت‌های نژادی، جثه بدنی و ویژگی‌های مورفولوژیک غده تیروئید بوده و نه ناشی از رشد نامتقارن در یک بعد خاص.

در جمعیت مورد مطالعه‌ی اسب‌های ترکمن، لوب‌های راست و چپ تیروئید تقریباً متقارن بودند و اسب‌های ماده به‌طور میانگین حجم بزرگ‌تری نسبت به نرها داشتند. در این پژوهش، تمامی مادبان‌های مورد بررسی غیرآبستن بودند و در زمان انجام سونوگرافی تیروئید، هیچ‌گونه شواهدی از آبستنی در آن‌ها وجود نداشت. بدین‌ترتیب، اثرات احتمالی تغییرات فیزیولوژیک مرتبط با آبستنی بر حجم و ویژگی‌های سونوگرافیک غده تیروئید در نتایج این پژوهش دخیل نبوده است. همچنین، اگرچه داده‌ها بر اساس سن دسته‌بندی شدند، اما در مطالعه‌ی حاضر تفاوت معناداری از نظر حجم تیروئید بین گروه‌های سنی مشاهده نشد. این امر می‌تواند ناشی از آن باشد که بیشتر اسب‌های زیر ۳۶ ماه در محدوده‌ی سنی نزدیک به سن بلوغ قرار داشتند و سن آن‌ها به‌طور نسبی به ۳۶ ماهگی نزدیک بود. با این حال، بررسی دقیق‌تر اثر سن بر رشد و تغییرات تیروئید مستلزم انجام مطالعات طولانی‌مدت با تفکیک سنی دقیق‌تر است (Bremner et al., 2012).

نکته حائز اهمیت این است که علیرغم حجم بزرگ‌تر تیروئید در اسب‌های ترکمن، سطوح هورمون‌های T3، T4، و TSH در محدوده طبیعی قرار داشت. این مشاهده، هم‌خوانی کاملی با بزرگ‌تر بودن غده دارد و نشان می‌دهد که افزایش حجم، با حفظ هومئوستاز هورمونی و عملکرد طبیعی (حالت یوتیروئید) همراه است (Bertin et al., 2023). این پدیده می‌تواند نشان‌دهنده یک تطابق فیزیولوژیک برای تأمین نیازهای متابولیک بالقوه بالاتر در این نژاد باشد، بدون آن‌که به وضعیت پرکاری تیروئید (هیپرتیروئیدیسم) منجر شود.

تجزیه و تحلیل پارامترهای بیوشیمیایی و هورمونی سرم چندین یافته مهم را در مورد عوامل مؤثر بر این متغیرها در اسب‌ها آشکار ساخت. یک مشاهده کلیدی، اثر ثابت و معنی‌دار وزن بدن بر پارامترهای متعددی از جمله TG، کلسترول، ALP، T4 و T3 بود. این نشان می‌دهد که عملکردهای متابولیک و غدد درون‌ریز در اسب‌ها ارتباط نزدیکی با توده بدن دارند. حیوانات سنگین‌تر تمایل به داشتن پروفایل‌های لیپیدی و سطوح هورمون تیروئیدی

متفاوتی داشتند، که ممکن است منعکس‌کننده تفاوت در میزان متابولیسم پایه، وضعیت تغذیه‌ای یا ذخیره چربی باشد. ارتباط مثبت بین وزن و ALP می‌تواند مربوط به متابولیسم استخوان یا عملکرد کبد در حیوانات بزرگ‌تر باشد.

تفاوت معنی‌دار مرتبط با سن در سطوح ALT قابل توجه است. اسب‌های با سن ۳۶ ماه و بالاتر، غلظت ALT بالاتری نسبت به اسب‌های جوان‌تر داشتند. ALT آنزیمی است که معمولاً با عملکرد کبد مرتبط است، و اگرچه افزایش‌های خفیف می‌تواند به دلایل مختلف رخ دهد، این یافته ممکن است نشان‌دهنده تغییرات مرتبط با سن در متابولیسم کبدی یا توده عضلانی باشد. با این حال، تمام مقادیر در محدوده‌های طبیعی بالینی برای اسب‌ها باقی ماندند که بیانگر تغییرات فیزیولوژیک به جای پاتولوژیک است.

در مورد تفاوت‌های جنسیتی، مادبان‌ها سطوح ALP به‌طور معنی‌دار بالاتری در مقایسه با نرها نشان دادند. ALP آنزیمی با پراکندگی وسیع است که در واکنش‌های دفسفوریل‌اسیون نقش دارد و در استخوان، کبد و روده یافت می‌شود. سطوح بالاتر در مادبان‌ها به‌طور بالقوه می‌تواند تحت تأثیر عوامل هورمونی، مانند استروژن، که به تأثیرگذاری بر متابولیسم استخوان و فعالیت ALP شناخته شده است، باشد. به‌طور جایگزین، ممکن است منعکس‌کننده تفاوت در نیازهای متابولیک بین دو جنس باشد. اثر نزدیک به معنی‌دار جنسیت بر ALT ( $P=0.056$ ) همچنین به تفاوت‌های احتمالی مرتبط با جنس در فعالیت آنزیم‌های کبدی یا عضلانی اشاره دارد که بررسی بیشتر با حجم نمونه‌های بزرگ‌تر را ایجاب می‌کند.

قابل توجه است که سن و جنسیت، تأثیر معنی‌داری بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی نداشتند (به استثنای اثرات وزن). این نشان می‌دهد که در جمعیت مورد مطالعه، عملکرد تیروئید پس از در نظر گرفتن وزن بدن، در گروه‌های سنی مختلف و بین دو جنس نسبتاً پایدار است. عدم وجود اثرات معنی‌دار سن یا جنسیت بر TSH، علی‌رغم روند نزدیک به معنی‌دار برای سن ( $P=0.058$ )، حاکی از آن است که محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-تیروئید ممکن است به خوبی تنظیم شده و در برابر تغییرات جمعیت‌شناختی در اسب‌های سالم مقاوم باشد.

عدم وجود هرگونه اثر تعاملی معنی‌دار بین سن و جنسیت نشان می‌دهد که این عوامل به طور مستقل بر پارامترهای بیوشیمیایی و هورمونی اندازه‌گیری شده اثر می‌گذارند و هیچ شواهدی دال بر متفاوت بودن اثرات سن بین نرها و ماده‌ها وجود ندارد.

### محدودیت‌ها و پیشنهادات برای مطالعات آینده

یکی از محدودیت‌های این پژوهش، عدم امکان بررسی کامل ایستموس غده تیروئید در اسب‌ها بود. به دلیل جثه بزرگ اسب‌ها و ویژگی‌های آناتومیک ایستموس تیروئید، این ساختار در تمامی موارد به‌طور یکنواخت در محدوده میدان دید پروب سونوگرافی قرار نمی‌گرفت. در نتیجه، ثبت هم‌زمان و دقیق تمامی ابعاد ایستموس در یک نما امکان‌پذیر نبود. از این رو، تنها عرض ایستموس که به‌صورت پایدار و قابل تکرار قابل مشاهده و اندازه‌گیری بود، مورد ارزیابی قرار گرفت. این محدودیت می‌تواند بر امکان محاسبه حجم دقیق ایستموس تأثیرگذار باشد و در تفسیر نتایج باید مدنظر قرار گیرد.

همچنین، اگرچه مدل‌ها قدرت توضیح‌دهندگی خوبی برای اکثر پارامترها نشان دادند، چندین محدودیت باید مورد توجه قرار گیرند. اول، حجم نمونه نسبتاً کوچک ( $n=28$ )، خطای نوع دوم را افزایش می‌دهد؛ به ویژه برای اثراتی که نزدیک به معنی‌داری بودند اما به آن نرسیدند (مانند اثر جنسیت بر ALT و اثر سن بر TSH). دوم، طراحی مقطعی امکان نتیجه‌گیری درباره تغییرات طولی در طول زمان را در یک حیوان خاص نمی‌دهد. سوم، سایر متغیرهای مخدوش‌کننده بالقوه مانند نژاد، رژیم غذایی، فصل، وضعیت تولیدمثلی و زمان نمونه‌گیری کنترل نشدند و ممکن است بر نتایج تأثیر گذاشته باشند.

### نتیجه‌گیری

این مطالعه شواهد مقدماتی ارائه می‌دهد که نشان می‌دهد جنسیت بر طول و حجم لوب تیروئید در اسب‌ها تأثیر می‌گذارد، به طوری که مادیان‌ها، غده تیروئید بزرگ‌تری نسبت به نرها دارند. با این حال، با توجه به غیرمعنی‌دار بودن مدل‌های کلی و حجم نمونه کوچک، این نتایج باید به صورت اکتشافی در نظر گرفته شوند. مطالعات آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر برای تأیید این یافته‌ها و بررسی سایر عوامل بالقوه مؤثر، مانند نژاد، نمره وضعیت بدنی، وضعیت هورمونی یا تأثیرات ژنتیکی، مورد نیاز است.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از تمامی کسانی که در این مطالعه ما را یاری کردند، به ویژه شرکت تجهیزات پزشکی زکریای کبیر و مجموعه‌های نگهداری و پرورش اسب آیلند، اسواران و اشکان ابراز می‌دارند.

### تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌نمایند که در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

### مشارکت‌های نویسندگان

دکتر میلاد صمدی پور: اجرای طرح و جمع‌آوری داده‌ها، نگارش مقاله

دکتر محمد نصراله زاده ماسوله: نویسنده مسئول، نظارت بر انجام طرح، تفسیر و بررسی سونوگرام‌ها

دکتر سعید عظمایی: مشاوره و نظارت بر انجام طرح

دکتر سعید بکایی: آنالیز آماری، بررسی و ویرایش نهایی مقاله

### منابع مالی

تمامی منابع مالی این پژوهش با هزینه‌های شخصی تامین شده است.

### بیانیه اخلاقی

این مقاله مستخرج از پایان نامه دکتری تخصصی رادیولوژی دامپزشکی آقای میلاد صمدی پور دانش‌آموخته دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات با کد اخلاق (IR.IAU.SRB.REC.1402.185) بوده است.

## References

- Bertin, F.-R., Frank, N., Breuhaus, B. A., Schott, H. C., & Kritchevsky, J. E. (2023). Diagnosis and management of thyroid disorders and thyroid hormone supplementation in adult horses and foals. *Equine Veterinary Journal*. <https://doi.org/10.1111/evj.13981>
- Bremner, A. P., Feddema, P., Leedman, P. J., Brown, S. J., Beilby, J. P., Lim, E. M., Wilson, S. G., O'Leary, P. C., & Walsh, J. P. (2012). Age-related changes in thyroid function: A longitudinal study of a community-based cohort. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 97(5), 1554–1562. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-3020>
- Breuhaus, B. A. (2011). Disorders of the equine thyroid gland. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, 27(1), 115-128. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2010.12.002>
- Budras, K. D., Sack, W. O., & Rock, S. (2008) In: Budras K.D., Sack W.O. & Rock S. (Eds), *Anatomy of the Horse*. 5<sup>th</sup> ed. Schlütersche, Germany. 38-50.
- Choi, S. H., Kim, E.-K., Kim, S. J., & Kwak, J. Y. (2014). Thyroid ultrasonography: Pitfalls and techniques. *Korean Journal of Radiology*, 15(2), 267–276. <https://doi.org/10.3348/kjr.2014.15.2.267>
- Dellmann, H.D. (1993). Endocrine system. In: *Textbook of Veterinary Histology*, 4th edn., Ed: H.D. Dellmann, Lea and Febiger, Philadelphia. pp 277-279.
- Davies, S., Barber, D., Crisman, M., Tan, R., Larson, M., & Daniel, G. (2010). Quantitative pertechnetate thyroid scintigraphy and the ultrasonographic appearance of the thyroid gland in clinically normal horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51(6), 674–680. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2010.01721.x>
- El-Sherif, R., Mahmoud, A., & Farag, H. (2023). Ultrasonography of the thyroid gland in Arabian horses: Morphometric study. *Veterinary World*, 16(1), 34–42. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.34-42>
- Manoochehr, S., Mianji, G. R., Hafezian, S. H., & Zandi, M. B. (2024). Genomic scan for detection of copy number variations in Caspian and Turkman horses.
- Pires, M. J., Cotovio, M., Queiroga, F., Pires, C. A., & Silvestre-Ferreira, A. C. (2025). Reference Intervals for Biochemical Analytes in Clinically Healthy Adult Lusitano Horses. *Veterinary Sciences*, 12(7), 656. <https://doi.org/10.3390/vetsci12070656>
- Shabana, W., Peeters, E., & De Maeseneer, M. (2006). Measuring thyroid gland volume: should we change the correction factor?. *American Journal of Roentgenology*, 186(1), 234-236.
- Viana, G. F., Carandina, L., Hataka, A., Midon, M., Sarkis, C. A., Filho, J. N. P., & Machado, V. M. de V. (2019). Ultrasonographic features of the normal thyroid gland in adult horses. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(11), 923–931. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-6144>