

مجله دامپزشکی ایران

صاحب امتیاز: دانشگاه شهید چمران اهواز

مدیرمسئول: دکتر منصور میاحی

سر دبیر

دکتر محمدرحیم حاجی حاجیکلائی

کارشناس مجله

منا عباسی

اعضاء هیأت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر معصومه احمدی زاده، استاد سم شناسی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
دکتر بهارک اختر دانش، استاد بیماری‌های داخلی دام‌های کوچک، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
دکتر علی بنی آدم، دانشیار جراحی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر مهدی پور مهدی بروجنی، دانشیار اپیدمیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر عباس جلودار، دانشیار ژنتیک ملکولی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر محمدرحیم حاجی حاجیکلائی، استاد بیماری‌های داخلی دام‌های بزرگ، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر حسین حمیدی نجات، استاد انگل شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر محمد راضی جلالی، استاد کلینیکال پاتولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر رضا رنجبر، دانشیار علوم تشریحی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر شیما شاهین دوران، استاد بیماری‌های داخلی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه مهمت آکیف ترکیه
دکتر مسعود رضا صیفی آباد شاپوری، استاد ویروس شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر ملیحه عباسعلی پور کبیره، استاد بیوشیمی بالینی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران
دکتر محمد کاظم غریب ناصری، استاد فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
دکتر مهری غفوریان بروجردنیا، استاد ایمونولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
دکتر مسعود قربانپور، استاد میکروبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز
دکتر گیتی کریم، استاد بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران
دکتر راگونات کوهلی، استاد جراحی و سر دبیر مجله انجمن ملی علوم دامپزشکی هندوستان
دکتر حسن مروتی، استاد بافت شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران
دکتر ثریا نائم، استاد انگل شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه
دکتر حسین نجف زاده ورزی، استاد فارماکولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل
دکتر فرید همت زاده، دانشیار ویروس شناسی، دانشکده علوم دامپزشکی، دانشگاه آدلاید، استرالیا

هیأت مشاورین علمی

اعضاء هیأت علمی کلیه دانشکده‌های دامپزشکی و دیگر دانشکده‌ها و مراکز تحقیقاتی ذریبند کشور

آدرس پستی سر دبیر

اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده دامپزشکی، سر دبیر مجله علمی، کد پستی ۶۱۳۵۵، صندوق پستی ۱۴۵

تلفن و دورنگار: ۳۳۳۳۶۳۱۲ (۰۶۱)

E-mail: ivj@scu.ac.ir

- این مجله به استناد نامه شماره ۵۴۵/۲۹۱۰ مورخ ۸/۵/۸۴ کمیسیون برر سی ذرییات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری دارای درجه علمی - پژوهشی می‌باشد.
- این مجله در فهرست ذرییات علمی پژوهشی معتبر ISC که دارای ضریب تأثیر (IF) می‌باشند، قرار دارد. این اعتبار از سوی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تعیین شده است و در آئین نامه ارتقای مرتبه علمی دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.
- متن کامل مقالات در پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) قابل دسترسی می‌باشد.

چاپ و صحافی

مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری و پایگاه استنادی جهان اسلام

بسم الله الرحمن الرحيم

مجله دامپزشکی ایران

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

- ۱ • راهنمای تدوین مقاله
- ۵ • تأثیر نانوذرات نقره سنتز شده از ماکرو جلبک *سیستوسیرا ایندیکا* بر برخی شاخص‌های ایمنی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)
سراج بی‌تا و مهرزاد مصباح
- ۱۸ • تأثیر مدیریت تغذیه‌ای، اندازه گله و موقعیت جغرافیایی بر غلظت فلزات سنگین در محصولات دامی: مطالعه موردی در گاوداری‌های استان اصفهان
سعید جلالی جلال‌آبادی، آرش امید، آریا رسولی، مهدی محبی‌فانی و بهنام کشاورزی
- ۳۲ • ارزیابی تجویز داخل وریدی یا موضعی دکزامتازون بر بلوک شبکه بازویی با لیدوکائین در گوسفند پروانه صادقی، هادی ایمانی‌راستایی، معصومه عزتی‌گیوی و کاوه خزائیل
- ۴۱ • تأثیر حالت‌گماری در اندازه‌گیری ابعاد کلیه به روش اولتراسونوگرافی در سگ‌های سالم
علیرضا غدیری، بهمن مصلی‌نژاد و مرضیه رسولی
- ۵۲ • مقایسه اثر تجویز داخل‌استخوانی و داخل‌وریدی میدازولام-کتامین بر پارامترهای بالینی، قلبی-ریوی و هماتولوژی در سگ
سعید غلامی، علی بنی‌آدم، سروش سابیزا و سیده میثاق جلالی
- ۶۴ • ارزیابی به کارگیری حمام‌های سم و شیوع لنگش در گاوداری‌های صنعتی شهرستان مشهد
فاطمه کهنسال، مرضیه فائزی و احمدرضا محمدنیا
- ۷۶ • بررسی اثر لوامیزول بر برخی فاکتورهای استرس اکسیداتیو در لاک‌پشت‌های خزری
محمدرضا یوسفی و سارا ذبیحی
- ۸۹ • بررسی مولکولی و هماتولوژیک آلودگی به *آناپلازما مارژیناله* در بزهای بومی و نجدی اهواز
حسین حمیدی نجات، علی عباس نیکوند، مریم عباس‌زاده، سیده میثاق جلالی و سمیه بهرامی
- ۹۸ • خلاصه انگلیسی مقاله‌ها

راهنمای تدوین مقاله جهت چاپ در نشریه دامپزشکی ایران

ب) مقاله پژوهشی کوتاه

این مقاله از جهت نوع کار و نحوه تدوین همانند مقاله پژوهشی است ولی با توجه به اهمیت و نتایج حاصل از پژوهش، مقاله بصورت فشرده و حداکثر در ۶ صفحه مجله ارائه گردد. همچنین لازم است بترتیب دارای عنوان، خلاصه فارسی، کلمات کلیدی، مقدمه، مواد و روش کار، نتایج، بحث، فهرست منابع و خلاصه انگلیسی باشد.

ج) گزارش درمانگاهی

این گزارش‌ها، موارد نادر و آموزنده درمانگاهی و آزمایشگاهی را در بر گرفته و بترتیب دارای عنوان، خلاصه فارسی، کلمات کلیدی، مقدمه، تاریخچه، روش تشخیص، بحث و نتیجه‌گیری، فهرست منابع و خلاصه انگلیسی می‌باشند و نباید از ۴ صفحه مجله تجاوز نمایند.

نکات ضروری جهت تدوین و ارسال مقاله

۱- عنوان مقاله، رسا و در حد امکان مختصر و در برگیرنده کل مطالب مقاله باشد.
عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نویسنده یا نویسندگان با ذکر رتبه علمی یا دانشگاهی به دو زبان فارسی و انگلیسی همراه با نشانی کامل پستی، شماره تلفن همراه یا ثابت، دورنما و آدرس الکترونیکی نویسنده مسئول در صفحه جداگانه‌ای (صفحه اول) درج گردد.

هدف از انتشار مجله دامپزشکی ایران، چاپ مقالات تحقیقاتی - پژوهشی در رشته‌های مختلف دامپزشکی، پزشکی، زیست‌شناسی و دیگر علوم مرتبط با کاربرد علمی و عملی در دامپزشکی و پزشکی، می‌باشد. مقالاتی در این نشریه به چاپ خواهند رسید که حاوی یافته‌های جدید در رشته‌های تخصصی دامپزشکی باشند. گزارش درمانگاهی (Case report) نیز در این مجله قابل چاپ می‌باشد. مقالات دریافت شده پس از بررسی اولیه و داوری توسط متخصصین مربوطه و با تصویب هیأت تحریریه به چاپ خواهند رسید. تمام یا قسمتی از مقاله ارسالی نباید قبلاً در نشریه‌ای به چاپ رسیده و یا اینکه همزمان به نشریه‌ای دیگر ارسال شده باشد. در صورتیکه مقاله‌ای قبلاً در کنگره و یا همایش علمی ارائه شده باشد، مشخصات کامل کنگره یا همایش مربوطه ذکر گردد. این مجله به صورت فصل‌نامه سالانه در چهار شماره چاپ و منتشر می‌گردد.

مقالات قابل چاپ

الف) مقاله پژوهشی

مقاله پژوهشی، نتیجه کار پژوهشی نویسنده یا نویسندگان بوده و بترتیب دارای عنوان، خلاصه فارسی، کلمات کلیدی، مقدمه، مواد و روش کار، نتایج، بحث، فهرست منابع و خلاصه انگلیسی می‌باشد و نباید از ۱۲ صفحه تجاوز نماید.

۲- **خلاصه مقاله:** با توجه به این که، مراجعه کنندگان به مقاله، در ابتدا از خلاصه مقاله جهت ارزیابی استفاده می‌کنند، و نظر به این که معمولاً خلاصه مقاله توسط مراکز و مؤسسات اطلاع رسانی علمی منتشر می‌گردد، لذا این قسمت از مقاله باید دقیق، روان و حداقل ۲۰۰ و حداکثر ۳۰۰ کلمه را در بر گرفته و بیانگر مسئله، هدف، روش کار، نتایج و نتیجه‌گیری کلی آن تحقیق باشد.

۳- **کلمات کلیدی** به عنوان معرف و راهنمای مقاله محسوب می‌شوند، حداقل در ۴ و حداکثر در ۸ کلمه از عنوان مقاله، انتخاب و در انتهای خلاصه فارسی آورده شوند.

۴- **مقدمه** در برگیرنده مطالبی در خصوص اهمیت تحقیق و سابقه علمی کار انجام شده می‌باشد.

۵- **مواد و روش کار** شامل شرح دقیق و کامل مواد مصرفی، تعداد، نوع و مشخصات نمونه‌ها، دستگاه‌هایی که اختصاصاً برای انجام پژوهش بکار رفته با ذکر مشخصات کامل آنها و روش اجرای کار می‌باشد. در صورتی که از روش‌های متداول استفاده شده باشد از شرح آنها خودداری و به ذکر مأخذ اکتفا گردد، ولی چنانچه از روش جدیدی استفاده شده باشد، شرح کامل آن روش همراه با ذکر اسامی علمی و منابع تهیه مواد مصرفی ضروری است. روش‌های آماری مورد استفاده به شیوه قابل درک و با استناد به مأخذ معتبر ارائه گردد.

۶- **نتایج** حاصل از تحقیق را می‌توان به صورت **جدول** با همه خطوط، نمودار و تصویر همراه با توضیحات

لازم ارائه نمود. تصاویر، جداول و نمودارها باید کاملاً روشن و براحتی قابل درک و در عین حال بیانگر واقعی نتایج حاصل از آزمایشات باشند. تصاویر و نمودارهای ارسالی واضح و از ارسال کپی آنها خودداری گردد. محورهای نمودار کاملاً تعریف شده باشد و از ذکر هرگونه توضیحات غیرضروری اجتناب گردد. هر کدام از جداول، نمودارها و تصاویر با شماره در متن مشخص و توضیحات جداول در بالای جدول و توضیحات نمودارها در زیر نمودار ارائه گردد. کلیه تصاویر، جداول و نمودارها در متن مقاله و در جای مناسب گنجانده شوند. داده‌های ارائه شده در جداول و یا تصاویر نباید در این بخش مورد بحث و تفسیر قرار گیرند. نتایج ارائه شده در جداول نباید به صورت دیگری مانند نمودار و یا متن نوشتاری در مقاله تکرار گردند.

۷- **در قسمت بحث**، نتایج ارائه شده باید مورد تجزیه و تحلیل و تفسیر قرار گیرند و توجه خواننده را به موضوع اصلی تحقیق، فرضیه‌های مطرح شده در بخش مقدمه و نتایج بدست آمده از تحقیق جلب نمایند. در این قسمت می‌توان در مورد روابط بین عوامل تاثیر گذار و یا کاستی‌های علمی و طرح پیشنهادات و نظرات جدید بحث کرد. حتی المقدور موارد اتفان نظر و یا اختلاف نتایج این تحقیق با تحقیقات انجام شده در این زمینه مورد بررسی قرار گیرد و بالاخره بر کاربردهای علمی و نظری دستاوردهای این تحقیق و استنتاج اساسی از این مطالعه تاکید نموده و از تکرار نتایج خودداری گردد.

۸- نویسنده یا نویسندگان می‌توانند از کمک‌های دیگران در انجام پژوهش و یا تهیه مقاله بنحو مقتضی تشکر و قدردانی نمایند. لازم به ذکر است، در صورت برخورداری از حمایت مالی و استفاده از وسایل آزمایشگاهی می‌توان محل تحقیق و نام آن مؤسسه و یا افراد مرتبط را ذکر نمود.

۹- خلاصه انگلیسی کاملاً مطابق با خلاصه فارسی مقاله باشد و حداکثر در ۳۰۰ کلمه ارائه گردد. ذکر مشخصات کامل نویسنده یا نویسندگان همانند بخش فارسی ولی به زبان انگلیسی در صفحه اول، ضروری است.

۱۰- فهرست منابع صرفاً شامل کتب و مقالات علمی معتبر می‌باشد و از پایان‌نامه‌ها، مقالات ارائه شده در همایش‌ها و کنگره‌های علمی و سایت‌های اینترنتی استفاده نگردد.

نحوه درج منابع در متن مقاله

لازم است تمام منابع مورد استفاده در متن مقاله با ذکر نام نویسنده یا نویسندگان به شرح ذیل مورد استفاده قرار گیرند:

در صورت ذکر منبع در انتهای پاراگراف مربوطه، روش اشاره به آن در انتهای پاراگراف و در داخل پرانتز به شکل مثال‌های ذیل می‌باشد:

اگر یک نفر نویسنده باشد، (Mellor 2005)، اگر دو نفر نویسنده باشند، (Arthur and Noakes 2011) و بیش از دو نفر نویسنده، (Pearson et al. 2012).

در صورت ذکر منبع در شروع پاراگراف مربوطه، روش اشاره به آن در ابتدای پاراگراف و بدون پرانتز به شکل مثال‌های ذیل می‌باشد:

اگر دو نفر نویسنده باشند Arthur و Noakes در سال ۲۰۱۱، گزارش نمودند که... و بیش از دو نفر نویسنده Pearson و همکاران در سال ۲۰۱۲ گزارش نمودند که...

نحوه ارائه فهرست منابع

کلیه منابع مورد استفاده در متن مقاله می‌بایست در فهرست منابع آورده شوند.

ضمناً کلیه منابع می‌بایست به زبان انگلیسی در فهرست منابع براساس حروف الفبا و بدون ذکر شماره نگاشته شوند. لازم به ذکر است که در خصوص منابع فارسی معادل انگلیسی آن آورده شده و در انتهای آن در درون پرانتز in persian آورده شود.

استفاده از پایان‌نامه، کنگره، کنفرانس، پروتکل و سایت در منابع قابل قبول نمی‌باشد.

نحوه نوشتن منابع در فهرست منابع مانند مثال‌های زیر است:

1- Arthur, G.H.; Noakes, D.E.; Pearson, H. and Parkinson, T.J. (1996). Veterinary Reproduction and Obstetrics. 7th ed. Saunders, London, Pp: 634-645.

2- Herbert, R.; Nanney, J. and Spano, J.S. (1986). Erythrocyte distribution in ducks. American Journal of Veterinary Research, 50 (2): 958-960.

ضمناً نام مجلات در قسمت منابع به طور کامل نوشته شود و از ذکر حروف اختصاری خودداری گردد. در

ارسال مقاله

مقالات از طریق سامانه الکترونیکی مجله به آدرس <http://www.ivj.ir> ارسال گردد.

مسئولیت مقاله

مسئولیت علمی و اخلاقی مقاله بر عهده نویسنده یا نویسندگان آن می‌باشد.

ارسال مقاله چاپ شده (Reprint)

به تعداد نویسندگان از مقاله چاپ شده برای نویسنده اول جهت توزیع بین دیگر نویسندگان مقاله، توسط پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) ارسال می‌گردد.

صورتی که تعداد نویسندگان مقاله از ۶ نفر بیشتر باشند بعد از نفر ششم با *et al.* ختم شود.

در صورتی که منبع، قسمتی از کتاب باشد نام خانوادگی نویسنده یا نویسندگان آن فصل کتاب همراه با حروف اول اسم، عنوان فصل، عنوان کتاب، نام خانوادگی نویسنده یا نویسندگان کتاب همراه با حروف اول اسم نویسنده، سال انتشار، شماره چاپ کتاب، محل انتشار کتاب و شماره صفحات ذکر گردد، مثال:

Macneely, M. Renal function. In: Gonnemwirth, A. and Jarret, L. (1988). *Clinical Laboratory Methods and Diagnosis*. 8th ed. London, Mosby, Pp: 504-509.

قابل توجه همکاران محترم

با توجه به این که نشریه دامپزشکی ایران براساس مصوبه هیأت تحریریه مورخ ۱۳۹۸/۲/۱۸ تصمیم دارد که یک شماره در سال را به زبان انگلیسی منتشر نماید، لذا جهت آگاهی از نحوه تنظیم و ارسال مقاله به زبان انگلیسی خواهشمند است به قسمت *Guide for Authors* در سایت نشریه به آدرس www.ivj.ir، مراجعه نمایید.

تأثیر نانوذرات نقره سنتز شده از ماکرو جلبک *سیستوسیرا ایندیکا* بر برخی شاخص‌های ایمنی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

سراج بیتا^{۱*} و مهرزاد مصباح^۲

^۱ دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

^۲ استاد گروه بهداشت دام، طیور و آبریان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران و عضو قطب بهداشت و بیماری‌های ماهیان گرمابی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۲۶

چکیده

کاربرد نانوذرات نقره در آبی‌پروری در سال‌های اخیر به دلیل خواص ضد میکروبی، ضد قارچی، ضد ویروسی و قابلیت اثرگذاری بر سیستم ایمنی آبزیان مورد توجه فراوان قرار گرفته است. علی‌رغم این که نانوذرات سنتز شده با روش زیستی به دلیل استفاده از ترکیبات طبیعی در سنتز آن‌ها، دوست‌دار محیط زیست بوده اما شناخت اثرات آن بر آبزیان ضروری است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تغییرات شاخص‌های ایمنی ماهی کپور معمولی طی مواجهه با نانوذرات نقره سنتز شده از جلبک *سیستوسیرا ایندیکا* می‌باشد. پس از انتقال ماهیان به آزمایشگاه، به منظور مطالعه تغییرات شاخص‌های ایمنی از جمله فعالیت لیزوزیم، کمپلمان، انفجار تنفسی، پراکسیدان، گلبول‌های سفید، پروتئین کل و ایمونوگلوبولین سرم به مدت ۱۴ روز در معرض سه غلظت نانوذرات نقره سنتز شده از جلبک *سیستوسیرا* شامل ۱۰ درصد LC_{50} ، ۲۵ درصد LC_{50} و ۵۰ درصد LC_{50} قرار گرفتند. نمونه‌برداری در روزهای ۱، ۳، ۷ و ۱۴ انجام شد. نانوذرات سنتز شده دارای شکل کروی و با اندازه ۴۲/۳۱ نانومتر بودند. نتایج نشان داد که در مقایسه با گروه شاهد، مواجهه ماهیان کپور معمولی در تیمار ۲ به طور معنی‌داری باعث افزایش فعالیت لیزوزیم و کاهش فعالیت کمپلمان سرم، انفجار تنفسی و پراکسیدان در روز چهاردهم شد. کاهش معنی‌دار فعالیت لیزوزیم نیز در همین روز در تیمار ۳ مشاهده شد. تعداد گلبول‌های سفید در همه غلظت‌های نانوذرات نقره در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت. پروتئین کل و ایمونوگلوبولین سرم با وجود نوسانات کاهشی و افزایشی در روزها و تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد نداشتند. نتایج نشان داد تنها غلظت ۲۵ درصد LC_{50} نانوذرات نقره بر شاخص‌های ایمنی کپور معمولی اثرگذار بوده و سایر غلظت‌ها تغییر محسوس ایجاد نکردند، همچنین وابستگی روشنی به غلظت مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: نانوذرات نقره، جلبک *سیستوسیرا ایندیکا*، شاخص‌های ایمنی، کپور معمولی

مقدمه

در سال‌های اخیر، نانو تکنولوژی به عنوان یک حوزه فن‌آوری جدید و زمینه تحقیقاتی متمایز ظهور کرده است و مجموعه‌ای از کاربردهای متنوع را در حوزه‌های پزشکی، کشاورزی و صنعت ارائه می‌کند (Malik et al, 2023). در میان تمام نانوذرات سنتز شده، نانوذرات نقره به دلیل خواص ضد باکتریایی و کنترل انواع بیماری‌های باکتریایی،

* نویسنده مسئول: سراج بیتا، دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

E-mail: serajbita@yahoo.com



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

اثرات نانوذرات نقره سنتز شده با روش زیستی بر ماهی کپور معمولی انجام شده است، به طوری که Liaquat و همکاران در سال ۲۰۲۱ با مقایسه نانوذرات نقره سنتز شده به روش‌های زیستی و شیمیایی، اثرات منفی این نانوذرات را ناشی از القای استرس اکسیداتیو گزارش کردند. همچنین Krishnasamy و همکاران در سال ۲۰۲۳ نشان دادند که نانوذرات نقره زیستی باعث تغییرات معنی‌دار در شاخص‌های خونی در بازه‌های زمانی هفت روزه شده و افزایش فعالیت‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی، حاکی از وجود سمیت این نانوذرات بود. Kakakhel و همکاران در سال ۲۰۲۴ نیز گزارش نمودند که نانوذرات نقره زیستی در غلظت‌های بالا برای این ماهی سمی بوده و از نظر تجمع عمدتاً در روده، سپس در آبشش، عضلات، کبد و مغز تجمع یافته‌اند. افزون بر این، Khan و همکاران در سال ۲۰۲۴ دریافتند که این نانوذرات منجر به تغییرات بافت‌شناسی از جمله تخریب پرزهای روده، بازسازی سلول‌های کبدی و دژنراسیون تیغه‌های آبششی در ماهی کپور معمولی شده‌اند. با توجه به مطالعات انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت که نانوذرات نقره سنتز شده از منابع زیستی، اگر چه به عنوان فناوری نوین و سبز شناخته می‌شوند، اما در غلظت‌های بالا می‌توانند باعث بروز سمیت قابل توجه عمدتاً از طریق القای استرس اکسیداتیو در ماهی کپور معمولی شوند، بنابراین به دلیل کاربرد گسترده نانوذرات در صنعت آبی پروری و این که ماهی کپور معمولی به دلیل سازگاری بالا با شرایط محیطی متنوع، رشد سریع و مقاومت در برابر بیماری‌ها یکی از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی در کشورهای آسیایی، به ویژه ایران و عراق و نیز در برخی کشورهای اروپایی به شمار می‌رود و می‌تواند به عنوان یک مدل زیستی مناسب در مطالعات سم‌شناسی مورد استفاده قرار گیرد (Javanshir Khoei, 2021; Jha et al, 2022; Akool et al, 2025)، با توجه به موارد اشاره شده مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات نانوذرات نقره سنتز شده از جلبک سیستوسیرا / ایندیکا بر شاخص‌های ایمنی ماهی کپور معمولی انجام شد.

قارچی و ویروسی به ویژه برای مبارزه با پاتوژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک توجه زیادی را در صنعت آبی‌پروری به خود جلب کرده است (Jha et al, 2022). استرس اکسیداتیو غیراختصاصی به عنوان یکی از بزرگترین نگرانی‌های سمیت ناشی از نانوذرات نقره می‌باشد که به دلیل تولید گونه‌های فعال اکسیژن منجر به سمیت‌های سلولی متعددی مانند مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی، سمیت ژنتیکی و تغییر عملکرد ایمنی می‌شود (Chen et al, 2021). تکنیک‌های زیادی برای سنتز نانوذرات نقره شامل سنتز فیزیکی، شیمیایی و زیستی یا سبز وجود دارد، سنتز زیستی نانوذرات شامل فرآیندهای سازگار با محیط زیست با استفاده از موجودات بیولوژیکی مانند گیاهان، باکتری‌ها، قارچ‌ها و جلبک‌ها است. این روش نه تنها یک جایگزین سبز برای روش‌های شیمیایی و فیزیکی سنتزی ارائه می‌نماید، بلکه نانوذراتی با خواص زیستی منحصربه‌فرد تولید می‌نماید (El-Sayed et al, 2024). جلبک سیستوسیرا / ایندیکا یک ماکرو جلبک قهوه‌ای متعلق به خانواده سارگاساسه می‌باشد و از نظر فیتوشیمیایی حاوی مقادیر بالایی از متابولیت‌های اولیه و ثانویه مانند پروتئین، کربوهیدرات، استرول‌ها، تریپنئیدها و فنل‌ها می‌باشد که این ترکیبات نقش مهمی در احیاء و سنتز نانوذرات دارند (El-Sayed et al, 2024). توسعه و گسترش کاربرد فناوری نانو موجب ورود محصولات مبتنی بر این فناوری به حوزه‌های مختلف علمی، تجاری و صنعتی شده است (Koohkan et al, 2024). در سال‌های اخیر نیز به دلیل افزایش روزافزون استفاده از نانومواد در این حوزه‌ها، نگرانی‌های زیادی در رابطه با سمیت و رهاسازی این مواد به منابع آب پرورشی آبیان وجود دارد، علاوه بر این برخی از این نانوذرات به دلیل خواص منحصربه‌فرد آن، برای کاربردهای جدید مانند دارو، تغذیه و سلامت آبیان استفاده می‌شوند (Jha et al, 2022). با توجه به این مسایل، ارزیابی سمیت و شناخت اثرات نانوذرات نقره از جمله نانوذرات نقره سنتز شده از منابع زیستی بر آبیان امری ضروری است، که از این نظر مطالعات متعددی پیرامون

مواد و روش کار

برای سنتز نانوذرات نقره از عصاره ماکروجلبک سیستوسیرا/ ایندیکا به عنوان یک ترکیب طبیعی و سازگار با محیط زیست استفاده شد. برای این منظور ماکروجلبک سیستوسیرا/ ایندیکا از منطقه بین جزر و مدی ساحل چابهار جمع‌آوری و در کیسه‌های پلاستیکی حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شد. برای حذف ناخالصی‌ها، نمونه‌ها ابتدا با آب شهری تصفیه شده، سپس با آب مقطر دوبار تقطیر و در نهایت با آب مقطر استریل شسته شدند. پس از خشک‌کردن به مدت یک هفته در سایه، جلبک‌ها پودر شدند. به منظور تهیه عصاره، ۱۰ گرم از پودر خشک شده جلبک با ۴۰ میلی‌لیتر متانول مخلوط و به مدت ۱۰ ساعت در شرایط سکون با استفاده از حلال متانول استخراج شد. سپس محلول به مدت ۲۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ فیلتر شد. عصاره حاصل تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد (Singaravelu et al, 2007). برای سنتز نانوذرات نقره ۱۰ سی‌سی عصاره ماکروجلبک به ۹۰ سی‌سی محلول نیترات نقره ۱ میلی‌مولار برند مرک آلمان با کد کاتالوگ ۱۰۱۵۱۲ اضافه شد. برای تعیین ویژگی‌ها و اطمینان از تولید نانوذرات نقره سنتز شده از عصاره ماکروجلبک سیستوسیرا از دستگاه‌های طیف‌سنج فرابنفش مرئی (UV-vis) مدل Perkin-Elmer, Lambda 12 (جهت تایید سنتز نانوذرات نقره) و TEM مدل LEO 906E (برای تعیین شکل و اندازه نانوذرات) استفاده شد (Bibi et al, 2025). برای این منظور، ابتدا نمونه‌ها با استفاده از دستگاه لیوفیلیزه با روش خشک کردن انجمادی خشک شدند و سپس نمونه‌های خشک شده آنالیز شدند.

تعداد ۴۰۰ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با سن تقریبی ۸۰ روزه و میانگین وزنی 1.6 ± 0.4 ، $7.8/9.9$ گرم (انحراف معیار \pm وزن)، از یکی از مزارع پرورشی شهرستان شوشتر تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از انتقال به آزمایشگاه و سازش‌پذیری به مدت دو هفته، آزمایش تعیین LC_{50} بر اساس روش استاندارد O.E.C.D در سال ۱۹۹۸، به صورت

ساکن (static renewal): تعویض آب هر ۲۴ ساعت یکبار و جایگزینی مجدد غلظت‌های مورد نظر)، و به مدت ۹۶ ساعت انجام شد و غلظت کشندگی میانی این نانوذره در ماهی کپور معمولی $9/65$ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد. سپس ماهیان به صورت تصادفی در آکواریوم‌های ۱۰۰ L به تعداد ۲۵ قطعه ماهی در هر آکواریوم در سه تیمار آزمایشی با غلظت‌هایی معادل ۱۰ درصد LC_{50} (تیمار ۱)، ۲۵ درصد LC_{50} (تیمار ۲) و ۵۰ درصد LC_{50} (تیمار ۳) نانوذرات نقره سنتز شده از جلبک سیستوسیرا/ ایندیکا همراه با یک تیمار شاهد (هر کدام با ۳ تکرار) به مدت ۱۴ روز مورد مواجهه قرار گرفتند.

برای سنجش شاخص‌های ایمنی خون‌گیری از ماهیان در روزهای ۱، ۳، ۷ و ۱۴ انجام شد. در هنگام نمونه‌برداری، ماهیان با وارد کردن کم‌ترین استرس و به آرامی به وسیله تور دستی، صید شده و ماهیان مربوط به هر تیمار (۶ عدد ماهی از هر تیمار)، جداگانه در داخل سطل‌های پلاستیکی ۱۰ لیتری حاوی محلول 300 میلی‌گرم در لیتر پودر گل میخک بیهوش شدند. پس از بیهوشی، ماهیان از آب خارج و خون‌گیری از ناحیه ساقه دمی انجام شد. فعالیت لیروزیم با روش ارائه شده توسط Sahoo و همکاران در سال ۲۰۰۵، اندازه‌گیری شد. به این منظور ۱۵ میکرولیتر سرم، به پلیت‌های ۹۶ خانه‌ای شکل الایزا، افزوده شد. سپس ۱۵۰ میکرولیتر سوسپانسیون باکتری میکروکوکوس لیزودیکتیکوس (سیگما) تهیه شده در بافر سیترات سدیم 0.02 مولار و pH برابر $5/5$ ، به میزان 0.02 میلی‌گرم در میلی‌لیتر اضافه گردید، و جذب نوری اولیه در طول موج 530 نانومتر توسط دستگاه میکروپلیت ریدر مارک Bio Tek ساخت کشور آلمان، اندازه‌گیری شد و پس از یک ساعت نگهداری در دمای اتاق، مجدداً جذب نوری اندازه‌گیری شد. لیروزیم سفیده تخم مرغ لیوفیلیزه شده (سیگما) نیز به منظور ترسیم منحنی استاندارد استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری فعالیت کمپلمان از آزمایش همولیز در ژل آگاروز استفاده شد. برای این کار ابتدا آگاروز $1/5$ درصد در بافر فسفات ($pH=7/2$) حاوی $0/5$

میلی مول کلرید منیزیم و ۱/۵ میلی مول کلرید کلسیم تهیه گردید. سپس مقدار 1×10^8 گلبول قرمز شسته شده خرگوش در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد با بافر فسفات به آگاروز افزوده شد. این مخلوط داخل پلیت ریخته شد و پس از جامد شدن، در چاهک‌های ایجاد شده، ۲۰ میکرولیتر سرم نمونه ریخته شد. پلیت‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و محیط مرطوب انکوبه شدند. پس از انکوباسیون، قطر حلقه همولیز اطراف چاهک‌ها با خط‌کش مخصوص اندازه‌گیری گردید و از فرمول $1000 \times$ (حجم نمونه بارگذاری شده (میکرولیتر) / قطر منطقه لیز (میلی لیتر)) = AU/mL برای تبدیل قطر همولیز به واحد استفاده شد (Mohammadian et al, 2016). انفجار تنفسی به روش احیاء نیتروبولوتترازولیوم سنجش شد. به طور خلاصه، ۱۰۰ میکرولیتر از خون هیارینه شده از هر گروه ماهی با ۱۰۰ میکرولیتر محلول ۰/۲ درصد NBT مخلوط گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انکوبه شد. پس از پایان انکوباسیون، ۵۰ میکرولیتر از مخلوط فوق به ۱ میلی لیتر از محلول N,N- دی اتیل متیل فرمامید اضافه شده و سپس به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و جذب نوری مایع رویی در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Alishahi and Abdy, 2013). فعالیت پراکسیداز با استفاده از کیت تجاری شرکت رنسل و طبق دستور شرکت سازنده انجام شد. شمارش کلی گلبول‌های سفید به روش مستقیم (با استفاده از لام نئوبار) با رقیق کردن خون به نسبت ۱ به ۲۰۰ با محلول رقیق کننده نات-هریک صورت گرفت. برای این کار و پس از انتقال نمونه رقیق شده به لام هماسیتومتر، تعداد گلبول‌های سفید در ۹ مربع بزرگ اولیه شمارش می‌گردید و سپس تعداد کل گلبول‌های سفید در میلی متر مکعب خون با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردید (Alishahi and Abdy, 2013). سنجش پروتئین کل

با روش Bradford در سال ۱۹۷۶ و غلظت ایمنوگلوبولین بر اساس روش شرح McEwan و همکاران در سال ۱۹۷۰ با استفاده از روش کدورت‌سنجی با سولفات روی انجام شد. برای اندازه‌گیری پروتئین به روش برادفورد، به ۲۰ میکرولیتر عصاره پروتئینی رقیق شده از هر نمونه، ۴۰ میکرولیتر محلول برادفورد و ۱۴۰ میکرولیتر آب مقطر استریل اضافه شد، سپس با استفاده از دستگاه قرائت کننده جذب نوری، جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۹۵ نانومتر خوانده شد. به منظور سنجش غلظت ایمنوگلوبولین ۲۵ میکرولیتر سرم در داخل میکروتیوب‌های ۱/۵ سی سی افزوده شد، سپس ۱۴۰۰ میکرولیتر سولفات روی ۰/۷ میلی-مولار و pH برابر ۵/۸، به آن اضافه گردید، مخلوط حاصل به خوبی تکان داده شد و پس از ۲ ساعت نگهداری در دمای اتاق، ۱۰۰ میکرولیتر از محلول حاصل به داخل پلیت-های ۹۶ خانه‌ای شکل الیزا، منتقل شد و جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۹۰ نانومتر، توسط دستگاه قرائت کننده جذب نوری اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری از طریق آنالیز واریانس دو طرفه در نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ صورت گرفت و معنی‌دار بودن میانگین‌ها با آزمون تعقیبی توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج

بر اساس آزمون پروبیت مقادیر LC₅₀ کپور معمولی در مواجهه با نانوذرات نقره سنتز شده از ماکروجلبک سیستم‌سیرا/ایندیکا طی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، به ترتیب ۷۷/۲۰، ۵۰/۱۴، ۲۸/۷۵ و ۹/۶۵ برآورد شد (Table 1). طبق نتایج پیک جذبی نانوذرات بعد از گذشت ۹۰ دقیقه از زمان واکنش در طول موج ۴۰۶ نانومتر شناسایی شد (Figure 1).

Table 1: Time-dependent LC₁₀₋₉₉ of *Cystoseira indica*-synthesized AgNPs in *Cyprinus carpio* (24-96 h)

Lethal Concentration mg/L (LC ₁₀₋₉₉)				
	24	48	72	96
LC ₁₀	33.05	13.66	0.106	0.048
LC ₅₀	77.20	50.14	28.75	9.65
LC ₉₀	120.34	85.95	57.65	22.62
LC ₉₉	127.12	94.83	70.97	35.99

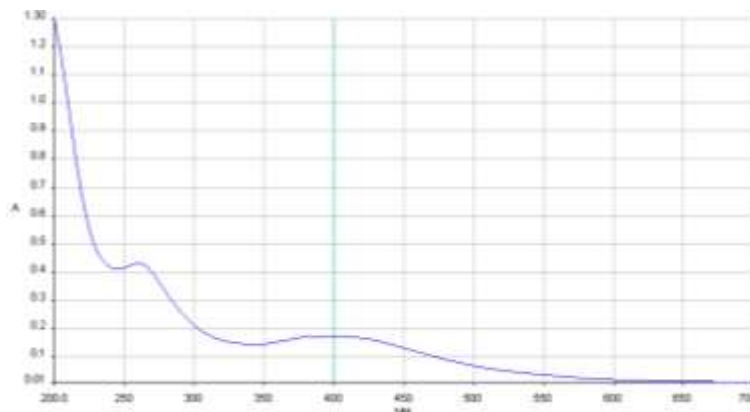


Figure 1: UV-Vis spectrum of AgNPs synthesized using *Cystoseira indica*

مربوط به تیمارهای ۲ و ۳ و در روز چهاردهم نمونه برداری بوده است (Table 2).

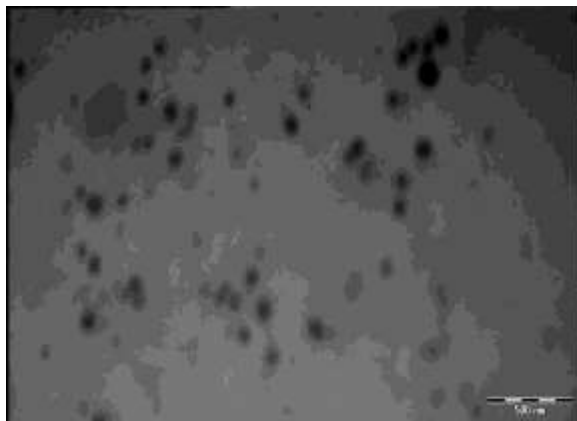


Figure 2: TEM images of AgNPs synthesized using *Cystoseira indica*

بر اساس نتایج TEM، میانگین اندازه نانوذرات نقره سنتز شده در مطالعه حاضر ۴۲/۳۱ نانومتر و با شکل کروی بود و از نظر اندازه و توزیع ذره‌ای، بیشترین درصد فراوانی را در محدوده ۳۰-۴۵ نانومتر نشان دادند (Figure 2).

طبق آزمون آماری آنالیز واریانس دو طرفه و توکی لیزوزیم سرم فقط در روز ۱۴ نمونه برداری در مواجهه با غلظت ۲/۴۱۳ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره (تیمار ۲) افزایش و در مواجهه با غلظت ۴/۸۲۵ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره (تیمار ۳) کاهش معنی داری داشته است ($P < 0.05$). بیشترین و کمترین میزان فعالیت آن به ترتیب

Table 2: Lysozyme activity (U/mL/min) in common carp during exposure to biosynthesized AgNPs

Sampling Days	Control	AgNPs Concentration (mg/L)		
		0.965	2.413	4.825
1	3.48 ± 24.04	2.15 ± 25.41	10.25 ± 26.00	6.32 ± 26.93
3	5.40 ± 27.03	2.93 ± 30.11	7.45 ± 29.05	2.98 ± 31.14
7	9.00 ± 27.95	6.15 ± 29.94	6.32 ± 35.10	9.90 ± 36.49
14	3.48 ± 29.55	1.95 ± 30.24	4.16 ^a ± 68.03	3.09 ^b ± 16.50

In all tables Latin letters indicate significant differences ($P < 0.05$).

با بقیه تیمارها کاهش معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). بیش-ترین و کم‌ترین میزان آن در روز چهاردهم و به ترتیب در تیمارهای شاهد و ۲ مشاهده گردید (Table 3).

طبق آزمون آماری آنالیز واریانس دو طرفه و توکی فعالیت کمپلمان سرم در مواجهه با غلظت ۲/۴۱۳ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره (تیمار ۲) و روز چهاردهم در مقایسه

Table 3: Complement activity (AU/mL) in common carp during exposure to biosynthesized AgNPs

Sampling Days	Control	AgNPs Concentration (mg/L)		
		0.965	2.413	4.825
1	4.61 ± 43.32	3.89 ± 39.77	4.35 ± 40.39	3.49 ± 42.43
3	4.84 ± 40.22	6.94 ± 41.26	2.56 ± 33.67	5.26 ± 37.97
7	4.25 ± 39.87	7.67 ± 41.17	1.72 ± 30.03	6.41 ± 37.22
14	4.90 ± 45.46	4.35 ± 41.54	5.04 ^a ± 22.98	5.98 ± 36.78

میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره) کاهش معنی‌داری داشته است ($P < 0.05$). بیش‌ترین میزان فعالیت انفجار تنفسی در مواجهه با تیمار ۱ و در روز چهاردهم نمونه‌برداری مشاهده شده است (Table 4).

طبق آزمون آماری آنالیز واریانس دو طرفه فعالیت انفجار تنفسی فقط در روز چهاردهم و در مواجهه با غلظت ۲/۴۱۳ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره (تیمار ۲) نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای ۱ و ۳ (غلظت‌های ۰/۹۶۵ و ۴/۸۲۵

Table 4: Respiratory burst activity (OD₅₄₀) in common carp during exposure to biosynthesized AgNPs

Sampling Days	Control	AgNPs Concentration (mg/L)		
		0.965	2.413	4.825
1	0.01 ± 0.54	0.05 ± 0.52	0.08 ± 0.52	0.11 ± 0.51
3	0.02 ± 0.54	0.11 ± 0.52	0.07 ± 0.52	0.13 ± 0.51
7	0.01 ± 0.55	0.02 ± 0.54	0.05 ± 0.50	0.04 ± 0.49
14	0.12 ± 0.57	0.06 ± 0.57	0.05 ^a ± 0.38	0.11 ± 0.49

(تیمار ۲) در مقایسه با تیمار شاهد و بقیه تیمارها کاهش معنی‌داری داشت ($P < 0.05$) و کم‌ترین میزان فعالیت آن در روز چهاردهم نمونه‌برداری مشاهده گردید (Table 5).

فعالیت پراکسیداز سرم بر اساس آنالیز واریانس دو طرفه و آزمون توکی در روزهای سوم، هفتم و چهاردهم در مواجهه با غلظت ۲/۴۱۳ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره

Table 5: Changes in serum peroxidase (U/mL) in common carp during exposure to biosynthesized AgNPs

Sampling Days	Control	AgNPs Concentration (mg/L)		
		0.965	2.413	4.825
1	1.50 ± 81.05	2.26 ± 83.44	5.89 ± 78.45	1.35 ± 80.13
3	3.03 ± 83.12	5.08 ± 82.93	4.25 ^a ± 55.20	3.19 ± 79.60
7	3.25 ± 82.95	1.77 ± 81.99	2.15 ^a ± 53.85	3.20 ± 79.55
14	0.90 ± 93.16	3.50 ± 82.66	2.71 ^a ± 50.00	2.66 ± 79.10

($P < 0.05$) و بیش‌ترین تعداد گلبول‌های سفید در مواجهه با غلظت ۲/۴۱۳ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره (تیمار ۲) و روز چهاردهم مشاهده شد (Table 6).

نتایج آنالیز واریانس دو طرفه نشان داد که تعداد گلبول‌های سفید در مواجهه با غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشته است

Table 6: Changes in white blood cells count ($\times 10^3$ cell ml^{-1}) in common carp during exposure to biosynthesized AgNPs

Sampling Days	Control	AgNPs Concentration (mg/L)		
		0.965	2.413	4.825
1	0.45 ^a ± 2.98	0.11 ± 3.00	0.23 ± 3.10	0.27 ± 3.08
3	0.26 ^a ± 2.80	0.15 ± 3.93	0.23 ± 4.78	0.45 ± 4.06
7	0.39 ^a ± 2.77	0.19 ± 3.88	0.16 ± 3.83	0.12 ± 4.18
14	0.14 ^a ± 2.95	0.17 ± 4.00	0.28 ± 4.96	0.15 ^{Aa} ± 4.73

طبق آنالیز واریانس دو طرفه در طول دوره آزمایش و در روزهای مختلف نمونه برداری، تغییرات معنی داری در سطح پروتئین کل درون هر تیمار مشاهده نشد ($P > 0.05$).

طبق Table 7 و بر اساس آزمون توکی میزان پروتئین کل سرم تحت تأثیر تیمارهای مختلف در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی داری نشان نداد ($P > 0.05$), همچنین،

Table 7: Changes in total protein (mg/mL) in common carp during exposure to biosynthesized AgNPs

Sampling Days	Control	AgNPs Concentration (mg/L)		
		0.965	2.413	4.825
1	10.07 ± 40.22	5.48 ± 42.00	8.35 ± 38.93	1.15 ± 39.39
3	2.24 ± 39.20	2.85 ± 40.18	8.02 ± 38.52	7.85 ± 36.58
7	1.85 ± 36.36	2.15 ± 38.00	3.85 ± 40.10	3.54 ± 42.16
14	2.15 ± 31.98	8.02 ± 38.40	6.71 ± 37.24	5.00 ± 46.10

طبق آنالیز واریانس دو طرفه میزان ایمونوگلوبولین در روزهای مختلف نمونه برداری در هر تیمار نیز اختلاف معنی داری نداشت ($P > 0.05$).

طبق Table 8 و بر اساس آزمون توکی میزان ایمونوگلوبولین سرم در تمام تیمارها با تیمار شاهد از نظر آماری اختلاف معنی داری نشان نداد ($P > 0.05$). همچنین

Table 8: Changes in total immunoglobulin (mg/mL) in common carp during exposure to biosynthesized AgNPs

Sampling Days	Control	AgNPs Concentration (mg/L)		
		0.965	2.413	4.825
1	2.10 ± 9.79	1.65 ± 8.06	0.85 ± 9.90	1.67 ± 10.10
3	0.98 ± 11.18	4.65 ± 9.23	2.12 ± 10.31	1.33 ± 11.02
7	2.17 ± 11.00	1.90 ± 11.55	1.70 ± 8.93	0.55 ± 8.52
14	1.68 ± 11.45	2.36 ± 9.73	2.59 ± 12.00	0.48 ± 8.86

بحث

نانوذرات بعد از گذشت ۹۰ دقیقه از زمان واکنش در طول موج ۴۰۰ نانومتر شناسایی شد، این پیک نشان دهنده احیاء یون‌های نقره و تشکیل نانوذرات نقره است، به طوری که سایر محققین نیز پیک تشکیل شده نانوذرات نقره سنتز شده از ماکروجلبک‌ها را در همین محدوده گزارش نموده‌اند (Thiurunavukkarau et al, 2022; Patel et al, 2024;)

استفاده از روش‌های قابل اطمینان و سازگار با محیط زیست برای سنتز نانوذرات فلزی، یکی از مراحل مهم در زمینه کاربرد این نانوذرات در نانو بیوتکنولوژی می‌باشد، بنابراین در مطالعه حاضر از ماکروجلبک سیستوسیرا ایندیکا به عنوان یک ترکیب طبیعی و سازگار با محیط زیست برای سنتز نانوذرات نقره استفاده شد که طبق نتایج پیک جذبی

جایی که لیزوزیم قادر به اتصال با نانوذرات فلزی است این امر می‌تواند سبب کاهش فعالیت آن شود (Torrealba et al, 2019). سیستم کمپلمان به عنوان شاخص پاسخ ایمنی همومورال ذاتی در تعیین وضعیت سلامت ماهیان در مواجهه با بیماری و آلاینده‌های محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Nayak et al, 2018). طبق نتایج نانوذرات نقره سنتز شده از جلبک سیستموسیرا در روز چهاردهم در تیمار ۲ موجب کاهش معنی‌دار فعالیت کمپلمان سرم شده است ($P < 0/05$)، که احتمالاً ناشی از اختلال در عملکرد سلول‌های ایمنی، پاسخ ایمنی ضعیف و حساسیت ماهی به نانوذرات نقره است (Vali et al, 2020) تأثیر نانوذرات در کاهش فعالیت کمپلمان سرم توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Hajirezaei et al, 2020; Vali et al, 2020; Javnsbir et al, 2021; Rashidian et al, 2021). در تحقیقی افزایش فعالیت کمپلمان سرم ماهی کپور معمولی در مواجهه با نانوذرات اکسید روی گزارش شد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد (Chupani et al, 2017). این نتایج نشان می‌دهد که اثرات نانوذرات فلزی بر سیستم ایمنی بسته به گونه ماهی، نوع، مدت زمان و غلظت نانوذرات متفاوت است (Javnsbir Khoei, 2021). فعالیت انفجار تنفسی آزادسازی سریع گونه‌های اکسیژن فعال از انواع مختلف سلول است که به عنوان یک مکانیسم دفاعی کلیدی در برابر طیف گسترده‌ای از عوامل بیماری‌زا و مواد خارجی عمل می‌کند (Hampton et al, 2020). در مطالعه حاضر مواجهه ماهیان کپور معمولی با غلظت ۲/۴۱۳ میلی-گرم در لیتر نانوذرات نقره (معادل ۲۵ درصد LC_{50}) منجر به کاهش معنی‌داری در فعالیت انفجار تنفسی این ماهی در روز چهاردهم در مقایسه با بقیه تیمارها شد ($P < 0/05$) که نشان دهنده نقش نانوذرات در از بین بردن و یا ارتقاء فعالیت ماکروفاژها و نوتروفیل‌ها است (Kurian and Elumalai, 2021). نتایج به دست آمده از مطالعات برخی محققین در زمینه تأثیر نانوذرات بر فعالیت انفجار تنفسی ماهیان با مطالعه حاضر مطابقت دارد (Guardiola et al, 2017; Auclair et al, 2023; Zaman et al, 2024).

(Bibi et al, 2025). طبق تصاویر به دست آمده از TEM، نانوذرات نقره تولید شده با میانگین اندازه ۴۲/۳۱ نانومتر دارای شکل کره‌ای و توزیع یکنواخت بودند، که یکی از دلایل احتمالی آن می‌تواند به واسطه نقش پروتئین‌ها در تولید نانوذرات نقره باشد، که مولکول‌های پروتئین سبب می‌شوند تا نانوذرات تولید شده، پایدار بوده و از توزیع یکنواختی برخوردار باشند (Nithya and Ragunathan, 2009). سیستم ایمنی، مانند سیستم غدد درون ریز، یک سیستم بسیار پیچیده است که از تنوع عظیمی از اندام‌ها، سلول‌ها و واسطه‌ها و همچنین مولکول‌های مؤثر تشکیل شده است، هدف ایمونوتوکسیکولوژی ماهی درک تأثیر آلاینده‌های محیطی بر سلامت ماهی و ارزیابی عواقب آن برای جمعیت ماهی است. اثرات آلاینده‌های شیمیایی بر ایمنی شامل سرکوب و یا تحریک سیستم ایمنی است. لیزوزیم یک جزء دفاعی قوی از سیستم ایمنی ذاتی در ماهی از طریق عملکرد ضد باکتری آن است که سنجش آن از شاخص‌های زیستی مهم برای ارزیابی سلامت ماهی در مواجهه با نانوذرات است (Rashidian et al, 2021). در مواجهه ماهیان کپور معمولی با غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره در تیمار ۲ میزان لیزوزیم افزایش و تیمار ۳ با گذشت زمان کاهش معنی‌داری داشت ($P < 0/05$)، این افزایش می‌تواند پاسخی برای خنثی نمودن استرس ایجاد شده در ماهی در اثر نانوذرات نقره باشد (Vali et al, 2020)، همچنین این احتمال وجود دارد که نانوذرات سنتز شده به روش زیستی حاوی یک سوبسترای بالقوه برای لیزوزیم هستند که در نتیجه باعث القای فعالیت لیزوزیم می‌شود (Rashidian et al, 2021). در همین راستا افزایش فعالیت لیزوزیم در ماهی تیلایپای نیل (*Oreochromis niloticus*) تغذیه شده با جیره حاوی نانوذرات نقره (Abdelhamid et al, 2020) و ماهی فیتوفاگ مواجهه شده با نانوذرات پلی استرنی (Zaman et al, 2024) و کاهش فعالیت آن در ماهی کپور معمولی طی مواجهه با برخی نانوذرات فلزی گزارش شد (Hajirezaei et al, 2020; Javnsbir Khoei, 2021; Rashidian et al, 2021). از آن

ماهی کپور هندی (*Labeo rohita*) طی مواجهه با نانوذرات اکسید آهن، Vali و همکاران در سال ۲۰۲۲ در ماهی مولی معمولی (*Poecilia sphenops*) طی مواجهه با نانوذرات نقره و Rasheed و همکاران در سال ۲۰۲۳ در ماهی کپور معمولی طی مواجهه با نانوذرات اکسید روی گزارش شد. دلایل این تفاوت‌ها را می‌توان بدین صورت توجیه نمود که پارامترهای خون‌شناسی تحت تأثیر رژیم غذایی حیوان، نوع گونه، شرایط استرس در محیط یا نوع مواد سمی می‌باشد، به طوری که تغییرات تعداد گلبول‌های سفید نشان می‌دهد که ماهی چگونه به استرس ناشی از سموم مختلف واکنش نشان می‌دهد (Ahmed et al, 2024). سطوح پروتئین کل و ایمونوگلوبولین نشان دهنده وضعیت متابولیک و جذب اسید آمینه یا پپتید ارگانیک است و می‌تواند عملکرد ایمنی ماهی را منعکس کند (Liu et al, 2023). نتایج این مطالعه نشان داد که در مقایسه با گروه شاهد، سطوح پروتئین تام و ایمونوگلوبولین علی‌رغم نوسانات افزایشی و کاهش تغییرات معنی‌داری نداشته است ($P > 0.05$). بر خلاف نتایج مطالعه حاضر نتایج تحقیقات دیگر حاکی از افزایش یا کاهش معنی‌دار این شاخص‌ها در ماهیان طی مواجهه با نانوذرات می‌باشد (Vali et al, 2020; Rasheed et al, 2023). این تغییرات را به دلیل اختلال در متابولیسم پروتئین طی مواجهه با نانوذرات نسبت داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که نانوذرات نقره زیستی سنتز شده، به ویژه در غلظت ۲/۴۱۳ میلی‌گرم بر لیتر، به صورت وابسته به زمان باعث تغییر در شاخص‌های ایمنی ذاتی ماهی کپور معمولی شدند. افزایش لیزوزیم و گلبول‌های سفید نشان‌دهنده تحریک ایمنی، در حالی که کاهش کمپلمان، پراکسیداز و انفجار تنفسی بیان‌گر اثرات سرکوب‌گر احتمالی است. عدم تغییر معنی‌دار در پروتئین کل و ایمونوگلوبولین نیز پایداری نسبی پاسخ‌های همورال را نشان می‌دهد. البته افزایش تعداد گلبول‌های سفید (لکوسیت‌ها) به تنهایی لزوماً به معنای تقویت عملکرد ایمنی نیست، بلکه می‌تواند پاسخ اولیه‌ای به استرس یا تحریک سیستم ایمنی باشد. با این حال، کاهش معنی‌دار

همین راستا برخی از محققین افزایش یا عدم تأثیر بر فعالیت آن در ماهیان را طی مواجهه با نانوذرات گزارش نموده‌اند (Ates et al, 2016; Aly et al, 2023) که این اختلاف در نتایج احتمالاً به دلیل تفاوت در نوع، شکل و اندازه نانوذرات است که می‌تواند شاخص‌های ایمنی ماهیان را تحت تأثیر قرار دهند (Ates et al, 2016). پراکسیداز به عنوان یک آنزیم آنتی‌اکسیدانی از آسیب دیدن بسیاری از مولکول‌ها در اثر استرس اکسیداتیو جلوگیری می‌کند (Frederick et al, 2024). فعالیت پراکسیداز سرم در تیمار ۲ طی گذشت زمان کاهش معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). این روند منعکس کننده کاهش سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی و ایمنی ماهی در مواجهه با نانوذرات است (Karthigarani and Navaraj, 2012). در همین راستا برخی از محققین کاهش فعالیت پراکسیداز سرم (Karthigarani and Navaraj, 2012; Valerio-García et al, 2017) و برخی دیگر افزایش در میزان آن را طی مواجهه با نانوذرات فلزی گزارش نموده‌اند (Tunçsoy et al, 2017; Lahori et al, 2022; Younas et al, 2022). با توجه به این موضوع می‌توان گفت که سمیت نانوذرات به خصوصیات آن‌ها از قبیل شکل، اندازه، غلظت، پوشش شیمیایی، بار سطحی و روش سنتز بستگی دارد (Chen et al, 2021). بررسی تعداد گلبول‌های سفید یکی از روش‌های مهم برای ارزیابی ساختار سیستم ایمنی است (Tavares-Dias and Moraes, 2007). تعداد گلبول‌های سفید ماهی کپور معمولی در مواجهه با تمام غلظت‌های نانوذرات نقره سنتز شده از جلبک سیستوسیرا به صورت افزایش معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد بوده است ($P < 0.05$). همین روند در تحقیقات Shalvei و همکاران در سال ۲۰۱۳ بر روی ماهی فیتوفاگ و Vali و همکاران در سال ۲۰۲۰ بر روی ماهی کپور معمولی در مواجهه با نانوذرات نقره مشاهده شد. این افزایش ممکن است یک مکانیسم محافظتی در برابر اثرات مضر استرس اکسیداتیو نانوذرات باشد (Rasheed et al, 2023). بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، کاهش تعداد گلبول‌های سفید توسط Remya و همکاران در سال ۲۰۱۵ در

و نیز استفاده از نیترات نقره در سنتز آن‌ها که یک ماده سمی است، می‌تواند اثرات دوگانه‌ای بر سیستم ایمنی داشته باشند که در ارزیابی کاربرد یا مخاطرات آن‌ها در آبی‌پروری باید مورد توجه قرار گیرد.

در فعالیت کمپلمان، آنزیم پراکسیداز و انفجار تنفسی نشان می‌دهد که عملکرد مؤثر بخش‌هایی از ایمنی غیر اختصاصی دچار تضعیف شده است، بنابراین نانوذرات نقره سنتز شده با روش زیستی با توجه به وجود ترکیبات طبیعی در جلبک

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کارشناسان محترم مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور چابهار به منظور همکاری در جمع‌آوری نمونه‌های جلبک، همچنین از کارشناسان آزمایشگاه مرکزی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار و بخش بهداشت آبزیان دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز به دلیل همکاری ارزشمندشان در پیشبرد این پژوهش، صمیمانه قدردانی و تشکر می‌گردد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی را در این پژوهش شناسایی نکردند.

منابع مالی

منابع مالی پژوهش در قالب پژوهانه از طریق معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار تأمین شده است.

منابع

- Abdelhamid, A. F., Mabrouk, M. M., & Ayoub, H. F. (2020). Immune and Antioxidative effects of Dietary Silver Nanoparticles on Growth of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Animal and Poultry Production*, 11(12): 495-501.
- Ahmed, S. A., Rhouma, N. R., Younis, E. M., Abdelwarith, A. A., Bazeed, S. M., Elshopakey, G. E., ... & ElHady, M. (2024). Immunosuppression, growth retardation, and transcriptomic profile alterations induced by chronic copper toxicity in *Clarias gariepinus*: The ameliorative effect of zinc oxide nanoparticles. *Aquaculture Reports*, 35: 102029.
- Aakool, M. A. K., Alishahi, M., Peyghan, R., Khosravi, M., & Gharibi, D. (2025). The effect of oral administration of encapsulated *Lactiplantibacillus plantarum* on the efficacy and immunogenicity of *Aeromonas hydrophila* vaccine in common carp. *Iranian Veterinary Journal*, 21(1): 5-24.
- Alishahi, M., & Abdy, E. (2013). Effects of different levels of Aloe vera L. extract on growth performance, hemato-immunological indices of *Cyprinus carpio* L. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 5(2): 33-44.
- Aly, S. M., Eissa, A. E., Abdel-Razek, N., & El-Ramlawy, A. O. (2023). The antibacterial activity and immunomodulatory effect of naturally synthesized chitosan and silver nanoparticles against pseudomonas fluorescence infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): an in vivo study. *Fish & Shellfish Immunology*, 135: 108628.
- Ates, M., Demir, V., Arslan, Z., Kaya, H., Yilmaz, S., & Camas, M. (2016). Chronic exposure of tilapia (*Oreochromis niloticus*) to iron oxide nanoparticles: Effects of particle morphology on accumulation, elimination, hematology and immune responses. *Aquatic toxicology*, 177: 22-32.

- Auclair, J., Turcotte, P., Gagnon, C., Peyrot, C., Wilkinson, K. J., & Gagné, F. (2023). Form-Dependent Toxicity of Silver Nanomaterials in Rainbow Trout Gills. *Nanomaterials*, 13(8), 1356.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2): 248-254.
- Barta, O. (1981). Laboratory techniques of veterinary clinical immunology: a review. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 4(2): 131-160.
- Bibi, S., Abu-Dieyeh, M. H., & Al-Ghouti, M. A. (2025). Biosynthesis of silver nanoparticles from macroalgae *Hormophysa triquetra* and investigation of its antibacterial activity and mechanism against pathogenic bacteria. *Scientific Reports*, 15(1): 2476.
- Chen, R. J., Huang, C. C., Pranata, R., Lee, Y. H., Chen, Y. Y., Wu, Y. H., & Wang, Y. J. (2021). Modulation of innate immune toxicity by silver nanoparticle exposure and the preventive effects of pterostilbene. *International journal of molecular sciences*, 22(5): 2536.
- Chupani, L., Zusková, E., Niksirat, H., Panáček, A., Lünsmann, V., Haange, S. B., ... & Jehmlich, N. (2017). Effects of chronic dietary exposure of zinc oxide nanoparticles on the serum protein profile of juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Science of the total environment*, 579: 1504-1511.
- El-Sayed, H., Abdelsalam, A., Morad, M. Y., Sonbol, H., Ibrahim, A. M., & Tawfik, E. (2024). Phyto-synthesized silver nanoparticles from *Sargassum subrepandum*: anticancer, antimicrobial, and molluscicidal activities. *Frontiers in Plant Science*, 15: 1403753.
- Frederick, L., Urbina, M. A., & Escribano, R. (2024). Reviews and synthesis: increasing hypoxia in eastern boundary upwelling systems: a major stressor for zooplankton. *EGU sphere*, 2024, 1-16.
- Geng, X., Dong, X. H., Tan, B. P., Yang, Q. H., Chi, S. Y., Liu, H. Y., & Liu, X. Q. (2012). Effects of dietary probiotic on the growth performance, non-specific immunity and disease resistance of cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Nutrition*, 18(1): 46-55.
- Guardiola, F. A., Logothetis, P., Meseguer, J., & Esteban, M. A. (2017). Evaluation of silver nanospheres on viability and innate cellular parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) head-kidney leucocytes. *Fish & Shellfish Immunology*, 69: 99-107.
- Hajirezaee, S., Mohammadi, G., & Naserabad, S. S. (2020). The protective effects of vitamin C on common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to titanium oxide nanoparticles (TiO₂-NPs). *Aquaculture*, 518: 734734.
- Hampton, L. M. T., Jeffries, M. K. S., & Venables, B. J. (2020). A practical guide for assessing respiratory burst and phagocytic cell activity in the fathead minnow, an emerging model for immunotoxicity. *MethodsX*, 7: 100992.
- Khoei, A. J. (2021). Evaluation of potential immunotoxic effects of iron oxide nanoparticles (IONPs) on antioxidant capacity, immune responses and tissue bioaccumulation in common carp (*Cyprinus carpio*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 244: 109005.
- Koohkan, O., Morovvati, H., & Taheri Mirghaed, A. (2024). Histomorphological Study and biochemical changes in kidney of gray mullet (*Mugil cephalus*) exposed to iron oxide nanoparticles and *Spirulina platensis*. *Iranian Veterinary Journal*, 19(4): 120-131.
- Jha, N., Annamalai, A., Essakiraj, P., Balamurugan, R., Lakra, A. K., Tilwani, Y. M., & Arul, V. (2022). Effects of polysaccharide-based silver and selenium nanoparticles on growth performance, biochemical parameters, and immune response of *Cyprinus carpio*. *Fish and Shellfish Immunology Reports*, 3: 100062.
- Kakakhel, M. A., Narwal, N., Khan, A., Ayub, H., Jiang, Z., & Xiaotao, S. (2024). Bio-reductive synthesis of silver nanoparticles, its antibacterial efficiency, and possible toxicity in common carp fish (*Cyprinus carpio*). *Microscopy Research and Technique*, 87(2): 349-359.
- Karthigarani, M., & Navaraj, P. S. (2012). Impact of nanoparticle on enzymes activity in *Oreochromis mossambicus*. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 1: 13-17.
- Khan, Q., & Yousafzai, A. M. (2024). Plant based synthesis of silver nanoparticles, antimicrobial efficiency, and toxicological assessment using freshwater fish (*Cyprinus carpio*). *Microscopy Research and Technique*, 87(1): 53-64.
- Krishnasamy Sekar, R., Arunachalam, R., Anbazhagan, M., Palaniyappan, S., Veeran, S., Sridhar, A., & Ramasamy, T. (2023). Accumulation, chronicity, and induction of oxidative stress regulating genes through *Allium cepa* L. functionalized silver nanoparticles in freshwater common carp (*Cyprinus carpio*). *Biological Trace Element Research*, 201(2): 904-925.

- Kurian, A., & Elumalai, P. (2021). Study on the impacts of chemical and green synthesized (Leucas aspera and oxy-cyclodextrin complex) dietary zinc oxide nanoparticles in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Science and Pollution Research*, 28: 20344-20361.
- Lahori, S. S., Ullah, K., Baig, M. Z., Khan, F., Shoukat, A. M., Liaqat, U., Hassan, H., & Ghafoor, F. (2021). Variations in catalase and peroxidase activity in *Cyprinus carpio* in response to copper nanoparticles exposure. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 9(3): 01-06.
- Liaqat, F., Hanif, U., Bahadur, S., Faheem, M., Rasool, S., Gulzar, S., ... & Munir, M. (2021). Comparative evaluation of the toxicological effect of silver salt (AgNO₃) and silver nanoparticles on *Cyprinus carpio* synthesized by chemicals and marine algae using scanning electron microscopy. *Microscopy Research and Technique*, 84(7): 1531-1541.
- Liu, Y., Huang, E., Xie, Y., Meng, L., Liu, D., Zhang, Z., & Tong, T. (2023). The Effect of Dietary Lipid Supplementation on the Serum Biochemistry, Antioxidant Responses, Initial Immunity, and mTOR Pathway of Juvenile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fishes*, 8(11): 535.
- Malik, S., Muhammad, K., & Waheed, Y. (2023). Nanotechnology: A revolution in modern industry. *Molecules*, 28(2): 661.
- McEwan, A. D., Fisher, E. W., Selman, I. E., & Penhale, W. J. (1970). A turbidity test for the estimation of immune globulin levels in neonatal calf serum. *Clinica chimica acta*, 27(1): 155-163.
- Mohammadian, T., Alishahi, M., Tabandeh, M. R., Ghorbanpoor, M., Gharibi, D., Tollabi, M., & Rohanzade, S. (2016). Probiotic effects of *Lactobacillus plantarum* and *L. delbrueckii* ssp. *bulguricus* on some immune-related parameters in *Barbus grypus*. *Aquaculture international*, 24: 225-242.
- Nayak, S., Portugal, I., & Zilberg, D. (2018). Analyzing complement activity in the serum and body homogenates of different fish species, using rabbit and sheep red blood cells. *Veterinary immunology and immunopathology*, 199: 39-42.
- Patel, D., Patel, B., Yadav, V. K., Sudhakar, M. P., Alharbi, S. A., Salmen, S. H., & Patel, A. (2024). Silver nanoparticles synthesized from marine algae *Spatoglossum asperum*: antioxidant properties and seed germination enhancement. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 16: 100478.
- Rasheed, A., Iqbal, K. J., Safdar, A., Nasir, A., Jabeen, R., Tara, N., & Almarzoug, M. H. (2023). Toxicological effects of zinc oxide nanoparticles on hemato-biochemical profile of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of King Saud University-Science*, 35(7): 102835.
- Rashidian, G., Lazado, C. C., Mahboub, H. H., Mohammadi-Aloucheh, R., Prokić, M. D., Nada, H. S., & Faggio, C. (2021). Chemically and green synthesized ZnO nanoparticles alter key immunological molecules in common carp (*Cyprinus carpio*) skin mucus. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6): 3270.
- Remya, A. S., Ramesh, M., Saravanan, M., Poopal, R. K., Bharathi, S., & Nataraj, D. (2015). Iron oxide nanoparticles to an Indian major carp, *Labeo rohita*: Impacts on hematology, iono regulation and gill Na⁺/K⁺ ATPase activity. *Journal of King Saud University-Science*, 27(2): 151-160.
- Sahoo, P. K., Kumari, J., & Mishra, B. K. (2005). Non-specific immune responses in juveniles of Indian major carps. *Journal of Applied Ichthyology*, 21(2): 151-155.
- Shaluei, F., Hedayati, A., Jahanbakhshi, A., Kolangi, H., & Fotovat, M. (2013). Effect of subacute exposure to silver nanoparticle on some hematological and plasma biochemical indices in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Human & experimental toxicology*, 32(12): 1270-1277.
- Singaravelu, G., Arockiamary, J. S., Kumar, V. G., & Govindaraju, K. (2007). A novel extracellular synthesis of monodisperse gold nanoparticles using marine alga, *Sargassum wightii* Greville. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 57(1): 97-101.
- Tavares-Dias, M., & Moraes, F. R. (2007). Haematological and biochemical reference intervals for farmed channel catfish. *Journal of Fish Biology*, 71(2): 383-388.
- Thiurunavukkarau, R., Shanmugam, S., Subramanian, K., Pandi, P., Muralitharan, G., Arokiarajan, M., & Shanmugam, V. (2022). Silver nanoparticles synthesized from the seaweed *Sargassum polycystum* and screening for their biological potential. *Scientific Reports*, 12(1): 14757.
- Torrealba, D., More-Bayona, J. A., Wakaruk, J., & Barreda, D. R. (2019). Innate immunity provides biomarkers of health for teleosts exposed to nanoparticles. *Frontiers in immunology*, 9: 3074.

- Tunçsoy, M., Duran, S., Ay, Ö., Cıçık, B., & Erdem, C. (2017). Effects of copper oxide nanoparticles on antioxidant enzyme activities and on tissue accumulation of *Oreochromis niloticus*. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 99: 360-364.
- Valerio-García, R. C., Carbajal-Hernández, A. L., Martínez-Ruíz, E. B., Jarquín-Díaz, V. H., Haro-Pérez, C., & Martínez-Jerónimo, F. (2017). Exposure to silver nanoparticles produces oxidative stress and affects macromolecular and metabolic biomarkers in the goodeid fish *Chapalichthys pardalis*. *Science of the Total Environment*, 583: 308-318.
- Vali, S., Majidiyan, N., Yalsuyi, A. M., Vajargah, M. F., Prokić, M. D., & Faggio, C. (2022). Ecotoxicological effects of silver nanoparticles (Ag-NPs) on parturition time, survival rate, reproductive success and blood parameters of adult common molly (*Poecilia sphenops*) and their larvae. *Water*, 14(2): 144.
- Vali, S., Mohammadi, G., Tavabe, K. R., Moghadas, F., & Naserabad, S. S. (2020). The effects of silver nanoparticles (Ag-NPs) sublethal concentrations on common carp (*Cyprinus carpio*): Bioaccumulation, hematology, serum biochemistry and immunology, antioxidant enzymes, and skin mucosal responses. *Ecotoxicology and environmental safety*, 194: 110353.
- Younas, W., Khan, F. U., Zaman, M., Lin, D., Zuberi, A., & Wang, Y. (2022). Toxicity of synthesized silver nanoparticles in a widespread fish: A comparison between green and chemical. *Science of the Total Environment*, 845: 157366.

Received: 16.05.2025

Accepted: 08.09.2025

تأثیر مدیریت تغذیه‌ای، اندازه گله و موقعیت جغرافیایی بر غلظت فلزات سنگین در محصولات دامی: مطالعه موردی در گاوداری‌های استان اصفهان

سعید جلالی‌جلالی‌آبادی^۱، آرش امید^{۲*}، آریا رسولی^۳، مهدی محبی‌فانی^۴ و بهنام کشاورزی^۴

^۱ دانشجوی دکتری بهداشت خوراک دام، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

^۲ استاد گروه مدیریت بهداشت دام، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

^۳ دانشیار گروه مدیریت بهداشت دام، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

^۴ استاد گروه علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵

چکیده

آلودگی ناشی از فلزات سنگین نظیر سرب (Pb)، کادمیوم (Cd) و آرسنیک (As) به ویژه در نتیجه فعالیت‌های صنعتی و مدیریت ضعیف، تهدیدی جدی برای سلامت انسان و دام محسوب می‌شود. این مطالعه به ارزیابی تأثیر مدیریت تغذیه‌ای، اندازه گله و فاصله از مناطق صنعتی بر غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های شیر، آب، خوراک دام، مکمل دامی، کود و مو در ۳۰ گاوداری واقع در استان اصفهان پرداخته است. نمونه‌ها از گاوداری‌های با ویژگی‌های متنوع جمع‌آوری و غلظت فلزات سنگین با استفاده از طیف‌سنجی جذب اتمی (AAS) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که از نظر مدیریت تغذیه‌ای، ۳۰ درصد از گاوداری‌ها در سطح ضعیف (سطح ۱)، ۵۰ درصد در سطح متوسط (سطح ۲) و ۲۰ درصد در سطح خوب (سطح ۳) قرار داشتند. میانگین نمرات مدیریت تغذیه‌ای برای سطح ۱، ۴۵ درصد، برای سطح ۲، ۷۰ درصد و برای سطح ۳، ۹۰ درصد بود. اندازه گله بزرگ (بالای ۶۰۰ رأس) با افزایش کادمیوم در کود ($P=0/041$) و سطح مدیریت تغذیه‌ای ضعیف با افزایش معنی‌دار غلظت سرب در شیر ($P=0/032$) همراه بود و غلظت آرسنیک در خوراک دام تحت تأثیر نزدیکی به مناطق صنعتی قرار داشت ($P=0/019$, $r=0/67$). میانه غلظت سرب در شیر $0/028$ میلی‌گرم بر لیتر بود که بالاتر از حد مجاز $0/02$ میلی‌گرم بر لیتر است، سرب در خوراک $1/98$ میلی‌گرم بر کیلوگرم، کادمیوم در کود $0/06$ میلی‌گرم بر کیلوگرم، کادمیوم در مو $0/102$ میلی‌گرم بر کیلوگرم و آرسنیک در خوراک $0/62$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که همگی کمتر از حد مجاز بودند. کیفیت نامطلوب خوراک دام به طور قابل توجهی در افزایش غلظت سرب در شیر مؤثر بوده است. بهبود مدیریت و استفاده از منابع غذایی با کیفیت ضروری است. پیشنهاد می‌شود که پایش مستمر کیفیت منابع غذایی و آبی انجام گیرد تا خطرات ناشی از فلزات سنگین کاهش یابد و سلامت عمومی تأمین گردد.

کلمات کلیدی: آلودگی، اندازه گله، فلزات سنگین، گاوداری، مدیریت

مقدمه

اکوسیستم‌ها محسوب می‌شوند. این عناصر شیمیایی، شامل سرب (Pb)، کادمیوم (Cd) و آرسنیک (As)، به دلیل

فلزات سنگین به عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی، تهدیدی جدی برای سلامت انسان و

* نویسنده مسئول: آرش امید، استاد گروه مدیریت بهداشت دام، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

E-mail: aomidi@shirazu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

عوامل کلیدی در کاهش آلودگی به فلزات سنگین است. شیوه‌های مدیریتی ضعیف، نظیر استفاده از خوراک و آب آلوده، عدم دفع صحیح پسماند و عدم توجه به بهداشت دام، می‌تواند به افزایش غلظت فلزات سنگین در محصولات دامی منجر شود (Boudebouz et al, 2021). استفاده از منابع آب پاک و خوراک سالم و همچنین رعایت اصول بهداشتی در نگهداری دام‌ها می‌تواند به طور قابل توجهی خطر آلودگی را کاهش دهد. به علاوه، اندازه گله و تراکم دام‌ها نیز می‌تواند بر میزان تولید و دفع آلاینده‌ها تأثیرگذار باشد. گاوداری‌های بزرگ‌تر به دلیل مصرف بالاتر منابعی مانند آب و خوراک، ممکن است تولید پسماندهای آلوده را افزایش دهند و زمینه‌ساز تجمع فلزات سنگین شوند. ارتباطات مثبت معنی‌داری بین غلظت فلزات در بافت‌های گیاهی و نمونه‌های خاک وجود دارد. غلظت فلزات در خاک و بافت‌های گیاهی نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر دوری و نزدیکی از محل تردد وسایل نقلیه قرار دارد (Hosseini et al, 2020). به طور کلی، مدیریت بهینه در گاوداری‌ها می‌تواند به کاهش خطرات مرتبط با آلودگی فلزات سنگین کمک کند و به بهبود سلامت دام و انسان منجر شود. علی‌رغم اهمیت بالای این موضوع، پژوهش‌های محدودی در ایران به بررسی جامع اثر سطوح مدیریتی، اندازه گله و موقعیت جغرافیایی بر غلظت فلزات سنگین در گاوداری‌ها پرداخته‌اند. در اکثر مطالعات پیشین، توجه اصلی به یک یا دو عامل خاص معطوف شده و به طور جامع تأثیر همزمان این عوامل بر غلظت فلزات سنگین در محصولات دامی مورد بررسی قرار نگرفته است. به عنوان مثال، در برخی از تحقیقات، تنها به تأثیر موقعیت جغرافیایی یا اندازه گله پرداخته شده و به سطوح مدیریتی به عنوان یک عامل تأثیرگذار توجه کافی نشده است (Parween et al, 2016; Monteverde et al, 2022; Abid et al, 2024). هدف از این تحقیق، ارزیابی تأثیر سطوح مدیریتی خصوصاً مدیریت تغذیه‌ای، اندازه گله و موقعیت جغرافیایی بر غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و آرسنیک) در نمونه‌های مختلف از گاوداری‌های استان

ویژگی‌های شیمیایی خاص و توانایی تجمع در زنجیره غذایی، به ویژه در محیط‌های کشاورزی و دامپروری، خطرات زیادی را به همراه دارند. این فلزات، که چگالی بالایی دارند، می‌توانند اثرات سمی جدی بر سلامت انسان و دام داشته باشند. در شرایطی ممکن است این فلزات به زنجیره غذایی وارد شوند و خطراتی جدی برای سلامت عمومی ایجاد کنند. ورود فلزات سنگین به بدن حیوانات می‌تواند از طریق منابع آلوده، شامل خوراک و آب، صورت گیرد و اثرات سمی آن‌ها ممکن است به صورت حاد یا مزمن نمایان شود (Afzal and Mahreen, 2024). وجود این فلزات در محصولات دامی نه تنها سلامت دام‌ها را به خطر می‌اندازد، بلکه با انتقال به انسان از طریق مصرف محصولات دامی، تهدیدی جدی برای سلامت عمومی ایجاد می‌کند (López-Alonso et al, 2017). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که قرارگیری در معرض این فلزات می‌تواند منجر به بروز بیماری‌های مختلفی از جمله اختلالات عصبی، مشکلات تنفسی و حتی سرطان شود (Hoffman et al, 2013). نحوه ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی می‌تواند از طریق منابع مختلفی مانند خاک، آب و هوا باشد. فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و شهری به طور مستقیم یا غیرمستقیم به آلودگی محیط زیست منجر می‌شوند. در مناطق صنعتی، وجود کارخانه‌ها و تأسیسات تولیدی، به ویژه در نزدیکی مزارع و گاوداری‌ها، احتمال آلودگی به فلزات سنگین را افزایش می‌دهد (Seifi et al, 2019). میزان آلودگی به فلزات سنگین به ویژه در مناطق صنعتی بالاتر است و این موضوع در استان‌های صنعتی و کشاورزی مانند اصفهان که فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری به طور همزمان در حال انجام است، محسوس‌تر می‌باشد. مدیریت تغذیه‌ای به مجموعه‌ای از روش‌ها و استراتژی‌ها اشاره دارد که به منظور تأمین نیازهای غذایی دام‌ها و به حداقل رساندن آلودگی‌ها طراحی شده‌اند. این موارد شامل انتخاب مواد غذایی مناسب، بررسی کیفیت خوراک و رعایت بهداشت در فرآیند تهیه و توزیع غذا است. مدیریت تغذیه‌ای صحیح در دامپروری یکی از

لیتر)، خوراک دام (۱ کیلوگرم)، مکمل دامی (۵۰۰ گرم)، کود (۱ کیلوگرم) و مو (حداقل ۵۰ گرم از قسمت دم گاو) جمع‌آوری شد. نمونه‌ها در ظروف استریل و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل گردیدند. برای اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (سرب، کادمیوم و آرسنیک)، نمونه‌ها به روش هضم اسیدی آماده‌سازی شدند. در این مرحله، ترکیب اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن برای هضم نمونه‌ها استفاده شد. سپس، غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی (AAS، مدل PerkinElmer 5100) اندازه‌گیری شدند. استانداردهای کالیبراسیون با استفاده از محلول‌های استاندارد فلزات (Merck, Germany) در غلظت‌های ۰/۱ تا ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر تهیه شدند و حد تشخیص (LOD) برای سرب، کادمیوم و آرسنیک به ترتیب ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (Hasan and Faroque, 2020; Jin et al, 2020). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) تحلیل شدند. برای بررسی تفاوت‌های معنی‌دار بین گروه‌ها از تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. همچنین، روابط بین متغیرها (مانند فاصله تا منابع صنعتی و غلظت آرسنیک) با تحلیل رگرسیون چندگانه بررسی گردید. سطح معنی‌داری آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. در طول این مطالعه، تمامی مراحل با رعایت اصول اخلاقی و ملاحظات زیست‌محیطی انجام شد و تمامی داده‌ها با دقت جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شدند تا سلامت دام و انسان به طور مؤثر مورد توجه قرار گیرد.

اصفهان است. با تحلیل این عوامل، می‌توان به درک بهتری از چگونگی تأثیر مدیریت بر کیفیت محصولات دامی دست یافت. نتایج این پژوهش می‌تواند به تدوین راهکارهایی برای کاهش آلودگی و بهبود سلامت دام و انسان کمک کند و به ویژه در زمینه مدیریت بهینه گاو‌داری‌ها و پایش زیست‌محیطی در مناطق پرخطر مؤثر باشد.

مواد و روش کار

انتخاب ۳۰ گاو‌داری برای مطالعه حاضر بر اساس سه معیار اصلی انجام شد: موقعیت جغرافیایی، اندازه گله و سطح مدیریتی. در این راستا، موقعیت جغرافیایی هر گاو‌داری با ثبت مختصات طول و عرض جغرافیایی مشخص شد و گاو‌داری‌ها بر اساس نزدیکی به منابع آلودگی صنعتی دسته‌بندی شدند. اندازه گله نیز به دو دسته کوچک (کم‌تر از ۶۰۰ رأس) و بزرگ (بیش‌تر از ۶۰۰ رأس) تقسیم گردید (Ivanyos et al, 2019). بخش مهم این مطالعه به ارزیابی سطوح مدیریت تغذیه‌ای گاو‌داری‌ها اختصاص داشت. گاو‌داری‌ها بر اساس کیفیت برنامه‌های تغذیه‌ای، بهداشتی و روش‌های دفع پسماند به سه سطح مدیریتی تقسیم شدند: سطح ضعیف (سطح ۱)، سطح متوسط (سطح ۲) و سطح خوب (سطح ۳)، پرسشنامه جامع و در بر گیرنده سؤال‌هایی در مورد روش‌های تغذیه، تجهیزات مورد استفاده، آماده‌سازی و تحویل خوراک و سایر شیوه‌های مدیریتی بود که با مشاهده، پرسش و کاوش در محل گاو‌داری‌ها تکمیل شد (Table 1). از هر گاو‌داری، نمونه‌هایی از شیر (حداقل ۵۰۰ میلی‌لیتر)، آب مصرفی (۱)

Table 1: Questionnaire for assessing nutritional management in the studied farms

Item	Good	Acceptable	Unacceptable
<i>General Conditions</i>			
Distance (Purchase of hays, kilometers)	Less than 100	100 to 300	More than 300
Distance (Purchase of Silage, kilometers)	Less than 100	100 to 300	More than 300
Distance (Purchase of Grains, kilometers)	Less than 100	100 to 300	More than 300
Chemical Analysis of Ration Components	Most raw materials	Some raw materials	None

Continued Table 1

Re-evaluation of Ration Formulation per Year	Common	Occasionally	Never
Chemical Analysis of TMR	Common	Occasionally	Never
Preparation of Diet	TMR	PMR	Separate
Feed Delivery	Feeder	Tractor and trailer	Manual
Washing/Disinfection of Mixers and Feeding Equipment	Common	Occasionally	Never
Selection of Fungal Resistant Plant Species	Yes	No	Lack of information
Crop Rotation on the Farm	Yes	No	Lack of information
Evaluation of Ration Components	Common	Occasionally	Never
<i>Storage and Use of Hay and Straw</i>			
Disorganized storage, obvious mold, dirt and manure, rodents and carnivorous animals	No	Occasionally	Most cases
Appearance Quality of Alfalfa: Thick stems, leaf drop, brown color, mold	No	Low	Most cases
Chemical Acceleration of Alfalfa Drying	Yes	Occasionally	No
Assessment of Alfalfa Moisture at Purchase	Yes	Occasionally	No
Storage of Alfalfa and Straw Outdoors	Yes	Occasionally	No
Walls in Alfalfa Storage Barn	No	Walls on some sides, low wall	Yes
Ventilation in Alfalfa Storage	All sides open	Walls on some sides, low wall	Walls and windows closed
Purchasing and Storing Forage in the Right Season	Yes	Occasionally out of season	No
Transporting Forage with Clean Vehicles	Yes	Occasionally	No
Protection from Rain	Yes	Some parts no	No
Protection from Surface Waters	Yes	Some parts no	No
Assessment of Forage for Fungal/Aflatoxin Contamination	Yes	If the product is suspicious	No
Attention to Drought, Frost, and Other Stresses Regarding Aflatoxin Contamination	Yes	Occasionally	No
<i>Silo Construction</i>			
Irregular cuts, liquid on the ground, unpleasant odor, cracks on walls/floor, dirty environment	None	Some cases	Most cases
Silo Structure	On the ground	Using the slope of the ground	Below ground, inadequate drainage
Walls and Floor	Acid-resistant cement, without holes and cracks	Regular cement, stone/block, rough, porous	Earthen
Dimensions Suitable for Daily Intake	All silos	Some silos	None of the silos
Rainwater Drainage	Effective	Relative (thin layer of water)	No
Sewage/Surface Water Infiltration	No	Depends on silo structure	Yes
Leachate Drainage	Effective	Relative (thin layer of liquid)	No

Continued Table 1

Cleaning/Flaming before Silo Storage	Both	Cleaning only	None
Repairing Cracks in Walls and Floor before Silo Storage	Yes	Some silos	No
Removal of Foreign Materials/Liquids after Repair	Yes	Occasionally	No
Use of Detergents/Formalin after Repair	Yes	Occasionally	No
<i>Purchasing and Storing Silage Materials</i>			
Transport with Clean Vehicles	Yes	Occasionally	No
Crushing with Washed Vehicles	Yes	Occasionally	No
Entry of Soil during Crushing	No	Occasionally	Yes
Weather Conditions in the Days before Harvest	Sunny	Sunny and rainy	Harvest in any conditions
Plant Disease Control before Harvest	Yes	Occasionally	No
Attention to Drought or Cold Stress before Harvest	Yes	Occasionally	No
Storage under Plastic Covers in Damaged Silos	Yes	Occasionally	No
Puncturing of Silage Covers by Rodents and Birds	No	Occasionally	Yes
Inspection/Repair of Silage Covers	Yes	Occasionally	No
Walking on Silage	No	Occasionally	Yes
Edge Control to Prevent Air Infiltration	Yes	Occasionally	No
Stopping Fertilizer 15 Days before Harvest	Yes	Occasionally	No
Harvesting Plants from a Minimum of 20 cm Above Ground	Yes	Occasionally	No/Lack of information
Dominant Size of Pieces	Less than 3 cm	3 to 5 cm	More than 5 cm
Time Interval between Harvest and Emptying the Crop	Less than 6 hours	6 to 12 hours	More than 12 hours
Time Interval between Emptying and Crushing the Crop	Without Delay	Same Day	More than One Day
Maximum Time for Filling and Covering the Silo	Less than 3 days	4 to 5 days	More than 5 days
Height of Crop in the Silo before Crushing	Approximately 1 meter	Less than 1 meter	About 2 meters/Lack of information
Effective Crushing (Weight of Crop per Cubic Meter)	750 to 800 kg	700 to 750 kg	Less than 700 kg
Time Interval between Covering and Starting Consumption	More than 3 weeks	3 weeks	Less than 3 weeks
Use of Probiotics in Silage Preparation	Yes	Occasionally	No
Use of Non-Probiotic Additives	Yes	Occasionally	No
Use of Fermentable Carbohydrate Sources if Needed	Yes	Occasionally	No
Depleting Silage Inventory before the End of the Year and Purchasing Fermented Silage	No	Some Years	Every Year
Purchasing Packaged Silage	No	Yes/Used on the Same Day	Yes/Not finished in one day
<i>Silage Use Conditions</i>			
Daily Transfer	Directly pouring into the mixer	Dedicated tractor and trailer	Shared tractor and trailer/Other methods

Continued Table 1

Temporary Storage in Other Locations: Exposed to Sunlight, Near Feeding Trough or Preparation Area	No	Occasionally	Yes
General Conditions of Silage: Unpleasant Odor, Mold, Black Color (Edges and Top), Dark Brown Color	None	Some	Most cases
Texture of Pieces	Separate	Some parts sticky	Sticky
pH Assessment of Silage	Common	Occasionally	Never
pH at the Time of Study	Around 4	4 to 5	More than 5
Assessment of Dry Matter of Plant at Purchase	Yes/Moisture Meter	Yes/Touch and Observation	No
Assessment of Dry Matter of the Product at Consumption	Common	If Suspicious	Never
Assessment of Product for Fungal/Aflatoxin Contamination	Yes	If Suspicious	Never
Assessment of Product for Spoilage Bacteria	Yes	If Suspicious	Never
Harvest Method	Silage Cutter	Tractor Shovel or Loader	Manual
Cut Depth (Cold Season)	More than 30 cm	15 to 30 cm	Less than 15 cm
Cut Depth (Warm Season)	More than 50 cm	40 to 50 cm	Less than 40 cm
Removal of Moldy Sections (Edges and Top)	20 to 30 cm	Less than 20 cm	Variable/Not done
Chemical Assessment of Silage (Volatile Fatty Acids, Methanol, Nitrates, Ammonia)	All/Common	Some/Often	None
<i>Storage Conditions for Grains</i>			
Disorganization in Storage, Obvious Mold, Dirt and Manure, Rodents and Carnivorous Animals	None	Some Cases	Most Cases
Walls and Floor	Smooth, without cracks and angles	Some silos rough, cracked and angled	Rough, cracked and angled
Temperature and Humidity	Controllable	In Some Warehouses	Uncontrollable
Protection from Rain	Yes	Some Sections No	No
Protection from Surface Waters	Yes	Some Sections No	No
Protection Against Birds, Rodents, and Carnivorous Animals	Yes	Relative	No
Floor Higher than Ground	Yes	In Some Warehouses	No
Washable Pallets	Sufficient Quantity	Insufficient	No
Moisture-Resistant Bags	All Materials	Some Materials Depending on Supply Method/Additives	No
Emptying Main Materials on the Ground	No	Occasionally	Yes
Arrangement of Bags	Organized/Categorized	Somewhat Categorized	Disorganized
Cleaning/Disinfection of Warehouses	Common	Occasionally	Low/Not Done
Evaluation of Grains for Breakage or Powdering	Common	Occasionally	Not Done/Impossible
Cleaning/ Calculation of Foreign Materials in Grain Shipments	Yes	If Necessary	Not Implemented/Impossible

نتایج

نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها به شرح زیر است:

امتیازدهی به مدیریت تغذیه‌ای

از مجموع ۳۰ گاوداری، ۹ واحد (۳۰ درصد) در سطح ۱، ۱۵ واحد (۵۰ درصد) در سطح ۲ و ۶ واحد (۲۰ درصد) در سطح ۳ قرار گرفتند. ارزیابی مدیریت تغذیه‌ای بر اساس پرسشنامه جامع انجام شد که شامل معیارهای کمی و کیفی نظیر فاصله خرید علوفه، تحلیل شیمیایی خوراک، آماده‌سازی و تحویل خوراک و شرایط ذخیره‌سازی بود. میانگین نمرات مدیریت تغذیه برای سطح ۱، ۴۵ درصد (انحراف معیار ۸/۲)، برای سطح ۲، ۷۰ درصد (انحراف معیار ۶/۵) و برای سطح ۳، ۹۰ درصد (انحراف معیار ۴/۱) بود. برای تحلیل دقیق‌تر، معیارهای اصلی پرسشنامه به چهار دسته کلی تقسیم شدند. در دسته اول، منابع خوراک و فاصله خرید بررسی شد. در سطح ۱، ۸۹ درصد گاوداری‌ها علوفه را از فاصله بیش از ۳۰۰ کیلومتر تهیه می‌کردند که وضعیت نامطلوبی محسوب می‌شد، در حالی که در سطح ۳، ۱۰۰ درصد از فاصله کم‌تر از ۱۰۰ کیلومتر علوفه تهیه می‌کردند که نشان‌دهنده وضعیت مطلوب است. در دسته دوم، تحلیل شیمیایی و فرمولاسیون خوراک مورد بررسی قرار گرفت. ۷۰ درصد گاوداری‌های سطح ۱ هیچ تحلیل شیمیایی از اجزای خوراک نداشتند و ۶۰ درصد فرمولاسیون خوراک را سالانه بازنگری نمی‌کردند. در مقابل، ۹۰ درصد گاوداری‌های سطح ۳ تحلیل شیمیایی منظم و بازنگری سالانه داشتند که نشان‌دهنده کیفیت بالای مدیریت تغذیه در این گاوداری‌ها است. دسته سوم به آماده‌سازی و تحویل خوراک اختصاص داشت. در سطح ۱، ۶۷ درصد از تحویل دستی خوراک استفاده می‌کردند که وضعیت نامطلوبی است، در حالی که در سطح ۳، ۸۳ درصد از سیستم‌های مکانیزه (فیدر) بهره می‌بردند. شستشو و

ضدعفونی تجهیزات در سطح ۱ در ۸۰ درصد موارد به خوبی انجام نمی‌شد، اما در سطح ۳، این فرایند در ۹۰ درصد موارد رایج بود. در نهایت، دسته چهارم به شرایط ذخیره‌سازی اختصاص یافته بود. در سطح ۱، ۷۵ درصد گاوداری‌ها ذخیره‌سازی نامنظم خوراک را با علائم کپک‌زدگی داشتند، در مقابل سطح ۳ که ۱۰۰ درصد از انبارهای تهویه‌دار و مقاوم به رطوبت استفاده می‌کردند. تحلیل آماری نیز نشان داد که تفاوت بین سطوح مدیریتی در نمرات تغذیه معنی‌دار است ($F=18/45$, $P<0/001$). با استفاده از آزمون تعقیبی توکی مشخص شد که سطح ۳ به طور معنی‌داری از سطوح ۱ و ۲ بهتر است ($P<0/01$).

غلظت سرب (Pb)

میانگین غلظت سرب در شیر نمونه‌های جمع‌آوری شده $0/059 \pm 0/045$ میلی‌گرم بر لیتر بود. میانه غلظت سرب در شیر برابر با $0/028$ میلی‌گرم بر لیتر بود که بالاتر از حد مجاز $0/02$ میلی‌گرم بر لیتر به حساب می‌آید گاوداری‌هایی که در سطح مدیریتی ضعیف (سطح ۱) قرار داشتند، غلظت بالاتری از سرب را نشان دادند و بالاترین مقدار سرب در شیر ($0/207$ میلی‌گرم بر لیتر) در گاوداری شماره ۹ ثبت شد. تفاوت معنی‌داری بین سطوح مدیریتی در غلظت سرب در شیر وجود داشت ($F=4/12$, $P=0/032$). در مورد خوراک دام، میانگین غلظت سرب $2/31 \pm 2/34$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و میانه غلظت سرب در خوراک $1/98$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که کمتر از حد مجاز 10 میلی‌گرم بر کیلوگرم به شمار می‌رود. حداکثر مقدار سرب در خوراک دام به میزان $11/316$ میلی‌گرم بر کیلوگرم در گاوداری شماره ۹ مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین سطوح مدیریتی در غلظت سرب در خوراک دام وجود داشت ($P=0/028$)، (Table 2).

Table 2: Concentration of lead in milk and animal feed based on management levels

Management	Sample Size	Lead in Milk (mg/l)	Lead in Feed (mg/kg)
1 (Poor)	10	0.064 ± 0.063 ^a	3.28 ± 3.45 ^a
2 (Moderate)	10	0.032 ± 0.031 ^b	1.98 ± 1.56 ^b
3 (Good)	10	0.027 ± 0.012 ^b	1.76 ± 1.04 ^b
<i>P value</i>	-	0.032	0.028
Mean (median)	-	0.059 ± 0.045 (0.028)	2.31 ± 2.34 (1.98)

The different lowercase letters in each column indicate significant differences at the 5% level, based on Tukey's test used.

غلظت کادمیوم (Cd)

بزرگ‌تر از ۶۰۰ رأس، مقادیر بیش‌تری از کادمیوم را در کود و مو نشان دادند ($F=3/89$, $P=0/041$)، (Table 3). بالاترین مقدار کادمیوم در کود (۰/۵۷۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در گاوداری شماره ۱۱ ثبت شد. در شیر، غلظت کادمیوم در اکثر نمونه‌ها زیر حد تشخیص (۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر) بود و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد.

میانگین غلظت کادمیوم در کود $0/165 \pm 0/124$ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در مو $0/081 \pm 0/075$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. سطح میانه کادمیوم در کود $0/06$ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در مو $0/102$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که هر دو کم‌تر از حد مجاز به ترتیب ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم هستند. گاوداری‌های با اندازه گله

Table 3: Concentration of cadmium in manure and hair based on herd size

Herd Size	Sample Size	Cadmium in Manure (mg/kg)	Cadmium in Hair (mg/kg)
Small (less than 600 heads)	14	0.089 ± 0.124 ^a	0.054 ± 0.061 ^a
Large (more than 600 heads)	16	0.156 ± 0.198 ^b	0.093 ± 0.098 ^b
<i>P value</i>	-	0.041	0.041
Mean (median)	-	0.081 ± 0.075 (0.060)	0.165 ± 0.124 (0.102)

The different overcase letters in each column indicate significant differences at the 5% level, based on Tukey's test used.

غلظت آرسنیک (As)

Table 4: Concentration of arsenic in animal feed based on distance to industry

Distance to Industry	Sample Size	Arsenic in Feed (mg/kg)
1 (Near)	12	3.89 ± 2.34 ^a
2 (Far)	18	0.78 ± 0.45 ^b
<i>P value</i>	-	0.019
Mean (median)	-	2.58 ± 1.12 (0.62)

The different lowercase letters in each column indicate significant differences at the 5% level, based on Tukey's test used.

غلظت آرسنیک در خوراک دام به طور متوسط $2/58 \pm 1/12$ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. میانه غلظت آرسنیک در خوراک دام $0/62$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که کم‌تر از حد مجاز ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه نشان داد که غلظت آرسنیک در خوراک دام تحت تأثیر نزدیکی به مناطق صنعتی قرار دارد ($P=0/019$, $r=0/67$)، بدین معنی که هر چقدر گاوداری به مراکز صنعتی نزدیک‌تر باشد مقدار آرسنیک بیش‌تری در خوراک دارد (Table 4).

بحث

بر لیتر گزارش شده بود (Mahdinezhad Hargalan et al, 2024). این یافته تقریباً مشابه با غلظت میانه سرب شیر در مطالعه حاضر است که برابر با ۰/۰۲۸ میلی گرم بر لیتر بود. همچنین López-Alonso و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کرده بودند که مدیریت ناکارآمد با افزایش تجمع فلزات سنگین در محصولات دامی مرتبط است.

افزایش کادمیوم در کود و مو در گاوداری‌های با اندازه گله بزرگ‌تر ممکن است به تراکم بالاتر دام‌ها و دفع نامناسب پسماند مربوط باشد. این نتیجه با مطالعه Hosseini و همکاران (۲۰۲۰) هم‌راستا است که نشان داده بودند تراکم دام و مدیریت پسماند بر میزان کادمیوم در محیط گاوداری اثر دارد. کادمیوم به طور طبیعی در خاک و آب وجود دارد، اما فعالیت‌های انسانی می‌تواند غلظت آن را افزایش دهد. گله‌های بزرگ‌تر، کود بیش‌تری تولید می‌کنند که مدیریت و دفع صحیح آن‌ها را دشوارتر می‌سازد. اگر کود به طور مؤثر مدیریت نشود، کادمیوم ناشی از خوراک یا آب آلوده می‌تواند در کود تجمع یابد و به محیط زیست نفوذ کند (Irshad et al, 2013). دفع نامناسب کود می‌تواند منجر به آلودگی خاک و سیستم‌های آبی با کادمیوم شود که این چرخه در زنجیره غذایی ادامه می‌یابد (Afzal and Mahreen, 2024). سطوح کادمیوم در کود و مو ممکن است منعکس‌کننده آلودگی در خوراک باشد که می‌تواند ناشی از آلاینده‌های صنعتی یا گنجاندن فلزات سنگین در مکمل‌های خوراک باشد (Afzal and Mahreen, 2024). گله‌های بزرگ‌تر معمولاً نیاز به تأمین خوراک به صورت عمده دارند که ممکن است خطر تأمین خوراک آلوده را افزایش دهد. نزدیکی به مناطق صنعتی (مانند کوره‌های آجر، ذوب فلزات) می‌تواند دام‌ها را از طریق خاک، آب و گیاهان با سطوح بالاتری از کادمیوم مواجه کند. این آلاینده‌ها می‌توانند در بافت‌ها، از جمله مو، تجمع یابند (Razooqi, 2022). سیستم‌های کشاورزی متراکم معمولاً به دلیل وابستگی بیش‌تر به کودها و مکمل‌هایی که حاوی فلزات سنگین هستند به افزایش غلظت فلزات سمی منجر می‌شوند. استفاده از کودهای حاوی کادمیوم می‌تواند

در این مطالعه مشاهده شد که سطح مدیریتی ضعیف با افزایش غلظت سرب در شیر و خوراک دام همراه بوده است. این موضوع می‌تواند به استفاده از منابع آلوده (مانند آب یا خوراک حاوی سرب) در گاوداری‌های با مدیریت ضعیف نسبت داده شود. روش‌های مدیریتی ضعیف در پرورش دام می‌توانند به طور قابل توجهی به افزایش سطوح سرب در شیر و خوراک منجر شوند. این موضوع عمدتاً به دلیل بلع خاک، آب و خوراک آلوده توسط دام‌ها است. قرارگیری در معرض سرب می‌تواند از طریق مسیرهای مختلفی رخ دهد، از جمله آلودگی محیطی ناشی از فعالیت‌های صنعتی، دفع نامناسب زباله‌ها و استفاده از مکمل‌های آلوده. خاک و آب ممکن است به دلیل فعالیت‌های صنعتی، انتشار گازهای خروجی خودروها یا رواناب‌های کشاورزی آلوده به سرب باشند (Sharifi et al, 2022). برخی از مکمل‌های افزوده شده به خوراک ممکن است حاوی مقادیر جزئی فلزات سنگین، از جمله سرب باشند که اگر به درستی مدیریت نشوند، می‌توانند در بافت‌های دامی تجمع یابند. در برخی موارد دفع نامناسب مواد حاوی سرب، مانند باتری‌های قدیمی یا رنگ، می‌تواند منجر به بلع مستقیم توسط دام‌ها شود (Afzal and Mahreen, 2024). مطالعه‌ای در روسیه غلظت‌های بالاتری از سرب را در شیر برخی نژادهای گاو یافته است (Safonov, 2020). یک مطالعه ۱۶ ساله در غرب کانادا موارد مکرر مسمومیت حاد با سرب در گاوها را مستند کرده که اغلب به آلودگی محیطی مرتبط بوده‌اند (Cowan and Blakley, 2016). در مطالعه‌ای در استان تهران سطح سرب شیر خام در محدوده قابل قبولی گزارش شده، اما در آن گزارش بر لزوم پایش مداوم به دلیل خطر تجمعی قرارگیری در معرض سرب تأکید شده است (Sharifi et al, 2022). عدم پایش کیفیت خوراک، به ویژه در مناطق صنعتی، با افزایش سرب در شیر همبستگی دارد. در مطالعه دیگری که در گاوداری‌های تهران انجام شده بود، غلظت سرب در شیر بالاتر از حد مجاز و معادل ۰/۰۲۷ میلی گرم

منجر به جذب آرسنیک توسط محصولات مورد استفاده به عنوان خوراک شوند (Singh et al, 2023). احتراق زغال‌سنگ باعث تولید باقی‌مانده‌های مملو از آرسنیک می‌شود که می‌تواند مزارع کشاورزی و منابع آبی نزدیک به آن را آلوده کند و به طور غیرمستقیم بر ایمنی خوراک تأثیر بگذارد (Şahin et al, 2022). برخی آفت‌کش‌های مبتنی بر آرسنیک نیز که در باغ‌ها و مزارع کشاورزی استفاده می‌شوند، باقی‌مانده‌هایی در خاک به جا می‌گذارند. در محصولاتی که در این خاک‌های آلوده کشت می‌شوند ممکن است آرسنیک تجمع یابد و به زنجیره خوراک وارد شود. آب‌های ناشی از تأسیسات صنعتی معمولاً حاوی آرسنیک هستند و منابع آبی مورد استفاده برای آبیاری یا نوشیدن، دام‌ها را آلوده می‌کنند (Şahin et al, 2022). مشاهده شده برخی ضایعات و فضولات پرورش طیور که حاوی آرسنیک هستند به صورت پلت شده تهیه و به عنوان کود فروخته و استفاده می‌شوند. این عمل سطح آرسنیک را در محصولات مورد استفاده به عنوان خوراک را افزایش می‌دهد (Nachman et al, 2005). از طرفی محصولاتی که در نزدیکی مناطق صنعتی کشت می‌شوند، آرسنیک را از خاک و آب آلوده جذب می‌کنند. به عنوان مثال، برنج و گندم به دلیل آبیاری با آب‌های زیرزمینی آلوده، به تجمع سطوح بالای آرسنیک شناخته شده‌اند. خوراک حاوی افزودنی‌های معدنی که از مناطق صنعتی تأمین شده‌اند، نیز ممکن است به دلیل آلودگی در حین تولید یا پردازش، سطوح بالایی از آرسنیک داشته باشند (Şahin et al, 2022). خوراک آلوده به آرسنیک در طولانی مدت می‌تواند منجر به اثرات سمی در دام‌ها، از جمله کاهش تولید و اختلال در وضعیت‌های فیزیولوژیک شود (Mandal, 2017). قرارگیری طولانی‌مدت در معرض آلاینده‌های صنعتی، سطوح آرسنیک خاک را افزایش می‌دهد و خطرات تجمع زیستی در محصولات را به همراه دارد. پساب‌های صنعتی حاوی آرسنیک، منابع آبی مورد استفاده برای آبیاری یا مصرف دام‌ها را آلوده کرده و چرخه آلودگی در زنجیره غذایی را ادامه می‌دهند (Şahin et al, 2022). آرسنیک در

فلزات سنگین را به خاک‌های کشاورزی وارد کند. این موضوع خطراتی برای محصولات کشت شده در این خاک‌ها به همراه دارد و می‌تواند به تجمع زیستی در زنجیره غذایی منجر شود. ورود کادمیوم از کودهای مدیریت نشده به سیستم‌های آبی می‌تواند منابع آب شرب و اکوسیستم‌های آبی را آلوده کند (Afzal and Mahreen, 2024). در عین حال باید توجه داشت که گله‌های بزرگ‌تر آلودگی و فضولات بیش‌تری تولید می‌کنند که ممکن است در هنگام تجزیه، گازهای مضرمانند هیدروژن سولفید آزاد کنند. این امر به آلودگی هوا به همراه آلودگی ناشی از فلزات سنگین کمک می‌کند (Razooqi, 2022). مطالعه‌ای در مورد کودهای دامی نشان داده که غلظت‌های فلزات سنگین بر اساس نوع دام، خوراک دام و شیوه‌های مدیریت گله متغیر بوده است. کادمیوم به عنوان یکی از فلزاتی که خطرات محیطی قابل توجهی دارد به دلیل تحرک و پایداری‌اش شناخته شده است (Irshad et al, 2013). تحقیقات در خصوص نزدیکی گاو‌داری‌ها به کوره‌های آجرپزی نشان‌دهنده سطوح بالای کادمیوم در شیر و بافت‌های حیوانی به دلیل اثرات محیطی بوده و بر نقش آلودگی صنعتی در تجمع فلزات سنگین تأکید می‌کند (Razooqi, 2022). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که عملیات صنعتی بزرگ‌تر و گسترده‌تر با چالش‌های بیش‌تری در مدیریت مؤثر زباله مواجه هستند که منجر به خطرات بالاتر آلودگی محیطی به کادمیوم و سایر فلزات سنگین می‌شوند (Afzal and Mahreen, 2024).

آرسنیک به عنوان یکی از فلزات سنگین با اثرات سمی بر سلامت انسان و دام شناخته می‌شود. غلظت بالای آرسنیک در خوراک دام در گاو‌داری‌های نزدیک به مناطق صنعتی با آلودگی زیست‌محیطی مرتبط بود، که با یافته‌های Seifi et al, (2019) درباره تأثیر فعالیت‌های صنعتی بر آلودگی خاک و آب در ایران هم راستا بود. معادن و کارخانه‌های ذوب فلزات، آرسنیک را به محیط زیست منتشر می‌کنند و باعث آلودگی خاک، آب و هوا می‌شوند. این آلاینده‌ها می‌توانند به زمین‌های کشاورزی نفوذ کرده و

در شیر خام را افزایش می‌دهد، زیرا آلاینده‌ها می‌توانند به خوراک و آب نفوذ کنند یا به طور مستقیم بر دام‌ها تأثیر بگذارند (Zyambo et al, 2022). آلودگی سرب همچنین می‌تواند در حین فرآوری شیر از طریق استفاده از تجهیزات یا مواد بسته‌بندی آلوده رخ دهد. محصولاتی که به عنوان خوراک دام استفاده می‌شوند ممکن است از خاک یا آب آلوده سرب را جذب کنند و این امر منجر به انتقال آن به شیر از طریق دام‌های شیرده شود (Abdeljalil et al, 2021). سازمان جهانی بهداشت (WHO) و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) حداکثر محدودیت مجاز برای سرب در شیر را ۰/۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم) تعیین کرده‌اند. با این حال، مطالعات نشان داده‌اند که شیر تولید شده در مناطق صنعتی اغلب این محدودیت‌ها را نقض می‌کند و ممکن است از این مقادیر فراتر رود. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۲۴ در مصر انجام شد، میانگین غلظت سرب در شیر خام گاوهای مناطق صنعتی به میزان ۲/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شد. این مقدار ۱۱۱/۵ برابر بیش‌تر از حد مجاز بوده است (Abdeljalil et al, 2021; Tripathi et al, 1999). پژوهش حاضر در گاوداری‌های استان اصفهان نشان داد که غلظت سرب در شیر گاوداری شماره ۰/۲۰۷۹ میلی‌گرم بر لیتر بود که بیش از ده برابر حد مجاز است و در خوراک دام همین واحد نیز ۱۱/۳۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم سرب اندازه‌گیری شد که فراتر از استاندارد ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. این گاوداری جزو گاوداری‌های کوچک با سطح تولید بالا و سطح مدیریت متوسط بود. نکته حائز اهمیت این است که در بین گاوداری‌های بررسی شده این گاوداری نزدیک‌ترین فاصله را با شهرک‌های صنعتی، جاده، فرودگاه و شهر داشت. با توجه به خطرات جدی سرب، پیشنهاد شد منابع خوراک آلوده فوراً جایگزین شده و کیفیت خوراک، آب، خاک و محیط نگهداری دام به طور مستمر پایش شود. مواجهه مزمن با شیر آلوده می‌تواند خطرات بهداشتی قابل توجهی برای جوامع انسانی ایجاد کند (Zyambo et al, 2022).

خوراک دام منجر به آلودگی محصولات دامی مانند شیر، گوشت و تخم‌مرغ می‌شود که خطرات بهداشتی قابل توجهی برای مصرف‌کنندگان، از جمله سرطان به همراه دارد (Adamse et al, 2017). مقایسه با استانداردها نشان می‌دهد که غلظت سرب در شیر برخی گاوداری‌ها از حد مجاز فراتر رفته و می‌تواند برای سلامت مصرف‌کنندگان خطرناک باشد (Wu, 2014). سرب به طور تدریجی در بدن تجمع می‌یابد، به ویژه در مغز، کبد، کلیه‌ها و استخوان‌ها. این فلز می‌تواند سیستم‌های بیولوژیکی مختلف را حتی در سطوح پایین مختل کند (Abou Arab et al, 2024). قرارگیری در معرض سرب از طریق شیر به ویژه برای جمعیت‌های آسیب‌پذیر مانند کودکان، زنان باردار و نوزادان نگران‌کننده است. این موضوع می‌تواند توسعه عصبی در کودکان را مختل کند، IQ را کاهش دهد و مشکلات رفتاری ایجاد کند (Szkoda and Zmudzki, 2005). قرارگیری طولانی‌مدت در معرض سرب می‌تواند به کم‌خونی به دلیل کاهش تولید هموگلوبین، اختلال عملکرد کلیه‌ها، سرکوب ایمنی و بیماری‌های قلبی‌عروقی منجر شود. سازمان بین‌المللی تحقیقات در مورد سرطان (IARC) سرب غیرآلی را به عنوان یک سرطان‌زای گروه A۲ (احتمالاً سرطان‌زا برای انسان‌ها) طبقه‌بندی کرده است (Madani-Tonekaboni et al, 2019). افزایش غلظت سرب در شیر و خوراک دام، به ویژه در گاوداری‌هایی با مدیریت ضعیف، می‌تواند به مشکلات بهداشتی جدی منجر شود. به عنوان مثال، سرب می‌تواند بر سیستم عصبی تأثیر منفی بگذارد و باعث بروز مشکلات رشد در کودکان شود (Järup, 2003). به نحوی که کودکان به دلیل سیستم عصبی در حال رشد و توسعه و نرخ‌های بالاتر جذب سرب نسبت به بزرگسالان، بیش‌تر در معرض سمیت سرب هستند. این امر می‌تواند منجر به مشکلات و آسیب‌های غیرقابل برگشت شود (Jeng et al, 1994). مراکز صنعتی، آلودگی ناشی از ترافیک و منابع آبی آلوده از عوامل اصلی آلودگی شیر با سرب هستند. نزدیکی به مناطق صنعتی به طور قابل توجهی احتمال آلودگی سرب

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم بررسی دقیق منابع نقطه‌ای آلودگی (مانند صنایع خاص) و اثرات بلندمدت مواجهه با فلزات سنگین اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی با تمرکز بر شناسایی منابع دقیق آلودگی و اثرات بلندمدت مواجهه با فلزات سنگین انجام گیرد. در عین حال با توجه به تأثیر بیماری‌هایی مانند ورم پستان بر کیفیت شیر (Bagheri et al, 2024; Madani, Borujeni et al, 2024)، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده بر همکنش عفونت‌ها با افزایش غلظت فلزات سنگین تمرکز کنند. با این حال، نتایج به وضوح بر ضرورت توجه به کیفیت منابع تغذیه‌ای و مدیریت زیست‌محیطی در گاو‌داری‌ها، به ویژه در مناطق صنعتی، برای کاهش خطرات سلامت عمومی تأکید می‌کنند.

نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار مدیریت تغذیه‌ای، اندازه گله و موقعیت جغرافیایی بر غلظت فلزات سنگین در محصولات دامی استان اصفهان است. به طور مشخص، مدیریت ضعیف تغذیه‌ای با افزایش غلظت سرب در شیر (میانگین ۰/۰۲۸ میلی‌گرم بر لیتر) و خوراک دام مرتبط بود، در حالی که در گله‌های بزرگ‌تر (بالای ۶۰۰ رأس)، تجمع کادمیوم در کود (میانگین ۰/۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و موی دام (میانگین ۰/۱۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. همچنین، نزدیکی به مناطق صنعتی به طور چشم‌گیری غلظت آرسنیک را در خوراک دام (میانگین ۰/۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) افزایش داد. این یافته‌ها با مطالعات پیشین همسو است که نشان می‌دهند مدیریت ناکارآمد و آلودگی محیطی ناشی از صنایع، موجب تسهیل انتقال فلزات سنگین به زنجیره غذایی دام و انسان می‌شود (López-Alonso et al, 2024).

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شیراز برای تأیید و حمایت مالی انجام این پژوهش تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

تعارض منافع

تعارض منافی در این مطالعه وجود نداشت.

منابع مالی

منابع مالی این پژوهش توسط معاونت پژوهشی دانشگاه شیراز تأمین گردیده است (شماره گزینت ۰GCB1M235008).

منابع

Abid, K., Shams, Z. I., Tahir, M. S., & Zubair, A. (2024). Determination of heavy metals in cow's and buffalo's fresh raw milk from different areas of Pakistan. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 42(3), 757-770.

Abdeljalil, N. A., Benkhayal, A. A., Ahmida, M. H. S., El Sharaa, I. A., & Ahmida, N. H. (2021). Determination of lead and cadmium in different types of milk samples collected from different markets in Benghazi-Libya.

Abou Arab, A., Abou Donia, M., & Enb, A. (2024). Lead levels in milk and its products from various environments in Egypt.

Adamse, P., Van der Fels-Klerx, H. J., & de Jong, J. (2017). Cadmium, lead, mercury and arsenic in animal feed and feed materials—trend analysis of monitoring results. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 34(8), 1298-1311.

- Afzal, A., & Mahreen, N. (2024). Emerging insights into the impacts of heavy metals exposure on health, reproductive and productive performance of livestock. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1375137.
- Bagheri, Z., Mohammadzadeh, A., Bahari, A., Mohammadi, A., & Sharifi, A. (2024). A molecular survey for detection of *Mycoplasma bovis* in bovine bulk milk samples of dairy farms in Hamedan, Iran. *Iranian Veterinary Journal*, 19(3), 14-22
- Boudebouz, A., Boudalia, S., Bousbia, A., Habila, S., Boussadia, M. I., & Gueroui, Y. (2021). Heavy metals levels in raw cow milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *Science of the Total Environment*, 751, 141830.
- Cowan, V., & Blakley, B. (2016). Acute lead poisoning in western Canadian cattle—A 16-year retrospective study of diagnostic case records. *The Canadian Veterinary Journal*, 57(4), 421.
- Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1), 167-182.
- Jeng, S. L., Lee, S. J., & Lin, S. Y. (1994). Determination of cadmium and lead in raw milk by graphite furnace atomic absorption spectrophotometer. *Journal of Dairy Science*, 77(4), 945-949.
- Jin, M., Yuan, H., Liu, B., Peng, J., Xu, L., & Yang, D. (2020). Review of the distribution and detection methods of heavy metals in the environment. *Analytical methods*, 12(48), 5747-5766.
- Hasan, S., & Faroque, M. O. (2020). Determination of Selected Heavy Metals in Food and Water Consumed by Households. *Int. J. Sci. Basic Appl. Res. Int. J. Sci. Basic Appl. Res.*, 53(2), 117-128.
- Hosseini, N. S., Sobhanardakani, S., Cheraghi, M., Lorestani, B., & Merrikhpour, H. (2020). Heavy metal concentrations in roadside plants (*Achillea wilhelmsii* and *Cardaria draba*) and soils along some highways in Hamedan, west of Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 13301-13314.
- Irshad, M., Malik, A. H., Shaukat, S., Mushtaq, S., & Ashraf, M. (2013). Characterization of Heavy Metals in Livestock Manures. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(4).
- Ivanyos, D., Monostori, A., Németh, C., Fodor, I., & Ózsvári, L. (2019). Relationship between herd size, milking technology and milk production parameters on large-scale Hungarian dairy farms. *The Animal Biology*, 21(2), 32-34.
- Khan, S., Cao, Q., Zheng, Y. M., Huang, Y. Z., & Zhu, Y. G. (2008). Health risks of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with wastewater in Beijing, China. *Environmental Pollution*, 152(3), 686-692.
- López-Alonso, M., Miranda, M., Castillo, C., Hernández, J., García-Vaquero, M., & Benedito, J. L. (2007). Toxic and essential metals in liver, kidney and muscle of pigs at slaughter in Galicia, north-west Spain. *Food Additives and Contaminants*, 24(9), 943-954.
- Madani Borujeni, M. A., Ghorbanpoor, M., Mokhtari, A., Khosravi, M., & Fallah, A. (2024). Prevalence of subclinical streptococcal mastitis in dairy cows in Chaharmahal and Bakhtiari province. *Iranian Veterinary Journal*, 20(3), 68-75.
- Madani-Tonekaboni, M., Rafiei Nazari, R., Mirzamohammadi, S., Abdolshahi, A., Abbasi-bastami, N., & Arabameri, M. (2019). Monitoring and risk assessment of lead and cadmium in milks from east of Iran using Monte Carlo simulation method. *Nutrition and Food Sciences Research*, 6(2), 29-36.
- Mahdinezhad Hargalan, Y., Alizadeh Sani, M., Shariatifar, N., Khaniki, G. J., Nazmara, S., Mohammadpourfard, I., & Arabameri, M. (2024). Determination of elements in raw and industrial milks from Tehran city. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-15.
- Mandal, P. (2017). An insight of environmental contamination of arsenic on animal health. *Emerging Contaminants*, 3(1), 17-22.
- Monteverde, V., Camilleri, G., Arfuso, F., Pennisi, M., Perillo, L., Patitò, G., & Piccione, G. (2022). Heavy metal levels in milk and serum of dairy cows from different farms located near an industrial area. *Animals*, 12(19), 2574.
- Nachman, K. E., Graham, J. P., Price, L. B., & Silbergeld, E. K. (2005). Arsenic: a roadblock to potential animal waste management solutions. *Environmental Health Perspectives*, 113(9), 1123-1124.
- Parween, R., Shaukat, S. S., Yasmeen, K., & Ara, D. (2016). Evaluation of Environmental Impact on Heavy Metal Load in Cattle Milk. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3).
- Razooqi, M. A. (2022). Risk exposure of dairy cows to environmental contamination of brick kilns on milk content of antioxidants and heavy metals in Al-Nahrawan region, Iraq. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 20(3), 491-502.

- Safonov, V. (2020). Assessment of heavy metals in milk produced by black-and-white Holstein cows from Moscow. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 8(2), 410-415.
- Seifi, M., Mahvi, A. H., Hashemi, S. Y., Arfaeinia, H., Pasalari, H., Zarei, A., & Changani, F. (2019). Spatial distribution, enrichment and geo-accumulation of heavy metals in surface sediments near urban and industrial areas in the Persian Gulf. *Desalination and Water Treatment*, 158, 130-139.
- Sharifi, S., Sohrabvandi, S., Mofid, V., Javanmardi, F., Khanniri, E., & Mortazavian, A. M. (2022). The assessment of lead concentration in raw milk collected from some major dairy farms in Iran and evaluation of associated health risk. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 20(1), 181-186.
- Singh, S., Yadav, R., Sharma, S., & Singh, A. N. (2023). Arsenic contamination in the food chain: a threat to food security and human health. *J Appl Biol Biotechnol*, 11, 24-33.
- Şahin, E., Sarıkaya, H. A., Çınar, M., & Yıldırım, E. (2022). The occurrence of arsenic, cadmium, and lead residues in cattle feed collected in Kırıkkale, Türkiye: A preliminary study. *Livestock Studies*, 62(2), 81-85.
- Szkoda, J., & Zmudzki, J. (2005). Determination of lead and cadmium in biological material by graphite furnace atomic absorption spectrometry method. *Bull Vet Inst Pulawy*, 49(1), 89-92.
- Tumbo, M., & Chacha, N. (2011). Assessment of diffusion of best environmental management practices in Tanzania.
- Tripathi, R. M., Raghunath, R., Sastry, V., & Krishnamoorthy, T. M. (1999). Daily intake of heavy metals by infants through milk and milk products. *Science of the total environment*, 227(2-3), 229-235.
- Wu, Y. (2014). General standard for contaminants and toxins in food and feed. *Codex Stan*, 193-1995.
- Zyambo, G., Yabe, J., Muzandu, K., M'kandawire, E., Choongo, K., Kataba, A., & Ishizuka, M. (2022). Human health risk assessment from lead exposure through consumption of raw cow milk from free-range cattle reared in the vicinity of a lead-zinc mine in Kabwe. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4757.

Received: 15.03.2025

Accepted: 05.05.2025

ارزیابی تجویز داخل وریدی یا موضعی دگزامتازون بر بلوک شبکه بازویی با لیدوکائین در گوسفند

پروانه صادقی^۱، هادی ایمانی راستابی^{۲*}، معصومه عزتی گیوی^۳ و کاوه خزائیل^۴

^۱ دانش آموخته دکتری حرفه‌ای، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۲ دانشیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۳ استادیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۴ دانشیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۱۵

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، اثر افزودن دگزامتازون به صورت موضعی و وریدی بر زمان شروع و طول دوره بلوک اعصاب، متعاقب بلوک شبکه بازویی گوسفندان تعیین شد. در مطالعه حاضر ۲۰ رأس گوسفند ماده بالغ از نژاد عرب با میانگین وزنی $32/9 \pm 3/4$ کیلوگرم مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور ایجاد بلوک شبکه بازویی، گوسفندان به صورت تصادفی یکی از سه درمان لیدوکائین (۴ mg/kg, LID)، لیدوکائین-دگزامتازون موضعی (۴ mg/kg, LIDEXL و ۸ mg و لیدوکائین-دگزامتازون وریدی (۴ mg/kg, LIDEXV و ۸ mg) را دریافت کردند. در گروه سوم، دگزامتازون ۱۰ دقیقه قبل از تجویز بی‌حسی، به صورت وریدی در ورید وداج تزریق شد. به منظور شناسایی اعصاب از دستگاه تحریک عصب استفاده شد. با تحریک عصبی، انقباض و حرکات اندام مشاهده گردید و دارو در محل تا زمان قطع حرکت اندام تزریق شد. نتایج نشان داد که زمان شروع بی‌حسی عصب زنده‌برینی در گروه LIDEXL به صورت معنی‌داری پایین‌تر از لیدوکائین تنها بود. مدت زمان بی‌حسی و بی‌حرکتی در گروه LID، به ترتیب برابر با $23/67 \pm 68/11$ و $30/41 \pm 75/00$ دقیقه؛ در گروه LIDEXL، به ترتیب برابر با $18/12 \pm 59/6$ و $20/90 \pm 81/17$ دقیقه؛ در گروه LIDEXV، به ترتیب برابر با $16/55 \pm 62/58$ و $16/83 \pm 64/40$ دقیقه بود که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد. با توجه به نتایج این مطالعه، افزودن دگزامتازون به صورت موضعی و وریدی به داروی لیدوکائین تأثیری بر شروع اثر بی‌حسی و طول دوره بی‌حسی موضعی متعاقب بلوک شبکه بازویی در گوسفند ندارد.

کلمات کلیدی: بلوک شبکه بازویی، دگزامتازون، لیدوکائین، گوسفند

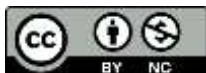
مقدمه

دارد. علاوه بر این نشان داده شده که استفاده از داروهای بی‌حسی موضعی در حین عمل موجب افزایش راحتی و بهبود عملکرد حیوان می‌گردد (Allegri et al, 2009).

در نشخوارکنندگان معمولاً بی‌حسی موضعی و ناحیه‌ای نسبت به بیهوشی عمومی ارجحیت دارد، زیرا هزینه، نظارت، عوارض و تغییرات قلبی عروقی کمتری را به همراه

* نویسنده مسئول: هادی ایمانی راستابی، دانشیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

E-mail: h.imani@scu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

مواد و روش کار

در مطالعه حاضر ۲۰ رأس گوسفند ماده بالغ مورد آزمون قرار گرفتند. گوسفندان از نژاد عرب با میانگین وزنی ۳/۴ ± ۳۲/۹ کیلوگرم و محدوده سنی ۲-۱ سال بودند. وضعیت سلامت حیوانات با معاینه فیزیکی کامل، عدم وجود تاریخچه بیماری و اشتهای خوب و کامل تعیین شد. همچنین حیوانات آبستن مورد استفاده قرار نگرفتند. در طول مدت مطالعه، حیوانات به رژیم غذایی یکسان (شامل یونجه، جو و کاه) و آب دسترسی داشتند. به حیوانات قبل از انجام هر آزمون، پرهیز غذایی و آب داده نشد. تمامی تزریقات در محدوده‌ی ظهر و از ساعت ۱۵-۱۱ انجام گرفت.

در این مطالعه به منظور ایجاد بلوک شبکه بازویی، گوسفندان به صورت تصادفی یکی از سه درمان لیدوکائین موضعی (LID، ۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ لیدوکائین هیدروکلراید ۲ درصد، کاسپسین تأمین، رشت، ایران)، لیدوکائین موضعی - دگزامتازون موضعی (LIDEXL، ۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۸ میلی‌گرم؛ دگزامتازون ۸ mg داروپخش، تهران، ایران) و لیدوکائین موضعی - دگزامتازون داخل وریدی (LIDEXV، ۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۸ میلی‌گرم) را دریافت کردند. حجم نهایی تمام تزریقات موضعی با استفاده از سرم نرمال سالین به ۰/۴ میلی‌لیتر بر کیلوگرم رسانده شد. لازم به ذکر است که در گروه سوم، دگزامتازون ۱۰ دقیقه قبل از تجویز بی‌حسی، به صورت داخل وریدی در ورید وداج تزریق می‌شد.

در روز انجام مطالعه، ابتدا حیوانات وزن شده و پشم‌های اندام حرکتی جلویی سمت چپ از کتف تا انگشتان موزنی شد. قبل از شروع کار، علائم حیاتی حیوان شامل ضربان قلب، تعداد تنفس و دمای مقعدی اندازه‌گیری و ثبت شد. ضربان قلب به مدت یک دقیقه و با استفاده از گوشی پزشکی ثبت گردید. همچنین تعداد تنفس نیز به مدت یک دقیقه و با شمارش حرکات قفسه سینه و دمای مقعدی توسط دماسنج دیجیتال اندازه‌گیری و ثبت گردید. همچنین وضعیت راه رفتن حیوان و پاسخ‌های حسی و حرکتی جهت

معمول‌ترین داروهای مورد استفاده در بی‌حسی ناحیه‌ای شامل بلوک شبکه بازویی، داروهای بی‌حسی موضعی هستند. لیدوکائین هیدروکلراید، متداول‌ترین داروی بی‌حسی موضعی آمینوآمیدی است که شروع اثر سریع و طول اثر و سمیت متوسط دارد. داروهای بی‌حسی موضعی دارای خاصیت مسمومیت‌زایی هستند و می‌توانند منجر به اثرات نامطلوب در سیستم عصبی و قلبی عروقی گردند. مثلاً دوز بیش از حد لیدوکائین در گوسفند باعث بروز افت فشارخون، تشنج، ایست تنفسی و از کار افتادن سیستم گردش خون می‌شود (Garcia, 2015).

دگزامتازون یکی از آنالوگ‌های سنتتزی پردنیزولون و یک ضدالتهاب کورتیکواستروئیدی طولانی‌اثر بسیار قوی است که به طور گسترده در بیهوشی برای جلوگیری از تهوع و استفراغ بعد از عمل و اثر ضدالتهابی آن استفاده می‌شود (Naghipour et al, 2013). گزارش شده است که دگزامتازون هنگامی که به داروهای بی‌حسی موضعی اضافه شود، می‌تواند بلوک عصبی محیطی را طولانی‌تر کند (Bani Hashem et al, 2010; Hashem et al, 2011). مکانسیم دقیق اثر افزایشی دگزامتازون بر طول مدت بلوک عصبی مشخص نیست، ولی آن را به خصوصیات انقباض عروقی کورتیکواستروئیدها به دلیل اشغال گیرنده‌های گلوکوکورتیکوئیدی نسبت می‌دهند (Bani Hashem et al, 1997; Seidenari et al, 2011). همچنین نشان داده شده است که دگزامتازون از طریق مکانیزم‌های غیر ژنومیک ممکن است در افزایش انقباض عضلات صاف دیواره عروق ناشی از اثرات اپی‌نفرین نقش داشته باشد (Zhang et al, 2012).

از آن جایی که تا کنون مطالعه‌ای به بررسی اثرات افزودن دگزامتازون به لیدوکائین در بلوک شبکه بازویی در گوسفندان نپرداخته است، لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تزریق موضعی و داخل وریدی دگزامتازون همزمان با تجویز لیدوکائین موضعی بر زمان شروع و طول دوره بلوک اعصاب، متعاقب بلوک شبکه بازویی گوسفندان تعیین شد.

اطمینان از کارکرد صحیح بررسی شدند. به منظور بررسی پاسخ‌های عصبی ابتدا از آزمون pinprick سطحی و عمقی (با سوزن شماره ۲۵) و سپس یک پنس خون‌بند Rochester که در رچت اول (به مدت ۲-۱ ثانیه) بسته می‌شد، استفاده شد.

پس از بررسی‌های اولیه، گوسفندان در حالت خوابیده به پهلو راست حالت گماری شدند، به طوری که اندام حرکتی جلویی چپ به سمت بالا قرار گیرد. سپس ۲ میلی-لیتر لیدوکائین ۱ درصد در محل ورود سوزن (برجستگی مفصل شانه) تزریق شد. پس از آماده‌سازی آسپتیک محل جراحی، پد TENS (قطب مثبت دستگاه تحریک عصب) روی پوست در محل استخوان کتف و در فاصله‌ی حدوداً ۱۰ سانتی‌متری مفصل شانه قرار داده شد. همچنین سوزن عایق الکتریکی ده‌سانتی (قطب منفی) متصل به دستگاه تحریک الکتریکی اعصاب از جلوی کتف حیوان وارد و پس از فرو بردن حدود ۵-۴ سانتی‌متر و با برخورد به دنده اول، متوقف گردید. سپس دستگاه تحریک عصب Stimulex® HNS11 (پایونک؛ آلمان) در یک جریان ۰/۴ و فرکانس ۱ Hz و زمان ۱ ms قرار داده شد. با ایجاد جریان الکتریکی، تحریک عصبی به همراه انقباض و حرکات اندام مشاهده شد. با مشاهده حرکات، جریان دستگاه اندک اندک کم گردید تا با کم‌ترین جریان، بیش‌ترین حرکت اندام مشاهده گردد. مشاهده حرکات در بخش انتهایی اندام یا حرکت اندام به سمت داخل (به صورت خم شدگی یا باز شدگی آرنج)، به عنوان محل قابل قبول سوزن و به داخل برگرداندن انتهاها و باز شدن، خم شدن و چرخش شانه به عنوان محل نامناسب سوزن تلقی

گردید. پس از اطمینان از محل صحیح قرارگیری سوزن و آسپیراسیون منفی خون (ورود به عروق خون) یا هوا (ورود به محوطه صدری)، محلول آماده شده به صورت تدریجی تا زمان از بین رفتن واکنش تحریکی تزریق شد. این کار با جابه‌جا نمودن سوزن به شکل پروانه‌ای در محل ادامه می‌یافت تا زمانی که هیچ واکنشی در برابر جریان برقرار شده وجود نداشته باشد و حرکت اندام به کلی از بین برود. در صورت باقی ماندن دارو در سرنگ پس از قطع حرکات اندام، مابقی دارو همزمان با خروج سوزن تزریق می‌گردید. بلافاصله پس از تزریق دارو، گوسفندان از میز پایین آورده شده و به صورت ایستاده قرار داده شدند. پس از ثبت زمان دقیق تزریق، ارزیابی‌های اولیه پس از تزریق شامل بررسی وضعیت بی‌حسی و بی‌حرکتی و اندازه‌گیری ضربان قلب، تعداد تنفس و دمای مقعدی انجام گرفت. زمان شروع بی‌حسی با عدم پاسخ به آزمون pinprick با سوزن شماره ۲۵ و خون‌بند Rochester بسته شده در رچت اول، هر ۳۰ ثانیه یک‌بار بعد از اتمام تجویز دارو و در محل‌های پوستی اعصاب زند زیرین، زند زیرین و عضلانی جلدی تا از بین رفتن کامل حس مشخص شد (Figure 1). همچنین زمان شروع بی‌حرکتی اندام، با عدم تحمل وزن روی اندام مورد آزمون مشخص گردید (Figure 2). پس از شروع بی‌حسی و بی‌حرکتی اندام، وضعیت حسی و حرکتی هر ۱۰ دقیقه تا زمان بازگشت مورد بررسی قرار گرفت. ضربان قلب، تعداد تنفس و دمای مقعدی نیز از زمان قبل از تجویز بی‌حسی (زمان صفر) و سپس در دقایق ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و سپس هر ۱۵ دقیقه تا ۱۲۰ دقیقه پس از تجویز داروی بی‌حسی ثبت شد.

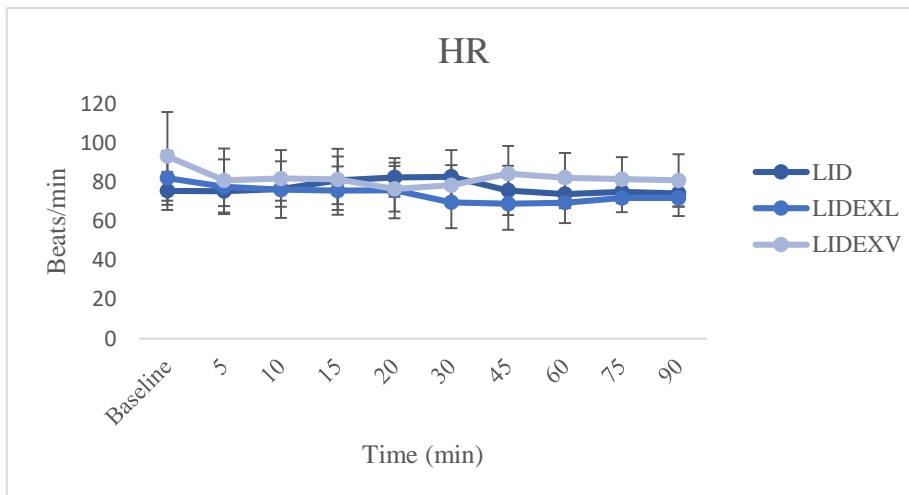


Figure 1: Mean ± standard deviation of heart rate (HR) in sheep received brachial plexus block using lidocaine (4 mg/kg) (LID; n=6), lidocaine (4 mg/kg)- local dexamethasone (8 mg) (LIDEXL; n=8), and lidocaine (4 mg/kg)-intravenous dexamethasone (8 mg) (LIDEXV; n=6)

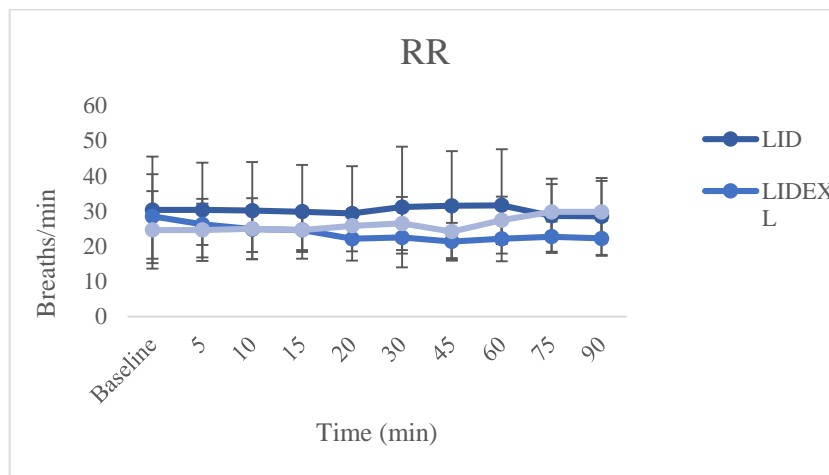


Figure 2: Mean ± standard deviation of respiratory rate (RR) in sheep received brachial plexus block using lidocaine (4 mg/kg) (LID; n=6), lidocaine (4 mg/kg)- local dexamethasone (8 mg) (LIDEXL; n=8), and lidocaine (4 mg/kg)-intravenous dexamethasone (8 mg) (LIDEXV; n=6)

بونفرونی استفاده شد. همچنین جهت مقایسه ضربان قلب، تعداد تنفس و دمای مقعدی در هر یک از گروه‌های سه‌گانه از آزمون ANOVA با اندازه‌های تکراری³ و در صورت نیاز تست تعقیبی بونفرونی استفاده شد. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شدند. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

به منظور تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار GraphPad Prism version 9.0.0 استفاده شد. توزیع نرمال داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی و تأیید شد. به منظور مقایسه زمان شروع و طول دوره بی‌حسی و بی-حرکتی و ضربان قلب، تعداد تنفس و دمای مقعدی بین سه گروه از آزمون ANOVA یکطرفه¹ و تست تعقیبی

1 One Way ANOVA

2 Bonferroni

3 Repeated measures for ANOVA

نتایج

زمان شروع بی‌حسی عصب زنده‌زیرینی در گروه LIDEXL به صورت معنی‌داری پایین‌تر از لیدوکائین تنها بود (P=0/0378). تفاوت معنی‌دار دیگری در زمان شروع اثر (Table 1) و طول دوره بی‌حسی بین سه گروه مورد مطالعه مشاهده نشد (Table 2; P>0/05). مقایسه ضربان قلب، تعداد تنفس و دمای مقعدی، تغییر معنی‌داری را در هیچ یک از زمان‌های ارزیابی نشان نداد (P>0/05; Figures 1, 2 & 3).

در مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری در وزن گوسفندان وجود نداشت: در گروه LID، $32/6 \pm 3/0$ کیلوگرم، در گروه LIDEXL، $33/5 \pm 4/2$ کیلوگرم و در گروه LIDEXV، $32/6 \pm 3/2$ کیلوگرم. تمامی گوسفندان به خوبی پروسه تزریق دارو را تحمل نمودند، هرچند در زمان فرو بردن سوزن ناآرامی، تکان خوردن و سر و صدای حیوان وجود داشت. همچنین پیدا کردن محل اعصاب شبکه بازویی به آسانی انجام شد و پاسخ‌های قابل قبول انقباضی اندام در تمام گوسفندان مشاهده شد.

Table 1: Mean \pm standard deviation of onset (minute) of sensory blocks (SB) for musculocutaneous (Mc), ulnar (Ul), and radial (Ra) nerves and motor block in sheep received brachial plexus block using lidocaine (4 mg/kg) (LID; n=6), lidocaine (4 mg/kg)- local dexamethasone (8 mg) (LIDEXL; n=8), and lidocaine (4 mg/kg)-intravenous dexamethasone (8 mg) (LIDEXV; n=6)

Group	Mc	Ul	Ra	Motor block
LID	4.33 \pm 5.13	9.66 \pm 4.57	14.2 \pm 6.54	12.5 \pm 3.35
LIDEXL	4.33 \pm 4.93	11.00 \pm 6.68	4.60 \pm 3.29 *	5.57 \pm 4.35
LIDEXV	7.60 \pm 4.88	8.00 \pm 4.47	9.0 \pm 5.03	10.25 \pm 4.12

* Significantly different from LID (p < 0.05)

Table 2: Mean \pm standard deviation of duration (minute) of sensory blocks for musculocutaneous (Mc), ulnar (Ul), and radial (Ra) nerves and motor block in sheep received brachial plexus block using lidocaine (4 mg/kg) (LID; n=6), lidocaine (4 mg/kg)- local dexamethasone (8 mg) (LIDEXL; n=8), and lidocaine (4 mg/kg)-intravenous dexamethasone (8 mg) (LIDEXV; n=6)

Group	Mc	Ul	Ra	Motor block
LID	79.67 \pm 24.01	64.67 \pm 23.18	60.00 \pm 23.83	75.00 \pm 30.41
LIDEXL	62.00 \pm 16.12	69.60 \pm 29.79	47.20 \pm 8.47	81.17 \pm 20.90
LIDEXV	79.50 \pm 24.24	53.00 \pm 13.11	55.25 \pm 12.31	64.40 \pm 16.83

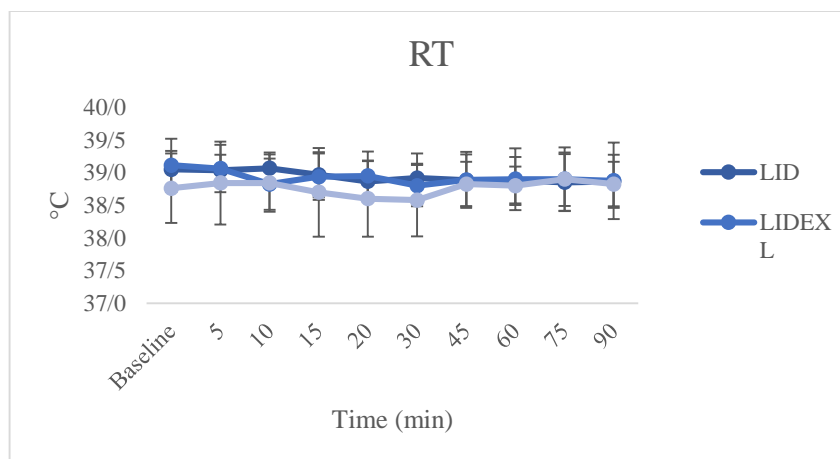


Figure 3: Mean \pm standard deviation of rectal temperature (RT) in sheep received brachial plexus block using lidocaine (4 mg/kg) (LID; n=6), lidocaine (4 mg/kg)- local dexamethasone (8 mg) (LIDEXL; n=8), and lidocaine (4 mg/kg)-intravenous dexamethasone (8 mg) (LIDEXV; n=6)

بحث

۶۴/۴۰ دقیقه تعیین گردید. پایین‌تر بودن نسبی زمان‌ها در مطالعه حاضر نسبت به مطالعات پیشین می‌تواند مربوط به استفاده از حجم بالاتر در مطالعه حاضر باشد که احتمالاً موجب رقیق‌تر شدن داروی لیدوکائین مورد استفاده و در نتیجه کاهش مدت زمان بلوک گردیده است.

در مطالعه‌ای در انسان، دگزامتازون باعث تأخیر در شروع بلوک‌های حسی در هنگام ترکیب با داروهای بی‌حسی موضعی برای بلوک‌های شبکه بازویی گردید (Knezevic et al, 2015). در مطالعه Movafegh و همکاران (۲۰۰۶)، اثر دگزامتازون اضافه شده به لیدوکائین با استفاده از روش تحریک عصبی ارزیابی گردید که زمان شروع بلوک حسی و حرکتی مشابه بود. در مطالعه حاضر نیز افزودن دگزامتازون تأثیری بر شروع اثر بی‌حسی اعصاب عضلانی جلدی، زنده‌زیرینی و بی‌حرکتی نداشت، اما زمان شروع بی‌حسی در مورد عصب زنده‌زیرینی در گروه LIDEXL سریع‌تر از دو گروه دیگر بود که می‌توان آن را به تفاوت آناتومیک محل عصب زنده‌زیرینی یا ضخامت این عصب نسبت به سایر اعصاب شبکه بازویی نسبت داد، اگرچه برای تأیید و بررسی دلایل آن نیاز به مطالعات بیشتر است.

افزودن دگزامتازون موضعی به بویپواکائین به طور قابل توجهی مدت زمان بی‌دردی و بلوک حرکتی را در بلوک شبکه بازویی در انسان طولانی کرده است. در مطالعه‌ای جهت بلوک عصبی شبکه بازویی انسان نشان داده است که افزودن دگزامتازون موضعی به بویپواکائین به طور قابل توجهی طول مدت بی‌حسی را طولانی می‌کند (Golwala et al, 2009). مطالعه دیگری در بلوک اعصاب شبکه بازویی گزارش داده است که دگزامتازون موضعی هنگامی که به لیدوکائین اضافه می‌شود به طور قابل توجهی طول مدت بی‌حسی را بدون هیچ تغییری در شروع اثر، افزایش می‌دهد (Movafegh et al, 2006). به علاوه در مطالعه Kirkham و همکاران (۲۰۱۸)، افزودن ۴ میلی‌گرم دگزامتازون باعث افزایش طول اثر داروی بی‌حسی موضعی

در مطالعات مختلف، به دلیل طول اثر متوسط لیدوکائین، از ترکیبات و داروهای گوناگون شامل اپی‌نفرین (Ghadirian and Vesal, 2013; Imani Rastabi, 2018)، کتامین (DeRossi, 2010; Singh et al, 2006)، زایلازین (Pagliosa et al, 2015; Rostami and Vesal, 2012)، دتومیدین (Singh et al, 2009)، وراپامیل (Imani Rastabi et al, 2018) و دگزامتازون (Imani Rastabi et al, 2019) در بی‌حسی‌های مختلف نشخوارکنندگان جهت طولانی نمودن بی‌حسی موضعی با داروی لیدوکائین استفاده شده است.

در مورد نگرانی سمیت عصبی ناشی از دگزامتازون تجویز شده از راه اطراف عصب، گزارش‌های بالینی مختلف در مورد محدود کردن دوز اضافه شده به داروی بی‌حسی موضعی به ۱ تا ۲ میلی‌گرم وجود دارد (Brummett et al, 2015; Knezevic et al, 2015). دوزهای پایین (۴ تا ۵ میلی‌گرم) و دوزهای بالای (۸ تا ۱۰ میلی‌گرم) دگزامتازون که هر دو به عنوان داروی مکمل در بی‌حسی اطراف عصبی استفاده می‌شود و بدون در نظر گرفتن روش‌های بی‌حسی موضعی و رهیافت‌های بلوک شبکه‌ی بازویی، مدت زمان بی‌حسی در شبکه‌ی بازویی را نسبتاً طولانی می‌کنند (Choi et al, 2010; Knezevic et al, 2015; Vieira et al, 2013). برای مطالعه حاضر، دوز بالاتر (یعنی ۸ میلی‌گرم) انتخاب شد تا احتمال بلوک‌های طولانی‌مدت موفق را افزایش دهد. طول اثر داروی لیدوکائین ۲ درصد، حدود ۱۰۰ دقیقه برای بلوک رشته‌های حسی و حرکتی شبکه بازویی عنوان شده است (Ghadirian et al, 2016; Vesal and Ghadirian, 2013). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، این زمان به ترتیب ۸۸/۶ و ۱۱۰/۵ دقیقه بیان شده است (Imani Rastabi et al, 2018). در مطالعه حاضر بی‌حسی و بی‌حرکتی در گروه LID، به ترتیب برابر با $23/67 \pm 68/11$ و $30/41 \pm 75/00$ دقیقه؛ در گروه LIDEXL، به ترتیب برابر با 18 ± 12 و $59/6$ و $20/90 \pm 81/17$ دقیقه؛ در گروه LIDEXV، به ترتیب برابر با $16/55 \pm 62/58$ و $16/83 \pm$

میزان موفقیت بلوک شبکه بازویی در بزها (میزان توزیع مناسب داروی بی‌حسی جهت بلوک شبکه بازویی)، با استفاده از روش کور و تحریک عصبی، به ترتیب ۲۰ درصد و ۹۵ درصد گزارش شده است (Campoy et al, 2018; Moens, 1995; Schoenmakers et al, 2012). بر اساس مطالعات دیگر، استفاده از دستگاه تحریک عصبی (بررسی میزان تأثیر دارویی خاص و استفاده از روش تحریک عصب میزبان تأثیر بی‌حسی موضعی) همراه با موفقیت ۸۹ و ۸۸ درصدی عنوان شده است (Ghadirian and Vesal 2013; Rastabi et al, 2019). در مطالعه حاضر نیز میزان موفقیت بلوک شبکه بازویی با استفاده از این روش ۸۰ درصد بود. یکی از دلایل پایین‌تر بودن میزان موفقیت بی‌حسی نسبت به مطالعات قبلی در گوسفند می‌تواند مربوط به بالاتر بودن وزن حیوانات مورد استفاده در مطالعه حاضر باشد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، در بلوک شبکه بازویی در گوسفند، افزودن دگزامتازون به صورت موضعی (۴ mg/kg) باعث کوتاه‌تر شدن زمان شروع بی‌حسی عصب زنده زبرینی نسبت به استفاده از لیدوکائین موضعی تنها گردید؛ اما تأثیر دیگری بر زمان شروع اثر و طول دوره بی‌حسی و بی‌حرکتی مشاهده نشد. همچنین تزریق داخل وریدی دگزامتازون (۸ mg) پیش از تزریق لیدوکائین در بلوک شبکه بازویی گوسفند، تغییری در زمان شروع و طول مدت بی‌حسی و بی‌حرکتی ایجاد نکرد.

گردیده است. در مطالعه Imani Rastabi و همکاران (۲۰۱۹)، افزودن دگزامتازون به لیدوکائین توانسته است طول دوره فلجی دم و بی‌حسی نواحی مورد بررسی را نسبت به لیدوکائین تنها، متعاقب تجویز اپیدورال در گاوها، افزایش دهد. در مطالعه حاضر، اضافه نمودن دگزامتازون به لیدوکائین و تجویز موضعی آن برای بلوک شبکه بازویی گوسفند، موجب تغییر معنی‌داری در مدت زمان بلوک حسی و حرکتی نگردید.

همچنین مطالعات گوناگونی در انسان به اثربخشی تجویز دگزامتازون وریدی قبل از تزریق داروی بی‌حسی موضعی در طولانی کردن بلوک ناحیه‌ای اشاره کرده‌اند (Abdallah et al, 2015; Abdelmonem and Rizk, 2011; Desmet et al, 2013; Kumar et al, 2014; Leurcharumee et al, 2016; Rahangdale et al, 2014). همچنین دو مطالعه جداگانه نشان داد که برخلاف دگزامتازون داخل وریدی، فقط دگزامتازون اطراف عصبی در بلوک عصبی بین نردبانی^۱ و بلوک سیاتیک، مدت زمان بی‌حسی را طولانی می‌کند (Abdallah et al, 2015; Kawanishi et al, 2014; Rahangdale et al, 2014). Kawanishi و همکاران نیز عدم تغییر مدت زمان بی‌حسی را پس از اضافه نمودن دگزامتازون به رویواکائین در بلوک شبکه بازویی گزارش نمودند (Kawanishi et al, 2014). در مطالعه حاضر نیز تفاوت معنی‌داری در طول دوره بی‌حسی و بی‌حرکتی مشاهده نگردید.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین وسیله مراتب قدردانی خود از اعضای بخش جراحی دانشکده دامپزشکی شهید چمران اهواز را اعلام می‌دارند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

منابع مالی

این مطالعه با حمایت مالی و پشتیبانی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شده است.

منابع

- Abdelmonem, A., & Rizk, S. N. (2011). Comparative study between intravenous and local dexamethasone as adjuvant to bupivacaine in perianal block. *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 27(3), 163-168.
- Allegri, M., Delazzo, M. G., Grossi, P., & Borghi, B. (2009). Efficacy of drugs in regional anesthesia: a review. *European Journal of Pain Supplements*, 3(2), 41-48.
- Bani-Hashem, N., Hassan-Nasab, B., Pour, E. A., Maleh, P. A., Nabavi, A., & Jabbari, A. (2011). Addition of intrathecal dexamethasone to bupivacaine for spinal anesthesia in orthopedic surgery. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 5(4), 382-386.
- Brummett, C. M., & Williams, B. A. (2011). Additives to local anesthetics for peripheral nerve blockade. *International Anesthesiology Clinics*, 49(4), 104-116.
- Campoy, L., Martin-Flores, M., Looney, A. L., Erb, H. N., Ludders, J. W., Stewart, J. E., ... & Asakawa, M. (2008). Distribution of a lidocaine-methylene blue solution staining in brachial plexus, lumbar plexus and sciatic nerve blocks in the dog. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 35(4), 348-354.
- Choi, S., Rodseth, R., & McCartney, C. J. L. (2014). Effects of dexamethasone as a local anaesthetic adjuvant for brachial plexus block: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *British Journal of Anaesthesia*, 112(3), 427-439.
- DeRossi, R., Zanenga, N. F., Alves, O. D., Carneiro, R. P., Ossuna, M. R., & Jorge, T. P. (2010). Effects of caudal epidural ketamine and/or lidocaine on heifers during reproductive procedures: A preliminary study. *The Veterinary Journal*, 185(3), 344-346.
- Desmet, M., Braems, H., Reynvoet, M., Plasschaert, S., Van Cauwelaert, J., Pottel, H., ... & Van de Velde, M. (2013). IV and perineural dexamethasone are equivalent in increasing the analgesic duration of a single-shot interscalene block with ropivacaine for shoulder surgery: a prospective, randomized, placebo-controlled study. *British Journal of Anaesthesia*, 111(3), 445-452.
- Garcia ER. Local Anesthetics. In: KA, Lamont LA, Tranquilli WJ, Greene SA, Robertson SA, editors. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, The Fifth Edition of Lumb and Jones. John Wiley & Sons, Inc. , Pondicherry, India; 2015;332- 354.
- Ghadirian, S., & Vesal, N. (2013). Brachial plexus block using lidocaine/epinephrine or lidocaine/xylazine in fat-tailed sheep. *Veterinary Research Forum*, 4(3), 161-167.
- Ghadirian, S., Vesal, N., Maghsoudi, B., & Akhlagh, S. H. (2016). Comparison of lidocaine, lidocaine-morphine, lidocaine-tramadol or bupivacaine for neural blockade of the brachial plexus in fat-tailed lambs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 43(1), 109-116.
- Golwala, M. P., Swadia, V. N., Dhimar, A. A., & Sridhar, N. V. (2009). Pain relief by dexamethasone as an adjuvant to local anaesthetics in supraclavicular brachial plexus block. *Journal of Anaesthesia Clinical Pharmacology*, 25(3), 285-288.
- Imani Rastabi, H., Guraninejad, S., Naddaf, H., & Hasani, A. (2018). Comparison of the application of lidocaine, lidocaine-dexamethasone and lidocaine-epinephrine for caudal epidural anesthesia in cows. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19(3), 172-177.
- Imani Rastabi, H., Kavosi, N., & Shabani, S. (2018). Comparison of caudal epidural anesthesia with lidocaine, lidocaine-verapamil and verapamil in buffalo calves. *Iranian Veterinary Journal*, 14(1), 14-21.
- Hong, J. Y., Han, S. W., Kim, W. O., Kim, E. J., & Kil, H. K. (2010). Effect of dexamethasone in combination with caudal analgesia on postoperative pain control in day-case paediatric orchiopexy. *British Journal of Anaesthesia*, 105(4), 506-510.
- Kawanishi, R., Yamamoto, K., Tobetto, Y., Nomura, K., Kato, M., Go, R., ... & Takeda, Y. (2014). Perineural but not systemic low-dose dexamethasone prolongs the duration of interscalene block with ropivacaine: a prospective randomized trial. *Local and Regional Anesthesia*, 7, 5-9.

- Kirkham, K. R., Jacot-Guillarmod, A., & Albrecht, E. (2018). Optimal dose of perineural dexamethasone to prolong analgesia after brachial plexus blockade: a systematic review and meta-analysis. *Anesthesia & Analgesia*, 126(1), 270-279.
- Kumar, S., Palaria, U., Sinha, A. K., Punera, D. C., & Pandey, V. (2014). Comparative evaluation of ropivacaine and ropivacaine with dexamethasone in supraclavicular brachial plexus block for postoperative analgesia. *Anesthesia Essays and Researches*, 8(2), 202-208.
- Leurcharusmee, P., Aliste, J., Van Zundert, T. C., Engsusophon, P., Arnuntasupakul, V., Tiyaprasertkul, W., ... & Tran, D. Q. (2016). A multicenter randomized comparison between intravenous and perineural dexamethasone for ultrasound-guided infraclavicular block. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 41(3), 328-333.
- Moens, Y. (1995). Brachial plexus block in goats using a nerve stimulator. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 22-39.
- Movafegh, A., Razazian, M., Hajimaohamadi, F., & Meysamie, A. (2006). Dexamethasone added to lidocaine prolongs axillary brachial plexus blockade. *Anesthesia and Analgesia*, 102(1), 263-267.
- Naghipour, B. A. H. M. A. N., Aghamohamadi, D. A. W. O. O. D., Azarfarin, R., Mirinazhad, M., Bilehjani, E. I. S. S. A., Abbasali, D., & Golzari, S. E. (2013). Dexamethasone added to bupivacaine prolongs duration of epidural analgesia. *Middle East Journal of Anesthesiology*, 22(1), 53-7.
- Pagliosa, R. C., Derossi, R., Costa, D. S., & Faria, F. J. (2015). Efficacy of caudal epidural injection of lidocaine, xylazine and xylazine plus hyaluronidase in reducing discomfort produced by electroejaculation in bulls. *Journal of Veterinary Medical Science*, 77(11), 1339-1345.
- Rahangdale, R., Kendall, M. C., McCarthy, R. J., Tureanu, L., Doty Jr, R., Weingart, A., & De Oliveira Jr, G. S. (2014). The effects of perineural versus intravenous dexamethasone on sciatic nerve blockade outcomes: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Anesthesia and Analgesia*, 118(5), 1113-1119.
- Rostami, M., & Vesal, N. (2012). The effects of adding epinephrine or xylazine to lidocaine solution for lumbosacral epidural analgesia in fat-tailed sheep. *Journal of the South African Veterinary Association*, 83(1), 1-7.
- Schoenmakers, K. P., Wegener, J. T., & Stienstra, R. (2012). Effect of local anesthetic volume (15 vs 40 mL) on the duration of ultrasound-guided single shot axillary brachial plexus block: a prospective randomized, observer-blinded trial. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 37(3), 242-247.
- Seidenari, S., Di Nardo, A., Mantovani, L., & Giannetti, A. (1997). Parallel intraindividual evaluation of the vasoconstrictory action and the anti-allergic activity of topical corticosteroids. *Experimental Dermatology*, 6(2), 75-80.
- Singh, P., Pratap, K., Amarpal, Kinjavdekar, P., Aithal, H. P., Singh, G. R., & Pathak, R. (2006). Xylazine, ketamine, and their combination for lumbar epidural analgesia in water buffalo calves (*Bubalus bubalis*). *Journal of Veterinary Medicine Series Analysis*, 53(8), 423-431.
- Singh, V., Kinjavdekar, P., & Aithal, H. P. (2009). Effect of bupivacaine on epidural analgesia produced by xylazine or medetomidine in buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 36(1), 77-85.
- Zhang, T., Shi, W. L., Tasker, J. G., Zhou, J. R., Li, P. Y., Miao, C. Y., Ji Y. Y., & Lei J. C. (2013). Dexamethasone induces rapid promotion of norepinephrine-mediated vascular smooth muscle cell contraction. *Molecular Medicine Reports*, 7(2), 549-554.

Received: 03.10.2024

Accepted: 05.05.2025

تأثیر حالت‌گذاری در اندازه‌گیری ابعاد کلیه به روش اولتراسونوگرافی در سگ‌های سالم

علیرضا غدیری^۱، بهمن مصلی‌نژاد^{۱*} و مرضیه رسولی^۲

۱ استاد گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲ دانش‌آموخته دکترای حرفه‌ای، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۲

چکیده

اولتراسونوگرافی، یک روش انتخابی جهت ارزیابی دستگاه ادراری است که به کمک آن می‌توان تغییرات نسبی و ابعادی کلیه‌ها را بررسی نمود. از این تکنیک، جهت تشخیص بیماری‌های کلیوی و تغییر در اندازه آن‌ها، متعاقب درمان استفاده می‌شود. ارزیابی کلیه از نمای پشتی و یا اخذ نماهای عرضی، می‌تواند این امکان را فراهم نماید که طول بیش‌تری از عروق و دایورتیکول‌های کلیوی مشاهده گردد. هدف از انجام تحقیق حاضر، ارزیابی اثر حالت‌گذاری در اندازه‌گیری ابعاد کلیه‌ها و بررسی ارتباط و همبستگی بین ابعاد کلیه با طول مهره‌های کمری (L) و قطر آنورت شکمی به روش اولتراسونوگرافی بود. مطالعه حاضر، بر روی ۲۰ قلاده سگ بالغ سالم از نژاد بومی انجام گرفت. طول، عرض، ارتفاع (ابعاد) و حجم کلیه‌ها، با دو حالت‌گذاری خوابیده به راست (RLR) و خوابیده به پشت (DR) برای کلیه چپ و خوابیده به چپ (LLR) و خوابیده به پشت برای کلیه راست و به روش اولتراسونوگرافی اندازه‌گیری شد. طول مهره‌های L₆، L₅ و قطر آنورت شکمی در اولتراسونوگرافی و طول L₂، L₃ و L₄ در رادیوگرافی اندازه‌گیری شد. نسبت بین ابعاد کلیه‌ها به طول مهره‌های کمری و قطر آنورت اندازه‌گیری گردید. بر اساس آزمون تی-زوجی، طول و عرض کلیه‌ها در حالت‌گذاری خوابیده به راست یا چپ، به طور معنی‌داری، بزرگ‌تر از حالت‌گذاری خوابیده به پشت بود؛ در حالی‌که ارتفاع کلیه راست در حالت‌گذاری خوابیده به چپ، به طور معنی‌داری، کوچک‌تر از حالت‌گذاری خوابیده به پشت بود. هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در ارتفاع کلیه چپ، در دو حالت‌گذاری مشاهده نشد. ابعاد و حجم کلیه، همبستگی مستقیم و معنی‌داری با طول مهره‌های کمری و قطر آنورت شکمی داشتند. بهترین ضریب همبستگی مربوط به طول کلیه‌ها بود. بین نسبت ابعاد کلیه به طول مهره‌ها، نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. میانگین نسبت طول کلیه چپ و راست به ترتیب به طول L₂ در رادیوگرافی ۲/۲ و ۲/۳ برابر، به طول L₅ ۲ و ۲/۱ برابر و به قطر آنورت، ۷/۳ و ۷/۳ برابر بود. در قسمت نتیجه‌گیری، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که حالت‌گذاری بر روی ابعاد کلیه تأثیر داشت و در اولتراسونوگرافی مکرر از یک حیوان، لازم است ابعاد کلیه با همان حالت‌گذاری مشابه مقایسه گردد.

کلمات کلیدی: اولتراسونوگرافی، حالت‌گذاری، ابعاد کلیه، سگ

مقدمه

روش اولتراسونوگرافی می‌باشد. به کمک این تکنیک، که روشی غیرتهاجمی است می‌توان تغییرات نسبی و ابعادی

تغییرات ابعاد کلیه، یکی از معیارهای مهم جهت تشخیص نوع و تعیین وجود بیماری در دستگاه ادراری، به

* نویسنده مسئول: بهمن مصلی‌نژاد، استاد گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

E-mail: bmosallanejad@scu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

هیدرونفروز و هیدروپیورتر کاربرد دارد (De Sanctis, 1998).

یکی از روش‌های حساس و دقیق، استفاده همزمان از رادیوگرافی و اولتراسونوگرافی است. با وجود این که تشخیص بزرگ‌شدگی کلیه از طریق رادیوگراف‌های شکمی امکان‌پذیر است؛ ولی استفاده از اولتراسونوگرافی جهت انجام این کار، بسیار حساس و اختصاصی‌تر است (Kealy, 2011). کلیه‌ها در مقاطع مختلف قابل اندازه‌گیری بوده و حجم آن‌ها نیز قابل تخمین است. در سگ‌ها، اندازه دقیق باید با در نظر گرفتن وزن کلی بدن باشد؛ چرا که تنوع نژادی زیادی وجود دارد. اخیراً برای اندازه‌گیری کلیه، تکنیک جدیدی استفاده می‌شود که در آن، از نسبت بین طول کلیه و ضخامت آئورت استفاده شده است. کورتکس کلیوی، مدولا و مجاری جمع‌کننده توسط اولتراسونوگرافی در سگ‌ها قابل بررسی هستند (Hawthorne et al, 2004; Mareschal et al, 2007).

کورتکس کلیه نسبت به مدولا، اکوژنسیته بیش‌تری دارد ولی اکوژنسیته آن از کبد و طحال کم‌تر است؛ هر چند در برخی سگ‌ها با عملکرد طبیعی کلیه، کورتکس می‌تواند نسبت به کبد هیپراکوئیک باشد. در یک سونوگرام طولی از کلیه، سه ناحیه مجزا از هم قابل تشخیص است. این نواحی شامل یک ناحیه روشن در مرکز، که مربوط به سینوس کلیه و چربی اطراف لگنچه است، ناحیه هیپواکوئیک در اطراف لگنچه که مربوط به مدولای کلیه است. مدولای کلیوی نسبت به کورتکس، هیپواکوئیک است، همچنین نسبت به کبد معمولاً هیپواکوئیک یا ایزواکوئیک می‌باشد و به طور مشخصی نسبت به طحال هیپواکوئیک است (Penninck and dAnjou, 2008).

در اسکن کلیه از مرکز به سمت جانب، در بخشی از سونوگرام، قسمت روشن میانی که نشان‌دهنده سینوس کلیه است ناپدید می‌شود و یک ناحیه هیپواکوئیک مرکزی که با دو خط موازی با اکوژنسیته بالا محصور شده نمایان می‌گردد. ناحیه هیپواکوئیک مرکزی نمایان‌گر هرم (پاییل) کلیه و خطوط موازی با اکوژنسیته بالا، نشان‌دهنده قسمت پشتی

کلیه‌ها و مثانه را بررسی نمود. در بسیاری از بیماری‌ها، ابعاد کلیه، کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از حد طبیعی خود می‌شوند، به عنوان مثال، اندازه کلیه‌ها در نارسایی مزمن کلیوی، معمولاً کاهش و در نارسایی حاد افزایش می‌یابد (Kealy, 2011). در سگ طول، عرض و ضخامت کلیه به ترتیب ۶-۹، ۴-۵ و ۳-۴ سانتی‌متر می‌باشد. وزن یک کلیه که تازه از بدن خارج شده باشد، به طور متوسط ۲۵-۳۵ گرم است. وزن کلیه به طور قابل توجهی به حجم و طول کلیه بستگی دارد. در رادیوگرافی از نمای شکمی - پشتی نشان داده شده است که در ۹۵ درصد از سگ‌های سالم، اندازه کلیه‌ها، ۲/۵-۳/۵ برابر طول دومین مهره کمری است (Nyland, 2015).

تصاویر اولتراسونوگرافی به عواملی نظیر نوع دستگاه، ترانسدایوسر، مهارت فرد و اندازه اندام‌های حیوان، وابسته است. انجام این تکنیک، به دلیل در دسترس قرار دادن اطلاعات مهم آناتومیک از قبیل اندازه، شکل و ساختار داخلی، جهت معاینه دستگاه مختلف بدن است. از جمله فواید اولتراسونوگرافی نسبت به رادیولوژی، می‌توان به استفاده از آن در حیوانات لاغر و نیز حیواناتی که دارای تجمع مایع در پشت محوطه صفاقی هستند، اشاره کرد. ضمناً، توانایی استفاده از این روش، برای تشخیص تجمع مایع زیر کپسولی، تجمع مایع اطراف کلیه، توده‌های کوچک کلیوی و اتساع لگنچه و میزنا‌ی حائز اهمیت است. در مواردی که جریان خون در کلیه‌ها دچار اختلال شود و نتوان از رادیوگرافی با ماده حاجب استفاده کرد، اولتراسونوگرافی کاربرد دارد (Nyland, 2015).

استفاده از اولتراسونوگرافی جهت مشخص کردن محل دقیق بیوپسی یا کمک به تشخیص محل مایعات، برای آسیب‌رسانی از خارج بدن، احتمال اشتباه را کم نموده و از تهاجمی بودن تکنیک‌های بیوپسی می‌کاهد (d'Anjou, 2008). از این تکنیک می‌توان برای تأیید سلامت کلیه، از نظر متاستاز در زمان تشخیص تومورهای کلیوی استفاده کرد. همچنین برای تشخیص سنگ‌های ادراری،

بررسی ارتباط و همبستگی بین ابعاد کلیه با ابعاد مهره‌های کمری در اولتراسونوگرافی بود.

مواد و روش کار

در مطالعه حاضر، تعداد ۲۰ قلابه سگ بومی بالغ سالم، با وزن تقریبی بین ۱۶-۲۴ کیلوگرم و سن ۱/۵ تا ۳ سال، از مناطق اطراف اهواز تهیه شدند. تعیین سن سگ‌ها، بر اساس میزان سایش دندان و فرمول دندانی صورت گرفت. قبل از شروع کار، وضعیت سلامت سگ‌ها از نظر تغذیه، معاینات بالینی و آزمایش خون، بررسی گردید. به همه سگ‌ها یک دوز واکسن ۷ گانه و یک دوز واکسن هاری، تزریق گردید و سپس با قرص‌های ضدانگل لومیزول (۲ بار به فاصله ۱۴ روز) و پرازیکوانتل (یک‌بار هفته وسط) و هر دو به میزان ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم و به صورت خوراکی، تحت درمان قرار گرفتند. جهت پیش‌گیری، همه سگ‌ها با شامپوهای مناسب (لیندان ۱ درصد) جهت از بین رفتن انگل‌های خارجی احتمالی، شست‌وشو داده شدند. پرهیز غذایی به مدت ۱۲ ساعت قبل از انجام عملیات، به تمام سگ‌ها داده شد. ضمناً شربت لاکتولوز به میزان ۱۰ سی‌سی خوراکی به هر سگ خوراندند. محدودیتی از نظر آب وجود نداشت. به منظور ایجاد آرام‌بخشی در حیوان، از مخلوط کتامین به میزان ۱۵ میلی‌گرم/کیلوگرم و آسپرومازین به میزان ۰/۱۵ میلی‌گرم/کیلوگرم، به شکل داخل عضلانی، استفاده گردید.

به منظور ارزیابی پروفایل‌های بیوشیمیایی و هماتولوژی، خون‌گیری از حیوانات، مطابق با شرایط و رعایت اصول اخلاقی صورت گرفت. بخشی از آن، در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد جهت اندازه‌گیری پارامترهایی از قبیل هموگلوبین، هماتوکریت، شمارش کلی گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، شمارش تفریقی آن‌ها و تعداد تام پلاکت‌ها ریخته شد. سنجش پارامترها، با استفاده از دستگاه سل کانتر (BC-2800VET, Mindray, China) صورت گرفت. جهت بررسی پروفایل‌های بیوشیمیایی خون، از قبیل BUN، کراتینین سرم و توتال پروتئین از

و شکمی دایورتیکول لگنچه و در واقع همان شریان‌ها و وریدهای بین لوبی هست. دایورتیکول و سیاهرگ‌های کلیه را می‌توان از روی ساختارهای کوچک، خطی و دارای اکوژنسیته بالا که به صورت عرضی از ناحیه مدولا به سمت کورتکس حرکت می‌کند، با همان الگویی که در نواحی جلوتر وجود داشته، تشخیص داد. کلیه سگ تک‌هرمی و فاقد کالیکس است و قسمت‌های مختلف مدولا تماماً به یک هرم تخلیه می‌شوند (Thrall, 2018; Nyland, 2015). بررسی کلیه از نماهای پشتی از دیواره جانبی بدن و یا اخذ نماهای عرضی، می‌تواند این امکان را بدهد که طول بیش‌تری از عروق و دایورتیکول‌های کلیوی مشاهده شود؛ چون در این نماها، تصاویر اخذ شده در جهت محور طولی این ساختارها قرار دارد. نماهای موازی با مرز پشتی و شکمی دایورتیکول کلیوی که پلان مورب پشتی نام دارد، می‌تواند بدین منظور مناسب‌تر باشد (Michel, 2004).

با استفاده از یک ابزار مناسب با شفافیت تصویر زیاد، می‌توان لگنچه کلیه، چربی اطراف لگنچه‌ای، میزنای پروکسیمال، دایورتیکول کلیوی، مدولا و کورتکس را مورد ارزیابی قرار داد. در اسکن تمام کلیه از نمای جانبی، مدولا به صورت ناحیه‌ای مجزا در تمام طول کلیه دیده می‌شود. دیدن لگنچه کلیه با استفاده از دستگاه‌های اولتراسونوگرافی جدید که قدرت وضوح بالایی دارند تسهیل پیدا کرده است. طول لگنچه باید کم‌تر از ۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شود. در میزنای هم به غیر از زمان استفاده از داروهای مدر، در حالت نرمال، ادرار دیده نمی‌شود. مشاهده دایورتیکول کلیه و میزنای‌های نرمال در سگ مشکل است؛ ولی در صورت متسع شدن به سادگی رؤیت می‌شوند (Thrall, 2018).

در منابع رادیولوژی، تأکید خاصی بر نوع حالت گماری جهت ارزیابی کلیه‌ها وجود ندارد و بر اساس نظر و ترجیح عامل اولتراسونوگرافی، وزن حیوان، شکل قفسه سینه و میزان حضور گاز در دستگاه گوارش، حالت گماری‌های مختلفی می‌توان اعمال کرد (Penninck and dAnjiou, 2008)؛ بنابراین هدف از انجام تحقیق حاضر، تأثیر حالت گماری در اندازه‌گیری ابعاد کلیه در سگ‌های سالم و

دستگاه اتوانالایزر (Olympus AU400 Chemistry Analyzer, Japan) استفاده گردید.

در ابتدا، دو رادیوگراف عمود بر هم استاندارد، از محوطه شکمی تهیه گردید. برای حالت‌گماری شکمی-پشتی نیز هر حیوان خوابیده به پشت، بر روی میز رادیولوژی (روی کاست) قرار گرفت، دست‌ها به سمت قدام و پاها به سمت خلف کشیده شده و مقید شدند. مرکز اشعه روی ناف حیوان تنظیم گردید. جهت حالت‌گماری جانبی نیز هر حیوان بر روی میز رادیوگرافی به پهلو چپ قرار گرفت. سپس طول مهره‌های دوم، سوم و چهارم کمری در رادیوگرافی جانبی و شکمی-پشتی و با استفاده از خط‌کش معمولی، اندازه‌گیری و یادداشت شد. عملیات اولتراسونوگرافی، بلافاصله پس از رادیوگرافی، انجام گرفت. موهای سطح شکم تراشیده و ناحیه مورد نظر شسته و ضدعفونی شدند. پس از قرار دادن حیوان بر روی میز اولتراسونوگرافی با ترانسدایوسر محدب ۵ مگاهرتزی صورت گرفت. در هر کدام از حالت‌گماری‌ها، سطح شکم و ترانسدایوسر، با ژل اولتراسوند آغشته می‌شد. با دادن حرکت‌هایی به ترانسدایوسر بر روی سطح شکم، تصویر مناسب از کلیه‌ها تهیه و ثبت گردید. برای ارزیابی اولتراسونوگرافی هر کدام از کلیه‌ها، از دو حالت‌گماری استفاده شد. به نحوی که برای کلیه چپ، ابتدا حیوان به پهلو سمت راست خوابانیده شده و اولتراسونوگرافی کلیه چپ انجام شد. سپس حالت‌گماری خوابیده به پشت (طاق باز) انجام گرفته و حیوان به صورت خوابیده بر ستون مهره-ها، مقید و اولتراسونوگرافی انجام گردید و برای کلیه راست نیز همین کار انجام شد؛ اما جهت حالت‌گماری جانبی، حیوان به پهلو سمت چپ بر روی میز قرار گرفت. در اولتراسونوگرافی طول، عرض و ارتفاع کلیه‌های راست و چپ، با دقت در هر حالت‌گماری اندازه‌گیری شدند. حجم کلیه به دو روش اندازه‌گیری گردید. در روش اول با استفاده از گزینه تعیین حجم دستگاه اولتراسونوگرافی، پس

از تعیین محدوده کلیه به صورت بیضوی، حجم کلیه به صورت خودکار ارائه می‌شد. در روش دوم ابعاد کلیه با دستگاه تعیین و با استفاده از فرمول حجم بیضوی کشیده (طول × عرض × ارتفاع × ۰/۵۲۳) حجم کلیه محاسبه گردید. همچنین قطر آئورت شکمی در خلف محل جدا شدن سرخرگ کلیوی چپ و در مرحله انبساط، اندازه‌گیری شد. طول بدنه مهره‌های کمری پنجم و ششم نیز به وسیله اولتراسونوگرافی اندازه‌گیری گردید.

تأثیر حالت‌گماری در اندازه‌گیری ابعاد کلیه‌ها در سگ-های سالم و همچنین ارتباط و میزان همبستگی بین طول، عرض، ارتفاع و حجم کلیه، نسبت به وزن بدن، طول مهره-های کمری و قطر آئورت، به کمک محاسبات آماری بررسی گردید؛ به این ترتیب که برای مقایسه بین ابعاد و حجم کلیه‌ها، در دو حالت‌گماری اولتراسونوگرافی، از آزمون تی زوجی استفاده شد. همچنین میزان ارتباط و همبستگی بین طول، عرض، ارتفاع و حجم کلیه‌ها، نسبت به وزن بدن، طول مهره‌های کمری و قطر آئورت با ضریب همبستگی پیرسون ارائه گردید. $\alpha=0/05$ مبنای قضاوت آماری لحاظ گردید. در مطالعه حاضر، میانگین، بیشینه، کمینه و انحراف معیار هر کدام از متغیرها و همچنین نسبت بین آن‌ها، محاسبه شدند.

نتایج

با توجه به معاینه بالینی، اندازه‌گیری میزان BUN و کراتینین سرم، رادیوگرافی از ناحیه شکمی و اولتراسونوگرافی، همه سگ‌ها سالم بودند. در این تحقیق، در ۲۰ قلابه سگ از یک نژاد (مخلوط شیپانو) با وزن و اندازه بدن نزدیک به هم، طول، عرض، ارتفاع (ابعاد) و حجم کلیه‌های راست و چپ به وسیله اولتراسونوگرافی، در دو حالت‌گماری مختلف، اندازه‌گیری شدند تا تأثیر حالت‌گماری، بر ابعاد کلیه‌ها در سگ‌های سالم مشخص گردد. به منظور بررسی ارتباط و همبستگی بین ابعاد کلیه



Figure 4: Radiography from the Ventro-dorsal (VD) view, the measurement of location is shown with an arrow and the number of the lumbar vertebrae.

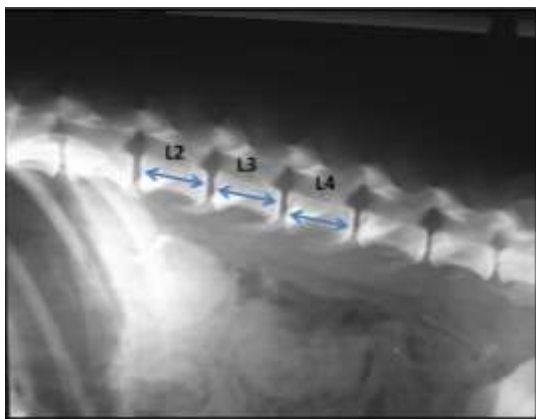


Figure 5: Radiography from the lateral (L) view, the measurement of location is shown with an arrow and the number of the lumbar vertebrae.

تأثیر حالت گماری بر ابعاد کلیه

میانگین، انحراف معیار، بیشینه و کمینه ابعاد (میلی‌متر) و حجم (سانتی‌متر مکعب) کلیه‌ها، در اولتراسونوگرافی با دو حالت گماری خوابیده به پهلو راست و خوابیده به پشت (کلیه چپ) و خوابیده به پهلو چپ و خوابیده به پشت (کلیه راست) در جداول زیر آمده است (Tables 1-3). در مورد هر دو کلیه راست و چپ، بر اساس آزمون تی زوجی، اختلاف معنی‌داری در طول و عرض در دو حالت گماری مشاهده شد ($P < 0.001$)؛ به نحوی که طول و عرض هر کدام از کلیه‌ها در حالت گماری خوابیده پهلو،

با ابعاد مهره‌های کمری و قطر آئورت شکمی، همچنین طول مهره‌های کمری پنجم و ششم و قطر آئورت شکمی، به روش اولتراسونوگرافی (Figures 1-3) و طول مهره دوم، سوم و چهارم کمری در رادیوگرافی جانبی و شکمی پشتی (Figures 4 and 5)، با دقت محاسبه شدند. میانگین و انحراف معیار هر کدام از موارد ذکر شده، در جداول زیر آورده شده است (Tables 1-3).



Figure 1: Ultrasonography of the left kidney shows the measurement of length (L_1) and width (L_2) in a longitudinal scan of the kidney and volume measurement using the elliptical volume method.

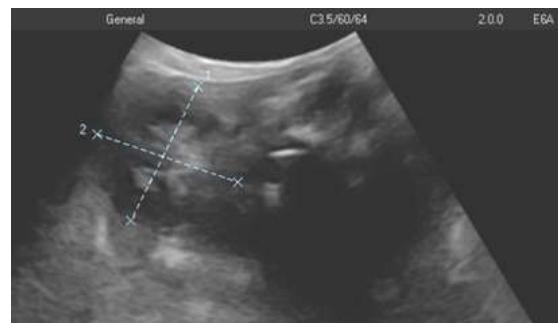


Figure 2: Ultrasonography of the left kidney shows the measurement of height (L_1) and width (L_2) in a transverse section.



Figure 3: Ultrasonography of the left kidney shows the measurement of diameter in a longitudinal scan of the abdominal aortic artery.

مستقیم و معنی داری با طول مهره‌های کمری و قطر آئورت شکمی، در دو حالت گماری داشتند. با توجه به وجود ارتباط و همبستگی بین ابعاد کلیه، طول مهره‌های کمری در رادیوگرافی و قطر آئورت شکمی، میانگین، انحراف معیار، بیشینه و کمینه نسبت بین آن‌ها، در جداول زیر آورده شد (Tables 1-3). ضمناً از آن جا که هیچ‌گونه اختلاف معنی داری، بین ابعاد کلیه‌ها با طول مهره‌های کمری و قطر آئورت شکمی در دو حالت گماری بر اساس آزمون تی زوجی مشاهده نشد ($P > 0.05$)؛ به همین دلیل جهت سهولت، میانگین ابعاد و حجم هر کدام از کلیه‌ها در دو حالت گماری محاسبه شده، از میانگین دو حالت گماری مربوط به هر کلیه استفاده شد. به عنوان نمونه، میانگین نسبت طول کلیه چپ به طول مهره پنجم و ششم کمری و قطر آئورت در اولتراسونوگرافی، به ترتیب ۲ و ۷/۳ برابر و نسبت به طول مهره دوم کمری (L_2) در رادیوگرافی جانبی و شکمی - پشتی، به ترتیب ۲/۲ و ۲/۲ برابر بودند (Table 3).

به شکل معنی داری، بزرگ‌تر از حالت گماری خوابیده به پشت بود. همچنین اختلاف معنی داری در ارتفاع و حجم محاسبه شده کلیه راست، در دو حالت گماری وجود داشت ($P < 0.001$)؛ با این تفاوت که در حالت گماری خوابیده به پهلو، ارتفاع و حجم محاسبه شده کلیه راست، به طور معنی داری کوچک‌تر از حالت گماری خوابیده به پشت بود. هیچ‌گونه اختلاف معنی داری در ارتفاع کلیه چپ، در دو حالت گماری، بر اساس آزمون تی زوجی مشاهده نشد ($P > 0.05$). حجم محاسبه شده با دستگاه (به شکل خودکار) بین کلیه‌های راست و چپ، در هر دو حالت - گماری، اختلاف معنی داری را نشان نداد ($P > 0.05$).

ارتباط و همبستگی بین ابعاد کلیه با طول مهره‌های کمری و قطر آئورت شکمی

میزان ضریب همبستگی (r) بین ابعاد کلیه با طول مهره‌های کمری و قطر آئورت شکمی مربوط به کلیه چپ، در جداول زیر آورده شد (Tables 1-3). بر اساس آزمون رگرسیون خطی و آنالیز همبستگی، ابعاد کلیه، همبستگی

Table 1: Mean±SD, maximum and minimum dimensions (mm) and volume (cm³) of kidneys, by ultrasonography with two positions, recumbence on the right side, recumbence on the back (left kidney), recumbence on the left side and recumbence on the back (right kidney) in twenty healthy dogs

Ultrasonography		Recumbence on the left or right side				Recumbence on the back			
		Mean ratio	SD	Minimum	Maximum	Mean ratio	SD	Minimum	Maximum
Left Kidney	Length	56.9	4.7	50	66	58.3	0.5	51	69
	Width	31.2	1.3	29	33	32.5	2.1	28	37
	Height	33.8	2.1	29	38	33.5	1.8	30	36
	Volume ¹	28.3	2.9	23	34	28.1	2.5	24	31
	Volume ²	31.6	5	22.9	40	33.3	5	22.4	41.5
Right Kidney	Length	59.1	5.1	50.0	69	60.3	5.2	50	70
	Width	32.1	1.9	29.0	37	33	2.5	29	39
	Height	33.8	2.1	30.0	38	34.6	2.3	30	39
	Volume ¹	29.2	2.3	25.0	33	29.3	1.9	24	33
	Volume ²	33.9	6.7	22.8	50.8	36.4	7.6	22.8	55.7

¹ The calculated volume by ultrasonography

² The calculated volume using the lateral oval volume formula

Table 2: Mean±SD, maximum and minimum dimensions (mm) and volume (cm³) of kidneys, by ultrasonography in twenty healthy dogs (the mean of each two states was calculated for each one of the kidneys)

Ultrasonography		Recumbence on the left or right side			
		Mean ratio	SD	Minimum	Maximum
Left Kidney	Length	57.6	4.5	51	67.5
	Width	31.9	1.4	28.5	34
	Height	33.6	1.5	29.5	35.5
	Volume ¹	28.2	2.6	24.0	32.5
	Volume ²	32.4	4.9	22.7	40.8
Right Kidney	Length	59.7	5.1	50	69.5
	Width	32.5	2.1	29	38.0
	Height	34.2	2.1	30	38.5
	Volume ¹	29.2	1.8	24	32.5
	Volume ²	35.1	7.1	22.8	53.2

¹ The calculated volume by ultrasonography

² The calculated volume using the lateral oval volume formula

Table 3: Mean±SD, maximum and minimum body length of some lumbar vertebrae (L) (mm) by radiography and ultrasonography in twenty healthy dogs

		L2	L3	L4	L5	L6
Lateral radiography	Mean	26.2	27	28.4	-	-
	SD	1.1	1.4	1.8	-	-
	Maximum	28	29	30	-	-
	Minimum	24	25	26	-	-
Dorso-ventral radiography	Mean	25.8	26.7	27.9	-	-
	SD	1.2	1.4	1.8	-	-
	Maximum	28	28	30	-	-
	Minimum	24	24	25	-	-
Ultrasonography	Mean	-	-	-	28.9	28.6
	SD	-	-	-	1.3	1.3
	Maximum	-	-	-	32	30.6
	Minimum	-	-	-	26.8	25.6

بحث

تکنیک‌های تصویربرداری تشخیصی، در کنار آزمایش خون و یا آنالیز ادرار، مهم‌ترین روش‌های تشخیص و کنترل بیماری‌های کلیه و مجاری ادراری محسوب می‌شوند. رادیولوژی و اولتراسونوگرافی در پزشکی و دامپزشکی، به عنوان دو روش نسبتاً ارزان و در دسترس تصویربرداری تشخیصی، مطرح می‌باشند. امروزه در طب داخلی، اولتراسونوگرافی قدم اول جهت ارزیابی دستگاه ادراری محسوب می‌شود. اولتراسونوگرافی، تکنیکی انتخابی جهت ارزیابی دستگاه ادراری است که به کمک آن می‌توان تغییرات نسبی و ابعادی کلیه‌ها را بررسی نمود. از این تکنیک می‌توان برای تشخیص بیماری‌های کلیوی و تغییر

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بین طول و عرض کلیه، در دو روش اولتراسونوگرافی، تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. در تحقیق حاضر، از دو حالت گماری برای ارزیابی اولتراسونوگرافی هر کدام از کلیه‌ها استفاده گردید؛ به نحوی که برای کلیه چپ ابتدا حیوان روی پهلوئی راست خوابانیده شده و اولتراسونوگرافی کلیه چپ انجام گرفت؛ بلافاصله حالت گماری طاق باز انجام گرفته و حیوان به صورت خوابیده بر ستون فقرات، مقید و اولتراسونوگرافی انجام گرفت و برای کلیه راست نیز همین کار انجام گرفت؛ ولی برای حالت گماری جانبی، حیوان بر روی پهلوئی چپ قرار گرفت.

در اندازه کلیه، متعاقب درمان استفاده نمود. تغییرات طول، عرض، ارتفاع و حجم در تعیین حالات پاتولوژیک کلیه‌ها، به کمک اولتراسونوگرافی استفاده می‌شود که با تعیین محدوده مورد نظر امکان پذیر است.

طبق تحقیقات انجام گرفته در پزشکی، حالت گماری می‌تواند بر روی ابعاد کلیه‌ها تأثیرگذار باشد. Michel و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که حالت گماری بر روی اندازه کلیه‌ها در اطفال تأثیرگذار می‌باشد. محققین فوق مشاهده کردند که بیشینه طول کلیه‌های راست و چپ، به طور معنی‌داری در حالت خوابیده به پشت، نسبت به حالت خوابیده به شکم، متفاوت است؛ در حالی که بین عرض و ارتفاع (قطر کوچک‌تر کلیه) اختلافی در دو حالت گماری مشاهده نمی‌شود. Zerin و Carrico (۱۹۹۸) در تحقیق خود، بیشینه طول کلیه‌ها را در سه حالت گماری اندازه‌گیری و مشاهده نمودند که حالت گماری‌های خوابیده به پشت و خوابیده به پهلو برای هر کلیه، از حالت گماری خوابیده به شکم، بیشینه طول کلیه را بزرگ‌تر ارائه می‌نمایند؛ ولی بین دو حالت گماری خوابیده به پشت و خوابیده به پهلو، تفاوت معنی‌دار برای اندازه کلیه مشاهده نگردید. در مطالعه حاضر نیز مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری نه تنها در طول، بلکه در عرض، در دو حالت گماری وجود دارد؛ ولی در خصوص ارتفاع کلیه، یافته‌های ما با گزارش Michel و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت.

De Sanctis و همکاران (۱۹۹۸) مشاهده کردند که مقاطع مختلف اولتراسونوگرافی، در اندازه‌گیری طول کلیه‌ها در نوزادان، اطفال و بچه‌ها متفاوت می‌باشد و مشخص کردند که مقاطع کرونال و ساژیتال، طول کلیه را نسبت به مقاطع خوابیده به شکم، بزرگ‌تر نشان می‌دهد. طبق یافته‌های مطالعه حاضر و تحقیقات انجام گرفته در پزشکی، حالت گماری می‌تواند بر روی برخی ابعاد کلیه‌ها، تأثیر معنی‌داری داشته باشد؛ به گونه‌ای که پیشنهاد می‌شود در اولتراسونوگرافی‌های متعدد، در روزهای متوالی جهت دنبال

کردن روند بیماری، حالت گماری مشابهی استفاده گردد. در علم رادیولوژی، استفاده از ابعاد مقایسه‌ای بین دو ساختار برای مقایسه با حالات غیر طبیعی، مرسوم است و ابعاد قلب نسبت به ابعاد قفسه سینه، عروق ریوی نسبت به عرض دنده‌ها، اندازه روده‌ها نسبت به بدنه مهره‌ها و غده پروستات نسبت به فاصله عانه تا ستون مهره‌ها سنجیده می‌شود. معروف‌ترین مثال در خصوص استفاده از ابعاد مقایسه‌ای بین دو ساختار، مقیاس یا اندازه مهره‌ای قلب^۱ (VHS) در تصاویر رادیولوژی است که اندازه طول محور بلند و کوتاه قلب در سگ، بر اساس طول بدنه مهره‌های سینه‌ای از T4 به سمت خلف بیان می‌شود (Buchanan, 2000).

Hansson و همکاران (۲۰۰۲) نسبت بین اندازه دهلیز چپ را به قطر سرخرگ آئورت در سگ‌های سالم، در اولتراسونوگرافی بیان نمودند. تحقیق محققین فوق انگیزه-ای شد تا Mareschal و همکاران در سال ۲۰۰۷ برای رفع مشکل تعیین ابعاد کلیه هنگام اولتراسونوگرافی، مقایسه‌ای بین طول کلیه با قطر آئورت شکمی انجام دهند. محققین فوق با مطالعه بر روی ۹۲ قلابه سگ سالم، از نژادها و وزن‌های مختلف مشاهده کردند که نسبت طول کلیه به قطر آئورت، در مقطع طولی بین ۵/۵ تا ۹/۴ برابر به دست آمد. نسبت کمتر از ۵/۵ برابر، نشان‌دهنده کوچک‌تر بودن کلیه از حالت نرمال و نسبت بیشتر از ۹/۴ برابر، نشان‌دهنده بزرگ‌تر بودن کلیه از حد نرمال، می‌باشد. در مطالعه حاضر طول کلیه بین ۵/۸ تا ۸ برابر عرض آئورت شکمی به دست آمد که کمینه آن نزدیک، ولی بیشینه آن کم‌تر از نتایج Mareschal و همکاران (۲۰۰۷) بود. این اختلاف می‌تواند به دلیل یک دست بودن نژاد و دامنه سنی کمتر (بین ۱ تا ۳ سال) در سگ‌های مورد مطالعه باشد. همچنین میانگین نسبت طول کلیه‌ها به قطر آئورت در مطالعه حاضر (۷/۲۶)، مشابه عدد به دست آمده در تحقیق Mareschal و همکاران (۲۰۰۷) (۷/۳) بود.

1 Vertebral Heart Scale (VHS)

به ارتفاع پروستات، ارتفاع بیضه و قطر آئورت به ترتیب ۱/۷، ۲/۳ و ۴/۴ برابر به دست آمد (Ghadiri et al, 2015). Martinez و همکاران (۲۰۲۲) با مطالعه بر روی ۶۰ قلاده گربه (۳۱ قلاده نر و ۲۹ قلاده ماده) و در ۳ گروه سنی کم‌تر از ۷ ماه، بین ۷ ماه تا ۷ سال و بالای ۷ سال، نشان دادند که ارتباط معنی‌داری بین اندازه‌گیری رادیوگرافی و اولتراسونوگرافی هر دو کلیه و بدنه مهره‌ها وجود دارد. در مطالعه محققین، نسبت طول کلیه به طول مهره ششم کمری بین ۱/۸۶-۱/۷۶ (میانگین ۱/۸۱) به دست آمد و اطلاعات به دست آمده تحت تأثیر سن، وزن بدن، جنسیت و وضعیت گنادها قرار نداشت. در مطالعه دیگر در سگ‌ها، نشان داده شد که ضریب همبستگی، در روش حجم محاسبه شده با فرمول، بیش‌تر از روش خودکار و میانگین آن به میانگین حجم واقعی نزدیک‌تر بود. همچنین ابعاد کلیه در اولتراسونوگرافی، همبستگی مستقیمی با ابعاد واقعی داشت. یافته‌های آن‌ها نشان داد که دستگاه اولتراسونوگرافی ابعاد و حجم کلیه‌ها را کم‌تر از مقدار واقعی آن‌ها محاسبه می‌کند و روش استفاده از تعیین حجم با فرمول، دقیق‌تر از روش خودکار است (Ghadiri et al, 2024).

Chaudhary و Paudel (۲۰۲۰) نیز در ادامه مطالعات دیگر محققین، بر اندازه‌گیری نسبت طول کلیه به قطر آئورت، به عنوان یک ابزار مفید برای سنجش اندازه کلیه در سگ‌های سالم تأکید کردند. در مطالعه آن‌ها که بر روی ۳۰ قلاده سگ نژاد مخلوط (۱۹ قلاده ماده و ۱۱ قلاده نر) و با وزن ۲۷-۱۰ کیلوگرم، میانگین طول کلیه به قطر آئورت در محدوده ۷/۲۳-۵/۱۷ به دست آمد. محققین همچنین بر شاخص‌های وزن بدن حیوان و نژاد، به عنوان عوامل تأثیرگذار در نسبت به دست آمده تأکید داشتند. در قسمت نتیجه‌گیری، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که حالت-گماری بر روی ابعاد کلیه تأثیر دارد و در اولتراسونوگرافی مکرر از یک حیوان، لازم است ابعاد کلیه با همان حالت-گماری مشابه مقایسه گردد.

Barella و همکاران (۲۰۱۲) تحقیقی در خصوص نسبت بین اندازه کلیه‌ها به عرض آئورت به روش اولتراسونوگرافی در ۲۶ قلاده سگ سالم انجام دادند. محققین فوق گزارش دادند که نسبت طول کلیه به قطر آئورت، بین ۴/۰۸ تا ۷/۱۱ برابر می‌باشد که میزان کمینه آن کم‌تر از گزارش Mareschal و همکاران (۲۰۰۷) و مطالعه حاضر بود.

Mareschal و همکاران (۲۰۰۷) جهت رفع مشکل تعیین ابعاد کلیه، مقایسه‌ای بین طول کلیه با قطر آئورت شکمی انجام دادند و گزارش کردند که در اولتراسونوگرافی، اگر اندازه طول کلیه نسبت به قطر آئورت شکمی کوچک‌تر از ۵/۵ برابر و بزرگ‌تر از ۹/۱ برابر باشد؛ غیر طبیعی قلمداد می‌شود. Barella و همکاران در سال ۲۰۱۲ تحقیقی در خصوص نسبت بین اندازه کلیه‌ها به عرض آئورت و به روش اولتراسونوگرافی در سگ‌های سالم انجام دادند. آن‌ها گزارش دادند که میزان کمینه آن کم‌تر از گزارش Mareschal و همکاران (۲۰۰۷) و تحقیق قبلی ما بود؛ به نحوی که در آن مطالعه نشان داده شد که ارتباط و همبستگی خوبی بین طول، عرض، ارتفاع و حجم کلیه‌ها نسبت به غده پروستات و بیضه‌ها و نیز بالعکس وجود دارد (Ghadiri et al, 2008). همچنین ابعاد این سه عضو، نسبت به قطر آئورت شکمی، ارتباط مثبتی را دارا بود. همچنین Barella و همکاران (۲۰۱۲) نسبت طول کلیه به طول مهره پنجم و ششم کمری را که با اولتراسونوگرافی اندازه‌گیری شده بود، ارائه کردند. این نسبت با طول مهره پنجم کمری از ۱/۳۳ تا ۲/۶۵ و با طول مهره ششم کمری از ۱/۲۸ تا ۲/۷۶ به دست آمد. در رادیوگراف شکمی پشتی، اندازه کلیه‌ها در سگ ۲/۵ تا ۳/۵ برابر طول مهره دوم کمری در منابع رادیولوژی گزارش شده است (Finco, 1971). در تحقیقی دیگر در سگ نر، میانگین نسبت طول کلیه به طول پروستات، طول بیضه و قطر آئورت به ترتیب ۲/۶، ۲/۳ و ۷/۲ برابر به دست آمد. میانگین نسبت عرض کلیه به عرض پروستات، عرض بیضه و قطر آئورت به ترتیب ۱/۴، ۱/۹ و ۱/۳ برابر حاصل شد. همچنین میانگین نسبت ارتفاع کلیه

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله، مراتب تشکر و قدردانی خود را از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز، ابراز می‌دارند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

منابع مالی

هزینه پایان‌نامه مزبور، در قالب پژوهانه، از دانشگاه شهید چمران اهواز تأمین شده است.

منابع

- Barella, G., Lodi, M., Sabbadin, L. A., & Faverzani, S. (2012). A new method for ultrasonographic measurement of kidney size in healthy dogs. *Journal of Ultrasound*, 15(3), 186-191.
- Buchanan, J. W. (2000). Vertebral scale system to measure canine hearts size in radiographs. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 30(2), 379-393.
- Carrico, C. W., & Zerlin, J. M. (1996). Sonographic measurement of renal length in children: does the position of the patient matter? *Pediatric Radiology*, 26(8), 553-555.
- Chaudhary, S., & Paudel, S. K. (2020). Estimation of normal kidney length in clinically healthy adult mongrel dogs using ultrasonography. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 5(1), 119-123.
- d'Anjou, M. A. (2008). *Kidney and Ureters*, In: *Atlas of small animal ultrasonography*. Eds: Penninck DP, d'Anjou MA, First edition, Blackwell Science, Iowa, pp: 339-364.
- De Sanctis, T. J., Connolly, S. A., & Bramson, R. (1998). Effect of patient position on sonographically measured renal length in neonates, infants, and children. *American Journal of Radiology*, 170, 1381-1383.
- Finco, D. R. (1971). Radiologic estimation of kidney size in the dog. *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 159(8), 995-1002.
- Ghadiri, A. R., Avizeh, R., Baniadam, A., & Samimi, Sh. (2024). Evaluation of the correlation between renal dimensions and volume in ultrasonography and real measurement in dogs. *Iranian Veterinary Journal*, 20(2), 74-81.
- Ghadiri, A. R., Samimi, S., Avizeh, R., & Baniadam, A. (2008). Comparison between ultrasonography and direct measurement in determining the size and volume of kidneys in dogs. *15th Iranian Veterinary Congress*, Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/59172>.
- Ghadiri, A., Mosallanejad, B., Pourmahdi Borujeni, M., & Bashiri, S. (2015). Ultrasonographic evaluation of correlation between renal, prostatic gland and testicular dimensions in healthy dogs. *Iranian Veterinary Journal*, 11(3), 80-86.
- Hansson, K., Haggstrom, J., Kvarn, C., & Lord, P. (2002). Left atrial to aortic root indices using two-dimensional and M-mode echocardiography in Cavalier King Charles spaniels with and without left atrial enlargement. *Journal of Veterinary Radiology and Ultrasound*, 43, 568-575.
- Hawthorne, A. J., Booles, D., Nugent, P.A., Gettinby, G., & Wilkinson, J. (2004). Body-weight changes during growth in puppies of different breeds. *Journal of Nutrition*, 134(8), 2027-2030.
- Kealy, J. K. (2011). *The urinary system*. In: Kealy, J. K., McAllister, H. (Eds). *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat*. Fourth edition, Mosby. St. Louis, Missouri, pp: 112-117.
- Mareschal, A., d'Anjou, M. A., Moreau, M., & Alexander, K. (2007). Ultrasonographic measurement of kidney-to-aorta ratio as a method of estimating renal size in dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 48(5), 434-438.
- Martinez, M., Soler, M., Laredo, F. G., Belda, E., & Agut, A. (2022). Ultrasonographic assessment of the renal size using a kidney length to vertebral body length ratio in cats. *Frontiers in Veterinary Imaging*. 3, 1-12.

Michel, S. C., Forster, I., Seifert, B., Willi, U. V., & Huisman, T. A. G. M. (2004). Renal dimensions measured by ultrasonography in children: variations as a function of the imaging plane and patient position. *European Radiology*, 14(8), 1508-1512.

Nyland, T. G., Widmer, W. R., & Matton, J. S. (2015). *Urinary tract*. In: Matton, J. S, Nyland, T. G. (Eds.) *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. Third edition, Elsevier St. Louis, Missouri, pp: 557-560.

Penninck, D., & dAnjiou, M. A. (2008). *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. Wiley-Blackwell, Second edition, pp: 143-156.

Thrall, D. E. (2018). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. Seventh Edition, Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, pp: 823-845.

Received: 22.10.2022

Accepted: 14.10.2023

مقایسه اثر تجویز داخل استخوانی و داخل وریدی میدازولام-کتامین بر پارامترهای بالینی، قلبی-ریوی و هماتولوژی در سگ

سعید غلامی^۱، علی بنی آدم^۲، سروش سابیزا^{۳*} و سیده میثاق جلالی^۳

^۱ دانش آموخته دکتری عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۲ دانشیار بازنشسته، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۳ دانشیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۴

چکیده

هدف از مطالعه حاضر مقایسه کیفیت بیهوشی، مدت زمان بیهوشی، کیفیت ریکاوری، ارزیابی درد، علائم حیاتی و برخی فاکتورهای هماتولوژی و بیوشیمیایی به دنبال تزریق ترکیب میدازولام و کتامین از طریق داخل استخوانی نسبت به روش تزریق داخل وریدی بود. شش قلاده سگ ماده بالغ نژاد مخلوط با میانگین وزنی $21/76 \pm 1/49$ کیلوگرم انتخاب شدند. ۳۰ دقیقه پس از آرامبخشی با داروهای آسپرومازین (۰/۰۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) و مورفین (۰/۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) به صورت عضلانی، کیفیت آرامبخشی امتیازدهی شده و سپس ورید سفالیک دست راست جهت مایع‌درمانی و در گروه وریدی، ورید سفالیک دست چپ جهت تزریق دارو سوندگذاری شد. در گروه داخل استخوانی، استخوان درشت‌نی چپ برای تزریق آماده شده و پس از سوراخ کردن استخوان، داروی بیهوشی (میدازولام (۰/۳۷۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) و کتامین (۱۰ میلی‌گرم/کیلوگرم)) در کانال استخوان تزریق شد. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در این مطالعه، زمان‌های بیهوشی در دو روش تزریق داخل استخوانی و داخل وریدی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در هر دو روش ذکر شده القاء، نگهداری بیهوشی و برگشت از بیهوشی آرام و بدون هرگونه تنش به انجام رسید. با بررسی نتایج پارامترهای اندازه‌گیری شده در این مطالعه از جمله ضربان قلب، تعداد تنفس، دمای بدن، اشباع هموگلوبین با اکسیژن، دی‌اکسیدکربن انتهای بازدمی، زمان به هوش آمدن، مراحل مختلف بیهوشی و کیفیت آرامبخشی، القاء بیهوشی و ریکاوری تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. در بررسی تابلو خونی پس از ریکاوری تنها در تعداد تام گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید در گروه داخل وریدی نسبت به داخل استخوانی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در بررسی‌های بیوشیمیایی خون تفاوت آماری معنی‌داری از نظر میزان گلوکز و کورتیزول خون بین دو گروه مشاهده نشد. بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت تزریق داخل استخوانی میدازولام-کتامین در شرایط عدم دسترسی به ورید یک روش انتخابی سریع و مؤثر برای القاء بیهوشی عمومی در سگ می‌باشد.

کلمات کلیدی: بیهوشی، سگ، داخل استخوانی، کتامین، میدازولام

مقدمه

دسترسی به سیستم عروقی در بیماران دچار کلاپس عروقی، از روش‌هایی مانند برش پوست جهت رسیدن به عروق، استفاده از سوندهای قابل نصب در زیر پوست و سوندهای

با توجه به پیشرفت روز افزون روش‌های جراحی و درمانی، استفاده از روش‌های جدید القاء بیهوشی اهمیت بسیار زیادی دارد (Sagie and Kohane, 2010). به منظور

* نویسنده مسئول: سروش سابیزا، دانشیار، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

E-mail: s.sabiza@scu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

استخوانی در حیوانات، تا کنون تحقیقات اندکی صورت گرفته است و از سویی دیگر با توجه به این که میدازولام شروع اثر سریع تر و اثرات قلبی عروقی کمتری نسبت به دیازپام دارد، لذا هدف از این مطالعه مقایسه اثر تجویز داخل استخوانی و داخل وریدی میدازولام-کتامین بر پارامترهای بالینی، قلبی-ریوی و هماتولوژی در سگ می-باشد. فرض بر این است با استفاده از ترکیب میدازولام و کتامین به روش داخل استخوانی القای بیهوشی با رهیافتی غیر وریدی و با کیفیتی مطلوب انجام شود.

مواد و روش کار

کمیته اخلاق دانشگاه شهید چمران اهواز، تمام پروسه‌های به کار گرفته شده در تحقیق حاضر را مورد تأیید قرار داده است (کد اخلاق: EE / 1400.3.02.18321/scu.ac.ir).

شش قلاده سگ ماده بالغ جوان از نژاد مخلوط در محدوده وزنی $21/76 \pm 1/49$ کیلوگرم و محدوده سنی ۳-۱/۵ سال، جهت انجام این مطالعه تهیه شده و پس از بررسی اولیه و انجام معاینات بالینی در دو گروه داخل استخوانی (IO) و داخل وریدی (IV) با فاصله زمانی یک هفته مورد آزمون قرار گرفتند. در روز مطالعه، ابتدا داروی آرامبخش آسپرومازین (۱/۰ میلی‌گرم/کیلوگرم) و مورفین (۵/۰ میلی‌گرم/کیلوگرم) به صورت عضلانی تزریق گردید (Tranquilli et al, 2016). بعد از گذشت ۳۰ دقیقه از تزریق دارو، کیفیت آرام‌بخشی (Mair et al, 2009) از امتیاز ۰ تا ۳ امتیازدهی شد. سپس به منظور یکسان‌سازی شرایط در دو گروه، سطح داخلی قسمت فوقانی درشت‌نی چپ و محل دو ورید سفالیک توسط دستگاه موزنی شد. سطح داخلی قسمت فوقانی درشت‌نی پای چپ با بتادین اسکراب و الکل به صورت آسپتیک آماده شده و سپس اقدام به تزریق ۲ سی‌سی داروی لیدوکائین ۲ درصد، ۲ سانتی‌متر پایین تر

وریدی استفاده می‌شود (Brickman, 1992). روش بیهوشی داخل استخوانی^۱ برای تجویز داروهایی که باعث القاء بیهوشی شیمیایی می‌شود، مؤثر است (Fabienne et al, 2002). این روش تقریباً به طور کامل جایگزین روش‌های برش پوست و جداسازی برای دسترسی به ورید^۲ در کودکان، بزرگسالان و حیوانات شده است (Sarrafzadeh-Rezaei et al, 2008). تا کنون از این روش در انسان، حیوانات خانگی، آزمایشگاهی و آگزوتیک استفاده شده است (Bennett et al, 1998). در بسیاری از موارد اورژانسی، دسترسی سریع به سیستم عروقی جهت مایع درمانی و تزریق داروهای اورژانس ضروری است. از جمله این موارد، می‌توان به شوک در اثر عوامل مختلفی مثل بیماری‌های عفونی، شوک هیپوولمیک، دهیدراتاسیون شدید، سوختگی‌های شدید، ترومبوز عروق محیطی و ایست قلبی اشاره کرد (Sedighi and Deghani, 1999). در شرایطی که حیوان در وضعیت بحران قلبی-عروقی قرار دارد، دسترسی به عروق، جهت مایع درمانی و تجویز داروها دشوار بوده و گاه، زمان زیادی برای دسترسی به عروق لازم است. دشواری در دسترسی به عروق ممکن است در طول جراحی یا سایر موقعیت‌ها، باعث اتلاف زمان و در نتیجه آسیب جدی به اندام‌های حیاتی و از کار افتادن آن‌ها شود. در صورت عدم دسترسی وریدی، داروها باید از روش‌های دیگر مانند مسیر داخل استخوانی تجویز شوند. در روش IO فراهم‌زیستی داروها و مایعات مشابه روش IV است (Clarke et al, 2014). دشواری‌های اجرای روش داخل استخوانی شامل سختی در پیدا کردن محل مناسب تزریق، شکستن سوزن، ایجاد درد در بیمار و سختی در سوراخ کردن ضریع استخوان است. از عوارض پس از تزریق نیز می‌توان به استئومیلیت^۳، عفونت پوستی و شکستن استخوان اشاره کرد (Hallas et al, 2013). علی‌رغم مطالب فوق‌الذکر در مورد بیهوشی به روش داخل

1 Intraosseous (IO)

2 Cutdown

3 Osteomyelitis

از برجستگی فوقانی استخوان و به صورت موضعی (سطحی و عمقی) شد. جهت القاء بیهوشی، میدازولام (۰/۵ میلی گرم/کیلوگرم) و کتامین (۱۰ میلی گرم/کیلوگرم) (Grimm et al, 2018) با توجه به وزن حیوان، محاسبه شده و در یک سرنگ به خوبی با هم مخلوط شد و با توجه به نوع بیهوشی داخل وریدی یا داخل استخوانی در محل مورد نظر با سرعت یکسان توسط یک شخص در تمام حیوانات، تجویز شد. به طور خاص در گروه داخل استخوانی قبل از القاء بیهوشی و پس از ایجاد بی حسی موضع، مجدداً به صورت آسپتیک سطح داخلی قسمت فوقانی درشتنی آماده سازی شده و پس از شان گذاری، توسط کریشر وایر (ضخامت ۱/۲ میلی متر) و دریل برقی قسمت مورد نظر به منظور دستیابی به حفره مغز استخوان، سوراخ شد. پس از سوراخ کردن استخوان، پین خارج شده و توسط سرسوزن شماره ۱۴ (ضخامت ۱/۶ میلی متر)، اقدام به سوندگذاری داخل استخوانی شد. به منظور اطمینان از ورود صحیح سرسوزن به مغز استخوان مقداری مایع آسپیره شد و گسترش تهیه گردید و پس از رنگ آمیزی، وجود سلول های مغز استخوان در نمونه آسپیره شده مورد بررسی قرار گرفت. سرعت تزریق دارو مشابه روش داخل استخوانی بوده و پس از تزریق تمام حجم دارو، به منظور جلوگیری از خروج دارو از منفذ استخوانی، سرسوزن و سرنگ متصل به آن به مدت ۱۰ دقیقه در محل نگهداری شده و سپس خارج می شد. در ادامه و پس از بررسی تون عضلات آرواره، نسبت به لوله گذاری نایی با لوله کاف دار سایز مناسب، اقدام شد و کیفیت القای بیهوشی و لوله گذاری نایی از ۱ تا ۳ امتیاز دهی شد (Mair et al, 2009). به منظور بررسی عمق بیهوشی، پاسخ حیوان به تحریکات دردزا نیز توسط اعمال فشار توسط یک پنس خون بند روچستر- پین ۱۰ سانتی متری روی بند دوم انگشت وسط پای عقب سمت راست به مدت ۳۰ ثانیه و یا تا زمان عقب کشیدن پا توسط حیوان، مورد بررسی و از ۰ تا ۳ امتیازدهی شد (Muir et al,

2009). طول مدت زمان بیهوشی، فاصله زمانی بین زمان القاء بیهوشی و خارج کردن لوله نایی و همچنین طول مدت زمان خارج کردن لوله نایی (از زمان استقرار لوله تا بازگشت رفلکس بلع) نیز یادداشت شد. در طول ریکاوری، زمان بلند کردن سر برای اولین بار، زمان قرار گرفتن روی سینه و زمان ایستادن (مبدأ زمان همگی، از زمان پایان تزریق دارو بود) بر حسب دقیقه ثبت شد (Andolfatto and Willman, 2011). در مورد کیفیت ریکاوری، بر اساس جداول درجه بندی، از ۱ تا ۳ امتیازدهی و قضاوت شد (Muir et al, 2009). پارامترهای علایم حیاتی و همچنین درصد اشباع اکسیژن، میزان کربن دی اکسید انتهای بازدم، فشارخون غیرمستقیم شریانی در زمان های قبل از آرام بخشی، قبل از القای بیهوشی، ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه بعد از القای بیهوشی، قبل از برداشت لوله نایی و بعد از ریکاوری ثبت گردید. همچنین در زمان های قبل از القای بیهوشی، بعد از ریکاوری، ۱ و ۷ روز پس از ریکاوری نسبت به اخذ خون و سنجش میزان سرمی گلوکز (با دستگاه اتوآنالایزر BT-1500 و با کیت تجاری پارس آزمون) و کورتیزول (به روش الایزا و با استفاده از کیت Monobind) و برخی پارامترهای هماتولوژی اقدام شد. در پایان و پس از جمع آوری اطلاعات، برای بررسی داده ها از نسخه ی ۲۶ نرم افزار SPSS (IBM Corporation, NY, USA) استفاده شد. از آزمون تی مستقل برای مقایسه داده های به دست آمده از وزن، مدت زمان جراحی، مدت زمان ریکاوری، درجه حرارت مقعدی، تعداد تنفس و ضربان قلب، بین هر دو گروه استفاده گردید. آزمون مان ویتنی برای مقایسه داده های به دست آمده از امتیازدهی به کیفیت آرام بخشی، کیفیت القاء و لوله گذاری نایی، امتیازدهی به درد و کیفیت ریکاوری بین دو گروه به کار گرفته شد. از آزمون آنالیز

واریانس با قابلیت تکرارپذیری^۱ نیز در مورد تفاوت درون گروه‌ها استفاده گردید. نتایج به صورت میانگین \pm خطای استاندارد و در مورد پارامترهای کیفی نتایج به صورت میانه (مینیمم-ماکزیمم) ارائه گردید و مقادیر $P \leq 0/05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج

سن تمامی حیوانات مورد مطالعه، در محدوده ۳-۱/۵ سال انتخاب شد. وزن سگ‌های گروه داخل وریدی ۲۲/۳ \pm ۲/۱۲ کیلوگرم و وزن سگ‌های گروه داخل استخوانی، ۲۱/۵ \pm ۲/۳۰ کیلوگرم بود که اختلاف آماری معنی‌داری بین وزن دو گروه وجود نداشت. در مقایسه تعداد ضربان قلب بین گروه‌های مورد مطالعه، هیچ‌گونه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. در گروه داخل وریدی در زمان‌های ۵ (P=0/039) و ۱۵ (P=0/014) دقیقه پس از القاء بیهوشی و همچنین پس از خارج کردن لوله نایی (P=0/018)، نسبت به زمان قبل از القاء بیهوشی، ضربان قلب به صورت معنی‌داری افزایش یافت. در گروه داخل استخوانی، در تمامی زمان‌های پس از القاء بیهوشی شامل ۵ (P=0/018)، ۱۰ (P=0/012) و ۱۵ (P=0/014) دقیقه پس از القاء بیهوشی، قبل از خروج لوله نایی (P=0/009) و ریکاوری (P=0/023)، نسبت به زمان قبل از آن، افزایش معنی‌داری در تعداد ضربان قلب مشاهده گردید (Table 1). با مقایسه تعداد تنفس در بین گروه‌های مورد مطالعه، هیچ‌گونه تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. در گروه داخل وریدی کاهش معنی‌دار تعداد تنفس در زمان‌های ۱۵ (P=0/029) دقیقه پس از القاء بیهوشی و قبل از خروج لوله نایی (P=0/021) نسبت به زمان قبل از آن، مشاهده گردید. روند کاهش تعداد تنفس در گروه داخل استخوانی نیز مشاهده شد به طوری که در زمان‌های ۱۰ (P=0/001) و ۱۵ (P=0/005) دقیقه پس از القاء بیهوشی و قبل از خروج لوله نایی نسبت به زمان پایه اختلاف

معنی‌داری وجود داشت (Table 1). با بررسی تغییرات درجه حرارت مقعدی بین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد؛ این در حالی است که در گروه‌های داخل وریدی و داخل استخوانی به ترتیب در تمامی زمان‌های پس از القاء بیهوشی شامل ۵ (P=0/005) -P=0/019، ۱۰ (P=0/003 -P=0/015) و ۱۵ (P=0/001) -P=0/014 دقیقه پس از القاء بیهوشی، قبل از خروج لوله نایی (P=0/000 -P=0/002) و ریکاوری (P=0/000) -P=0/005 معنی‌دار بود (Table 1). میانگین فشار خون غیرمستقیم شریانی در زمان ۱۵ دقیقه پس از القاء بیهوشی در گروه داخل وریدی به طور معنی‌داری بیش‌تر از داخل استخوانی بود (P=0/041). میانگین فشار خون غیرمستقیم شریانی نیز در گروه داخل وریدی در زمان ۳۰ دقیقه بعد از آرام‌بخشی (P=0/002)، ۱۰ (P=0/026) و ۱۵ (P=0/031) دقیقه بعد از القاء بیهوشی و قبل از لوله‌گذاری نایی (P=0/013) نسبت به زمان پایه کاهش چشم‌گیری داشت (Table 2). تغییرات ثبت شده در درصد اشباع گلوبول‌های قرمز از اکسیژن به جز در زمان قبل از خروج لوله نایی که در گروه داخل استخوانی نسبت به داخل وریدی بیش‌تر بود (P=0/044)، در سایر زمان‌ها تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد (Table 2). مقایسه میزان کربن‌دی‌اکسید انتهای بازدمی بین گروه‌های داخل وریدی و داخل استخوانی، در زمان‌های مورد مطالعه دارای اختلاف آماری معنی‌داری نبود (Table 2). در شمارش تعداد گلوبول‌های سفید در گروه داخل استخوانی در زمان‌های خون‌گیری ۱ (P=0/014) و ۷ (P=0/017) روز پس از بیهوشی، نسبت به زمان‌های قبل از القاء بیهوشی و پس از ریکاوری افزایش معنی‌داری وجود داشت. در شمارش تعداد تام گلوبول‌های قرمز، در گروه داخل استخوانی افزایش معنی‌داری در خون-گیری زمان‌های ۱ (P=0/016) و ۷ (P=0/008) روز پس از بیهوشی نسبت به زمان‌های قبل از القاء بیهوشی و پس از ریکاوری مشاهده شد (Table 3). بررسی روند تغییرات

بین گروه‌های مورد مطالعه در هر دو گروه بیان‌گر تفاوت آماری معنی‌داری نبود (Table 5). با بررسی تغییرات مدت زمان برداشت لوله نای، بلند کردن سر، قرار گرفتن روی جناغ و ایستادن برای اولین بار، هیچ‌گونه تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد (Table 6).

سطح سرمی کورتیزول و گلوکز بین هر دو گروه مورد مطالعه و همچنین در هر یک از گروه‌ها در بین زمان‌های مختلف، تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد (Table 4). تغییرات امتیازدهی به کیفیت آرام‌بخشی، القاء بیهوشی، لوله‌گذاری نای و ریکاوری، کیفیت درد و عمق بیهوشی در

Table 1: Mean \pm standard error of physiologic parameter (per minute) following induction of anesthesia with midazolam (0.5 mg/kg) and ketamine (10 mg/kg) after sedation with acepromazine (0.05 mg/kg) and morphine (5.5 mg/kg 0) in two intravenous (IV) and intraosseous (IO) groups (n=6)

Parameter	Group/Time	Before Sedation	After Sedation	After Induction			Before Extubation (f)	After Recovery (g)
		Baseline (a)	30 min (b)	5 min (c)	10 min (d)	15 min (e)		
Heart Rate	IV	98.8 \pm 5.4 b	78.3 \pm 4.8 acef	125.5 \pm 17.8 b	118.0 \pm 18.1	115.8 \pm 11.1 b	97.1 \pm 5.0 b	99.5 \pm 9.4
	IO	89.6 \pm 11.1	65.6 \pm 4.8 cdefg	90.3 \pm 8.5 b	100.8 \pm 6.8 bef	91.7 \pm 5.3 bd	82.7 \pm 4.4 bd	101.2 \pm 10.2 b
Respiratory Rate	IV	26.0 \pm 2.7 ef	23.2 \pm 3.3	16.0 \pm 5.2	12.7 \pm 3.2	12.2 \pm 2.5 a	13.7 \pm 1.2 a	17.7 \pm 3.3
	IO	29.2 \pm 2.3 def	23.2 \pm 3.3 df	20.7 \pm 4.2	11.2 \pm 1.5 abg	11.7 \pm 2.7 a	13.2 \pm 0.94 abg	19.2 \pm 2.4 df
Rectal Temperature	IV	39.1 \pm 0.1 cdefg	38.9 \pm 0.2 cdefg	38.7 \pm 0.2 abefg	38.6 \pm 0.1 abfg	38.46 \pm 0.2 abcf	38.2 \pm 0.2 abcde	38.3 \pm 0.2 abcd
	IO	38.9 \pm 0.2 bcdefg	38.8 \pm 0.1 acdefg	38.7 \pm 0.2 abdefg	38.5 \pm 0.1 abcfg	38.4 \pm 0.2 abcf	38.1 \pm 0.2 abcde	38.2 \pm 0.2 abcd

The letters indicate the existence of a significant difference between the studied times in each group $p \leq 0.05$.

Table 2: Mean \pm standard error of monitoring parameter following induction of anesthesia with midazolam (0.5 mg/kg) and ketamine (10 mg/kg) after sedation with acepromazine (0.05 mg/kg) and morphine (5.5 mg/kg 0) in two intravenous (IV) and intraosseous (IO) groups (n=6)

Parameter	Group/Time	Before Sedation	After Sedation	After Induction			Before Extubation (f)	After Recovery (g)
		Baseline (a)	30 min (b)	5 min (c)	10 min (d)	15 min (e)		
MAP (mmHg)	IV	122.7 \pm 8.8 bdef	89.3 \pm 5.6 a	94.0 \pm 7.8	87.2 \pm 5.6 a	88.6 \pm 5.2 a	85.8 \pm 2.8 a	91.0 \pm 7.3
	IO	93.0 \pm 9.3	79.4 \pm 2.4	87.2 \pm 5.5 ef	80.0 \pm 5.0	72.2 \pm 5.0 * cg	72.2 \pm 5.1 cg	85.0 \pm 5.9 ef
SO ₂ (%)	IV	97.8 \pm 0.5 d	96.7 \pm 0.9 d	88.7 \pm 4.2	89.7 \pm 2.0 abe	96.0 \pm 1.2 d	95.3 \pm 1.3	96.5 \pm 1.5
	IO	98.3 \pm 0.8 d	97.0 \pm 1.3	94.5 \pm 1.5	94.8 \pm 1.4 afg	97.1 \pm 1.3	98.8 \pm 0.4 * d	98.1 \pm 0.9 d
EtCO ₂ (mmHg)	IV	20.7 \pm 2.1 cdef	25.0 \pm 2.7 cdef	41.0 \pm 2.5 abdfg	46.0 \pm 1.8 abcfg	43.3 \pm 1.08 abfg	35.3 \pm 1.3 abcdeg	26.8 \pm 1.5 cdef
	IO	25.8 \pm 2.1 def	24.0 \pm 2.5 def	37.4 \pm 4.9	41.6 \pm 2.4 abfg	41.6 \pm 2.2 abfg	31.0 \pm 2.5 abde	27.2 \pm 2.7 de

MAP: Mean Arterial Blood Pressure

* indicates the existence of a significant difference between the two groups at the time of the study $p \leq 0.05$.

The letters indicate the existence of a significant difference between the studied times in each group $p \leq 0.05$.

Table 3: Mean ± standard error of some hematological parameter following induction of anesthesia with midazolam (0.5 mg/kg) and ketamine (10 mg/kg) after sedation with acepromazine (0.05 mg/kg) and morphine (5.5 mg/kg) 0 in two intravenous (IV) and intraosseous (IO) groups (n=6)

Parameter	Group/Time	Before Induction (a)	After Recovery (b)	Day 1 (c)	Day 7 (d)
WBC ($\times 10^3 / \mu\text{L}$)	IV	12.2±0.9	11.8±1.0	12.7±1.1	12.9±1.2
	IO	9.4±0.9 cd	8.8±0.9 * cd	10.91±0.9 ab	11.9±1.1 ab
RBC ($\times 10^6 / \mu\text{L}$)	IV	5.7±0.1	5.8±0.1	6.1±0.1	6.5±0.2
	IO	5.5±0.1 bcd	4.8±0.2 * acd	5.9±0.2 abd	6.3±0.2 abc
HCT (%)	IV	37.4±1.5 c	36.6±1.9	40.0±1.6 a	41.7±3.8
	IO	37.7±1.2 bc	33.9±1.3 acd	40.1±0.8 ab	41.5±1.8 b

* indicates the existence of a significant difference between the two groups at the time of the study $p \leq 0.05$.

The letters indicate the existence of a significant difference between the studied times in each group $p \leq 0.05$.

Table 4: Mean ± standard error of some biochemistry parameter following induction of anesthesia with midazolam (0.5 mg/kg) and ketamine (10 mg/kg) after sedation with acepromazine (0.05 mg/kg) and morphine (5.5 mg/kg) 0 in two intravenous (IV) and intraosseous (IO) groups (n=6)

Parameter	Group/Time	Before Induction (a)	After Recovery (b)	Day 1 (c)	Day 7 (d)
Cortisol ($\mu\text{g/dl}$)	IV	26.8±2.4	17.1±4.5	16.6±4.9	17.4±3.1
	IO	22.8±3.5	12.9±2.9	12.9±3.9	15.8±2.8
Glucose (mg/dl)	IV	86.2±11.3	92.5±3.4	86.0±5.6	9.03±7.0
	IO	94.7±7.4 c	115.5±11.5	80.3±7.8 a	93.5±5.9

The letters indicate the existence of a significant difference between the studied times in each group $p \leq 0.05$.

Table 5: Median (Min-Max) of critical scores following induction of anesthesia with midazolam (0.5 mg/kg) and ketamine (10 mg/kg) after sedation with acepromazine (0.05 mg/kg) and morphine (5.5 mg/kg) 0 in two intravenous (IV) and intraosseous (IO) groups (n=6)

Group/Parameter	Sedation Score	Induction and Intubation Score	Recovery Score	Pain Score		
IV	2 (1-3)	1 (1-1)	2 (2-2)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-1)
IO	1.5 (1-3)	1 (1-2)	1.5 (1-2)	0 (0-1)	0 (0-1)	0 (0-1)

Table 6: Mean ± standard error of critical times following induction of anesthesia with midazolam (0.5 mg/kg) and ketamine (10 mg/kg) after sedation with acepromazine (0.05 mg/kg) and morphine (5.5 mg/kg) 0 in two intravenous (IV) and intraosseous (IO) groups (n=6)

Group/Time	Extubation	Head Elevation	Sternal Recumbency	Recovery
IV	32.3±3.5	42.3±6.4	52.7±5.7	70.7±7.9
IO	40.0±4.2	50.7±3.2	65.0±4.1	73.3±4.4

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده، مشخص گردید که تزریق داخل استخوانی میدازولام- کتامین روشی مؤثر جهت ایجاد بیهوشی در این گونه حیوانی می باشد. کیفیت بیهوشی ایجاد شده از این طریق، قابل مقایسه با روش تزریق دارو به صورت داخل وریدی می باشد و در این روش، القاء بیهوشی و برگشت از آن هم به اندازه روش داخل وریدی سریع بود و هم عارضه خاصی ایجاد نشد. میدازولام، یک بنزودیازپین کوتاه اثر با اثرات ضد اضطراب و فراموشی است، همچنین ممکن است در انسان به عنوان داروی بیهوشی استفاده شود. عوارض جانبی میدازولام با استفاده توأم این دارو همراه با داروهای دیگر برای القاء، قابل پیشگیری است (Abbasivash 2014). میدازولام دارای شروع اثر سریع تری نسبت به دیازپام است. این ویژگی به ویژه در شرایط اورژانس که نیاز به آرامش و بیهوشی فوری وجود دارد، بسیار حیاتی است (Bishop et al, 2015; Smith and Jones, 2018). این قابلیت به ما اجازه می دهد که کنترل بهتری بر وضعیت بیهوشی داشته باشیم و زمان کم تری را برای آماده سازی صرف کنیم.

میدازولام به طور کلی اثرات قلبی عروقی کم تری نسبت به دیازپام دارد (Robinson and Borer 2013; Simon et al, 2014). این خصوصیت به ویژه در حیوانات دچار تروما یا شرایط حاد که ممکن است تحت تأثیر نظارت دقیق بر پارامترهای زندگی قرار بگیرند، اهمیت دارد. کاهش احتمال عوارض قلبی-عروقی می تواند ایمنی بیش تری را برای بیمار فراهم کند (Kyles et al, 2017). میدازولام نه تنها برای پیش بیهوشی بلکه برای القاء بیهوشی عمومی مؤثر است و بهبود کیفیت بیهوشی و ریکاوری را به همراه دارد (Cockshutt et al, 2014). از آن جا که میدازولام دارای زمان نیمه عمر کوتاه تری است، این امر می تواند به تسریع در فرآیند به هوش آمدن کمک کند و به کاهش ماندگاری در مراحل ریکاوری منجر شود (Rock et al, 2018). علاوه بر این، پژوهش های پیشین نشان داده اند که میدازولام به عنوان یک داروی بیهوشی در دام ها و برای پروسیجرهای

مختلف، انتخاب مناسبی است (Lloyd et al, 2020). این نتایج در هم راستایی با یافته های به دست آمده در مطالعه کنونی ما هستند. استفاده از روش تزریق داخل استخوانی در سال های ۱۹۴۰ روش معمولی جهت تجویز دارو و انواع مایعات به حساب می آمد، ولی کم کم با ظهور و استفاده بیش تر از وسایل مدرن تر مانند کاتترهای وریدی، استفاده از این روش رو به فراموشی نهاد (Sarraffzadeh-Rezaei et al, 2008). در تحقیقی که روی نوزاد انسان انجام شد و در آن در مواردی که روش بیهوشی وریدی موفق نبود از روش تزریق داخل استخوانی استفاده شد، مشخص شد روش تزریق داخل استخوانی روشی سریع و قابل اعتماد در بیهوشی توأم استنشاقی و تزریقی است (Neuhaus et al, 2010). مزیت این کاربرد به عنوان القاء سریع بیهوشی در مقایسه با مسیر عضلانی در منابع متعددی ذکر شده است مثلاً اثر بیهوشی در پی استفاده از روش داخل استخوانی در کبوتر اهلی در مطالعه Kamiloglu سریع تر (میانگین ۱/۸ دقیقه) از تزریق عضلانی (میانگین ۷/۵ دقیقه) بود (Kamiloglu et al, 2008). با مقایسه بیهوشی داخل استخوانی و داخل وریدی توسط پروپوفل در خرگوش گزارش شده است که در طول مدت مطالعه تعداد ضربان قلب در زمان های متناظر بین دو گروه بیهوشی داخل استخوانی و داخل وریدی دارای تفاوت آماری معنی داری نبودند که از این جهت با مطالعه حاضر هم خوانی دارد (Mazaheri-Khameneh et al, 2012). ولی در مطالعه Daneshi و همکاران در سال ۲۰۰۷، با مقایسه بالینی بیهوشی داخل استخوانی و داخل وریدی با استفاده از ترکیب کتامین-زایلازین در سگ، تفاوت معنی دار در تعداد ضربان قلب مشاهده کردند و در روش داخل وریدی ضربان قلب بیش تر بود. در یک مطالعه در طول مدت آزمایش، تفاوت معنی داری بین میانگین تعداد ضربان قلب بین دو گروه تزریق داخل استخوانی و داخل وریدی مشاهده نشد. اما میانگین تعداد ضربان قلب کبوترها در مقاطع مختلف زمانی تفاوت معنی داری داشته است (Aghchelou, 2019).

داخل استخوانی و داخل وریدی در طول مدت آزمایش در بین دو گروه تفاوت معنی داری مشاهده نشد (Aghchelou, 2019). Kamiloglu و همکاران گزارش کردند تغییرات قابل توجهی برای دمای کلواک کبوترها در طی بیهوشی به دو روش داخل استخوانی و داخل عضلانی توسط داروی کتامین ثبت نشد (Kamiloglu et al, 2008). کاهش دمای بدن پس از تجویز کتامین را می توان به اختلال در مرکز تنظیم حرارت در هیپوتالاموس نسبت داد (Walter, 2008). با مقایسه بیهوشی تام داخل استخوانی توسط پروپوفل و مقایسه اثرات بالینی، بیوشیمیایی و هماتولوژیکی آن با بیهوشی تام داخل وریدی در خرگوش ها گزارش شده است که علی رغم کاهش معنی دار میانگین فشار خون سرخرگی در گروه های بیهوشی این میزان بالاتر از 69 mmHg حفظ گردید و فشار خون سرخرگی در دو روش داخل استخوانی و داخل وریدی تفاوت معنی داری نداشت (Mazaheri-Khameneh et al, 2012). مقایسه میزان کربن دی اکسید انتهای بازدمی بین گروه های داخل وریدی و داخل استخوانی، در زمان های مورد مطالعه دارای اختلاف آماری معنی داری نبود. مطابق با نتایج ما، با ارزیابی و مقایسه دو روش بیهوشی داخل وریدی و داخل استخوانی، در مدل های حیوانی گزارش شده است که تفاوت معنی داری در دی اکسید کربن انتهای بازدمی گربه ها با دو روش مذکور وجود ندارد (Marjani and Mehrvar, 2012). با بررسی تغییرات پارامترهای تابلوی خونی به جز در شمارش تعداد گلبول های سفید و قرمز، در زمان پس از ریکاوری (افزایش معنی دار در گروه داخل استخوانی نسبت به گروه داخل وریدی)، در سایر زمان ها تغییرات معنی دار نبود. در شمارش تعداد گلبول های سفید در گروه داخل استخوانی در زمان های خون گیری 1 و 7 روز پس از بیهوشی، نسبت به زمان های قبل از القاء بیهوشی و پس از ریکاوری افزایش معنی داری وجود داشت. در شمارش تعداد تام گلبول های قرمز، در گروه داخل استخوانی افزایش معنی داری در

با مقایسه تعداد تنفس در بین دو گروه داخل استخوانی و داخل وریدی، هیچ گونه تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد. در گروه داخل وریدی و داخل استخوانی، کاهش معنی دار تعداد تنفس پس از القاء بیهوشی و قبل از خروج لوله نایبی نسبت به زمان قبل از آن، مشاهده گردید. کاهش میزان تنفس را می توان به کاهش فعالیت مرکز تنفسی توسط کتامین نسبت داد (Walter, 2008). با انجام پژوهشی، تفاوت معنی داری بین تعداد تنفس کبوترها در تزریق داخل استخوانی و داخل وریدی تیوپنتال سدیم مشاهده نکردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Aghchelou, 2019). محققین در پژوهشی دیگر با مقایسه بیهوشی داخل استخوانی و داخل وریدی توسط پروپوفل در خرگوش گزارش کردند که تعداد تنفس در دو گروه بیهوشی داخل استخوانی و داخل وریدی افت معنی داری داشت ولی در گروه داخل استخوانی در سطح بالاتری باقی ماند (Mazaheri-Khameneh et al, 2012). مخالف با نتایج پژوهش حاضر، Daneshi و همکاران در سال 2007 با مقایسه بالینی بیهوشی داخل استخوانی و داخل وریدی با استفاده از ترکیب کتامین-زایلازین در سگ تفاوت معنی دار در تعداد تنفس مشاهده کردند و در روش داخل وریدی این میزان بیشتر بود (Daneshi, 2007). با بررسی تغییرات درجه حرارت مقعدی بین گروه های مورد مطالعه، تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد؛ این در حالی است که در گروه های داخل وریدی و داخل استخوانی در تمامی زمان های پس از القاء بیهوشی شامل 5، 10 و 15 دقیقه پس از القاء بیهوشی، قبل از خروج لوله نایبی و ریکاوری، کاهش معنی دار داشت که با توجه به افت دما در پی استفاده از اسپرومازین، افت فشار خون در طی بیهوشی و کاهش دما در پی استفاده از کتامین قابل توجه می باشد. همسو با این نتایج، در مطالعه ای که در سال 2019 صورت گرفت، میانگین دمای مقعدی (کلواک) کبوترها هنگام مقایسه تزریق داروی بیهوشی تیوپنتال سدیم به روش

بیهوشی، نسبت به زمان قبل از القاء بیهوشی، کاهش معنی‌داری در سطح سرمی گلوکز مشاهده شد. مظاهری و همکاران با مقایسه بیهوشی داخل-استخوانی و داخل وریدی توسط پروپوفل در خرگوش گزارش کردند که مقادیر مربوط به گلوکز خون تفاوت‌های معنی‌داری در گروه‌های داخل وریدی و داخل استخوانی و زمان‌های پس از بیهوشی نسبت به زمان قبل را نشان نمی‌دهد (Mazaheri-Khameneh et al, 2012). تغییرات امتیازدهی به کیفیت آرامبخشی، القاء بیهوشی، لوله‌گذاری نای و ریکاوری، کیفیت درد و عمق بیهوشی در بین گروه‌های مورد مطالعه در هر دو گروه بیان‌گر تفاوت آماری معنی‌داری نبود. زمان شروع بیهوشی در مطالعه Aghchelou و همکاران در روش تزریق داخل‌وریدی به طور معنی‌داری از روش تزریق داخل استخوانی کم‌تر بود (Aghchelou, 2019). در گزارش Kamiloglu و همکاران شروع اثرات بیهوش‌کنندگی کتامین در کبوتر اهلی ۳-۱ دقیقه برای گروه داخل استخوانی و ۱۰-۵ دقیقه برای گروه داخل عضلانی بعد از تزریق ثبت شد و تفاوت آماری بین گروه‌ها معنی‌دار بود (Kamiloglu et al, 2008). در این مطالعه در یک مورد افزایش فاصله زمانی بین تجویز دوز القاء به روش داخل استخوانی و القاء بیهوشی در حیوان به مدت ۳ دقیقه اتفاق افتاد که در بررسی‌های رادیوگرافی صورت گرفته، سوراخ شدن کورتکس طرف مقابل مشاهده شد که می‌توانست دلیل نشت داروی بیهوشی از مغز استخوان باشد و تأخیر در زمان القاء نیز می‌تواند به دلیل نشت دارو و سپس جذب آهسته دارو از بافت‌های اطراف استخوان باشد. در این مطالعه تغییرات مدت زمان برداشت لوله نایی، بلند کردن سر، قرار گرفتن روی جناغ و ایستادن برای اولین بار، هیچ‌گونه تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. در مطالعه دیگری، زمان برگشت از بیهوشی در دو روش تزریق داخل-استخوانی و داخل وریدی تیوپنتال سدیم در کبوتران تفاوت معنی‌داری نداشت (Aghchelou, 2019). مطالعات محققین دیگری در زمینه مقایسه تزریق داخل استخوانی و داخل وریدی در

خون‌گیری زمان‌های ۱ و ۷ روز پس از بیهوشی نسبت به زمان‌های قبل از القاء بیهوشی و پس از ریکاوری مشاهده شد. مخالف با نتایج ما، یوهانس و همکاران گزارش کردند که پس از تجویز کتامین به تنهایی و همراه با آسپرومازین در سگ‌ها، غلظت هموگلوبین، تعداد کل گلبول‌های قرمز، تعداد کل لکوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها، ائوزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافت، اما نوتروفیل‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (Yohannes et al, 2018). مطابق با نتایج حاضر، Sedighi و Dehghani تفاوت معنی‌دار تعداد گلبول‌های سفید در اثر مصرف دیازپام- کتامین بین دو روش داخل استخوانی و داخل وریدی در سگ‌ها را گزارش کردند (Sedighi and Dehghani, 1999). تعداد گلبول‌های سفید در روش داخل استخوانی بیش‌تر بود که می‌تواند از بروز التهاب در محل تزریق ناشی شده باشد. افزایش سلول‌های آماسی از جمله نوتروفیل در اثر التهاب بافت نرم محل تزریق یا صدمه به مغز استخوان توسط محققین مختلفی از جمله والدن و اوکرازینسکی گزارش گردیده است (Pollack et al, 1992; Simmons et al, 1994). بررسی روند تغییرات سطح سرمی کورتیزول بین هر دو گروه مورد مطالعه و همچنین در هر یک از گروه‌ها در بین زمان‌های مختلف، تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد. میزان سطح سرمی کورتیزول رابطه مستقیمی با میزان استرس در حیوان دارد (Fujiwara et al, 1996). با توجه به مطالعات انجام شده و بررسی‌های فوق‌الذکر، معنی‌دار نبودن میزان کورتیزول خون در بین دو گروه حاکی از یکسان بودن میزان درد در حیوانات مورد آزمایش می‌باشد و با توجه به افزایش میزان کورتیزول در هر دو گروه در زمان اولین خون‌گیری نسبت به بقیه زمان‌ها، می‌تواند ناشی از استرس حیوان نسبت به شرایط جدید نگهداری و تغییر جیره غذایی باشد. در ارزیابی و مقایسه بین گروهی، در تمامی زمان‌های مورد مطالعه و همچنین، در گروه داخل وریدی هیچ‌گونه تفاوت آماری معنی‌داری در سطح سرمی گلوکز مشاهده نشد. در گروه داخل استخوانی، در خون‌گیری زمان ۱ روز پس از

خاص بالینی، ممکن است بر نتایج تأثیر بگذارد. برای مثال، اندازه کوچک نمونه ممکن است قدرت استنباط نتایج را محدود کند. بنابراین، مطالعات بیش‌تری با نمونه‌های بزرگ‌تر و مختلف نیاز است تا نتایج و تعمیم‌های ما را تأیید کنند. در مقایسه با دیگر تحقیقات، نتایج این مطالعه مشابه نتایج تحقیقات قبلی است که از میدازولام در پروتکل‌های بیهوشی استفاده کرده‌اند (Bishop et al, 2015) و (Smith and Jones, 2018) این شباهت‌ها می‌تواند به وجود یک الگوی عمومی در نحوه پاسخ دهی سگ‌ها به میدازولام به عنوان یک داروی بیهوشی اشاره کند و تأکیدی بر قابلیت‌های این دارو در موارد بالینی خاص باشد.

بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان گفت بیهوشی داخل استخوانی بازدهی مشابه بیهوشی داخل وریدی دارد. بالاخص در مواردی که عامل زمان اهمیت زیادی (در موارد اورژانسی) پیدا می‌کند و همچنین در انواع بیماری‌هایی که منجر به دهیدراسیون می‌شوند و دسترسی به سیستم عروقی مقدور نیست، روشی سریع، کاربردی‌تر و بدون عوارض جانبی است و می‌تواند با ضریب بالایی مورد استفاده قرار گیرد.

انسان و حیوانات دیگر نشان داد تزریق داخل استخوانی همچون تزریق داخل وریدی روشی سودمند بوده و کارایی لازم را دارا می‌باشد (Ronning et al, 1993; Johnson et al, 1999; Daniel et al, 2006). عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین موارد ذکر شده در مطالعه حاضر می‌تواند مویب برابری نسبی روش داخل وریدی در مقایسه با روش داخل استخوانی باشد، لذا توصیه به استفاده از روش داخل استخوانی در موارد عدم دسترسی به ورید، می‌تواند یک روش جایگزین و مؤثر باشد.

این مطالعه نشان داد که میدازولام و کنامین در ایجاد بیهوشی در سگ‌ها با روش داخل استخوانی به اندازه روش داخل وریدی کارآمد هستند. تفسیر این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از میدازولام به دلیل شروع اثر سریع و اثرات قلبی-عروقی کم‌تر می‌تواند در شرایط اورژانس یک جایگزین مؤثر باشد. از نظر بالینی، این یافته‌ها نشان می‌دهند که در مواقعی که دسترسی به ورید دشوار است، بیهوشی داخل استخوانی می‌تواند یک گزینه سریع و ایمن باشد. این موضوع به ویژه در موقعیت‌هایی که ایمنی بیمار مهم است، حائز اهمیت است. لازم به توضیح است که محدودیت‌های مطالعه، از جمله اندازه نمونه و شرایط

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تشکر خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر حمایت مالی‌شان ابراز می‌دارند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافع شناخته شده‌ای ندارند.

منابع مالی

این مطالعه با کمک هزینه دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران، در قالب گرنت پژوهشی پشتیبانی شده است.

منابع

- Abbasivash, R., Aghdashi, M. M., Sinaei, B., & Kheradmand, F. (2014). The effects of propofol-midazolam-ketamine co-induction on hemodynamic changes and catecholamine response. *Journal of Clinical Anesthesia*, 26, 633-628.
- Aghchelou, M. R., Bakhshi, S., & Saadati, D. (2019). The Clinical Comparison of Intraosseous and Intravenous Anesthesia (Thiopental-Na) in Pigeon. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 13(4), 401-409.
- Andolfatto, G., & Willman, E. (2011). A prospective case series of single-syringe ketamine-propofol (Ketofol) for emergency department procedural sedation and analgesia in adults. *Academic Emergency Medicine*, 18(3), 237-245.
- Bennett, R. A., Schumacher, J., Hedjazi-Haring, K., & Newell, S. M. (1998). Cardiopulmonary and anesthetic effects of propofol administered intraosseously to green iguanas. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 212(1), 93-98.
- Bishop, M. J., Borrero, C., & McMahon, S. (2015). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of midazolam in dogs. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 42(4), 481-490.
- Brickman, K. R. (1992). Typing and screening of blood from interosseous access and quot. *Annals of Emergency Medicine*, 21(4), 414-417.
- Clarke, K. W., Trim, C. M., & Hall, L. W. (2014). *Veterinary Anesthesia*. 9th edition. London: Baillière Tindall. (Pages cited: 37-42, 77-80, 140-144, 344-351)
- Cockshutt, J. A., Calabrese, S. K., & Schaefer, E. (2014). Clinical use of midazolam in veterinary medicine: A review. *Veterinary Clinics North America: Small Animal Practice*, 44(4), 801-811.
- Daneshi, M. (2007). Clinical comparison between intraosseous and intravenous anesthesia by a combination of ketamine-xylazine in dog. *Journal of Large Animal Clinical Science Research*, 1(2), 7-12.
- Daniel, D., Von, H., John, G., Howard, A., & Larry, J. (2008). Does intraosseous equal intravenous? A pharmacokinetic study. *American Journal of Emergency Medicine*, 26(1), 8-31.
- Fabienne, B., Frederic, D., Sabine, L., Sylvie, C., & Dominique, C. (2002). The intraosseous route for induction of anesthesia. *Anesthesiology*, 96, 127.
- Fujiwara, T., Cherrington, A. D., Neal, D. N., & McGuinness, O. P. (1996). Role of cortisol in the metabolic response to stress hormone infusion in the conscious dog. *Metabolism*, 45(5), 571-578.
- Grimm, K. A., Lamont, L. A., Tranquilli, W. J., Greene, S. A., & Robertson, S. A. (2018). *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. The Fifth Edition of Lumb and Jones. In: Lumb and Jones' *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. pp. 197-198, 285.
- Hallas, P., Brabrand, M., & Folkestad, L. (2013). Complication with intraosseous access: Scandinavian users' experience. *Western Journal of Emergency Medicine*, 14(5), 440.
- Johnson, L., Kisson, N., Fiallos, M., Abdelmoneim, T., & Murphy, S. (1999). Use of intraosseous blood to assess blood chemistries and hemoglobin during cardiopulmonary resuscitation with drug infusions. *Critical Care Medicine*, 27(6), 52-1147.
- Kamiloglu, A., Atalan, G., & Kamiloglu, N. N. (2008). Comparison of intraosseous and intramuscular drug administration for induction of anaesthesia in domestic pigeon. *Research in Veterinary Science*, 85(1), 5-171.
- Kyles, A. E., Lascelles, B. D. X., & D'Anjou, M. A. (2017). The effects of medetomidine, dexmedetomidine, and their reversal on cardiovascular function in the dog. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 44(3), 456-465.
- Lloyd, J. K., McEvoy, F. J., & Costa, A. R. (2020). Midazolam as a sedative in veterinary practice: A review. *Journal of Small Animal Practice*, 61(7), 375-388.
- Mair, A. R., Pawson, P., Courcier, E., & Flaherty, D. (2009). A comparison of the effects of two different doses of ketamine used for co-induction of anaesthesia with a target-controlled infusion of propofol in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 36, 532-538.
- Marjani, Mehdi, Mehrvar, Amin (2012). Comparison of intravenous and intraosseous anesthesia in animal models. *Iran Anesthesiology and Special Care*, 34(79), 51-57.
- Mazaheri-Khameneh, R., Sarrafzadeh-Rezaei, F., Asri-Rezaei, S., & Dalir-Naghadeh, B. (2012). Evaluation of clinical and paraclinical effects of intraosseous vs intravenous administration of propofol on general anesthesia in rabbits. *Veterinary Research Forum*, 3(2), 103-109.

- Muir, W., Lerche, P., Wiese, A., Nelson, L., Pasloske, K., & Whittem, T. (2009). The cardiorespiratory and anesthetic effects of clinical and supraclinical doses of alfaxalone in cats. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 36(1), 42-54.
- Neuhaus, D., Weiss, M., Engelhardt, T., Henze, G., Giest, J., Strauss, J., & Eich, C. (2010). Semi-elective intraosseous infusion after failed intravenous access in pediatric anesthesia. *Pediatric Anesthesia*, 20(2), 168-171.
- Pollack, Jr. C. V., Pender, E. S., Woodall, B. N., Tubbs, R. C., Iyer, R. V., & Miller, H. W. (1992). Long-term local effects of intraosseous infusion on tibial bone marrow in the weanling pig model. *The American Journal of Emergency Medicine*, 10(1), 27-31.
- Robinson, N. T., & Borer, S. (2013). Cardiovascular effects of different anesthetic protocols in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243(9), 1283-1290.
- Robinson, R., & Borer-Weir, K. (2013). A dose titration study into the effects of diazepam or midazolam on the propofol dose requirements for induction of general anaesthesia in client owned dogs, premedicated with methadone and acepromazine. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 40, 455-463.
- Rock, D. A., Martin, L. J., & Fischer, L. (2018). Recovery from General Anesthesia in Dogs: The Role of Anesthetic Agents. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 45(3), 285-294.
- Ronning, G., Busund, R., & Revhaug, A. (1993). Resuscitation of pigs with haemorrhagic shock by an intraosseous hyperosmotic solution and transfusion of autologous whole blood. *European Journal of Surgery*, 159(3), 9-133.
- Sagie, I., & Kohane, D. S. (2010). Prolonged sensory-selective nerve blockade. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(8), 3740-3745.
- Sarrafzadeh Rezaei, F., Dalir Naghadeh, B., & Hassanpour, H. (2008). Induction of general anaesthesia with intraosseous injection of thiopental in rabbits. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 9(3), 32-227.
- Sedighi, M. R., & Dehghani, S. (1999). Comparison of intravenous and intraosseous administration of diazepam-acepromazine and ketamine with fluid therapy in dogs. *Indian Journal of Veterinary Surgery*, 20(2), 78-80.
- Simmons, C. M., Johnson, N. E., Perkin, R. M., & van Stralen, D. (1994). Intraosseous extravasation complication reports. *Annals of Emergency Medicine*, 23(2), 363-366.
- Simon, B. T., Scallan, E. M., Siracusa, C., Henderson, A., Sleeper, M. M., & Menzies, M. P. L. (2014). Effects of acepromazine or methadone on midazolam-induced behavioral reactions in dogs. *The Canadian Veterinary Journal*, 55(9), 875.
- Simon, J., Henzel, C., & McCarthy, R. (2014). Effects of midazolam on vascular function in dogs. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 159(3-4), 189-196.
- Smith, K. K., & Jones, D. (2018). Comparison of Midazolam and Diazepam for Preanesthetic Sedation in Dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 28(1), 1-10.
- Tranquilli, W. J., Thurmon, J. C., & Grimm, K. A. (2016). Lumb and Jones' veterinary anesthesia and analgesia. John Wiley & Sons.
- Walter, H. (2008). Handbook of Veterinary Pharmacology: Drugs Acting on the Central Nervous System. In Walter, H. (Ed.), Wiley-Blackwell. Pp: 107-181.
- Yohannes, G., Negash, G., & Fantay, H. (2018). Study on the effects of acepromazine in combination with ketamine and ketamine alone in local breed dogs. *Biomedical Journal*, 1, 7.
- Received: 17.07.2024
Accepted: 13.01.2025

ارزیابی به کارگیری حمام‌های سم و شیوع لنگش در گاوداری‌های صنعتی شهرستان مشهد

فاطمه کهنسال^۱، مرضیه فائزی^۲ و احمدرضا محمدنیا^{۳*}

^۱ دانش‌آموخته دکترای حرفه‌ای، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲ دانشجوی دکترای تخصصی اپیدمیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۳ دانشیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۸

چکیده

لنگش یکی از مشکلات مهم و رایج در گاوهای شیری است که تأثیرات اقتصادی و بهداشتی قابل توجهی بر دامداری‌های صنعتی دارد. استفاده از حمام سم با انواع مواد مختلف ضد باکتریایی محور بسیاری از رویکردهای دامداری برای کنترل بیماری‌های عفونی سم است و بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که حمام سم منظم با شیوع کمتر لنگش همراه است. این مطالعه با هدف بررسی شیوع لنگش و ارزیابی ویژگی‌های حمام سم در گاوداری‌های صنعتی شهرستان مشهد انجام شد. در این پژوهش، تعداد ۱۲ گاوداری با تعداد بیش از ۱۰۰ رأس دام دوشا وارد مطالعه شده و به دو گروه (زیر ۲۰۰ رأس و بالای ۲۰۰ رأس) تقسیم شدند. داده‌های مربوط به ابعاد حمام سم (طول، عرض و عمق) و موارد مرتبط با مدیریت حمام‌های سم، مانند نوع ماده ضدعفونی‌کننده و دفعات تعویض آن، ثبت و با استانداردهای جهانی مقایسه شدند. نتایج حاکی از آن است که تنها نیمی از گاوداری‌ها دارای حمام سم بودند و اغلب این حمام‌ها از ابعاد استاندارد برخوردار نبودند. میانگین طول، عرض و عمق حمام سم به ترتیب ۲۲۵/۶۱، ۱۲۸/۹۶ و ۱۱/۵۵ سانتی‌متر بود که به طور معنی‌داری با حداقل استانداردهای جهانی (طول ۳۵۰ سانتی‌متر، عرض ۶۰ سانتی‌متر و عمق ۱۵ سانتی‌متر) تفاوت داشتند. شیوع لنگش بالینی (اسکور ۴ و ۵) در کل گاوداری‌ها ۱۴/۵ درصد گزارش شد. با این وجود، همبستگی معنی‌داری بین وجود یا عدم وجود حمام سم و میزان شیوع لنگش بالینی یافت نشد ($Pvalue=1.00$, Spearman's rho). این مطالعه نشان می‌دهد که علی‌رغم نقش کلیدی حمام سم در پیشگیری و کنترل بیماری‌های عفونی سم، به طراحی و مدیریت صحیح آن در گاوداری‌های مورد بررسی توجه کافی نمی‌شود. نتایج بر ضرورت بهبود طراحی، استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده مناسب و آموزش کارگران در راستای کاهش شیوع لنگش تأکید دارد؛ زیرا توجه به استانداردهای حمام‌های سم و اجرای پروتکل‌های علمی می‌تواند به طور قابل توجهی سلامت و بهره‌وری دام‌ها را افزایش دهد.

کلمات کلیدی: لنگش، حمام سم، بیماری‌های عفونی سم، شیوع لنگش، ابعاد حمام سم

مقدمه

لنگش یک عبارت برای بیان تظاهر بالینی اختلال حرکتی دام، بدون در نظر گرفتن علت آن است. اغلب موارد لنگش در گاو شیری با ضایعه‌ای دردناک در اندام حرکتی پشتی، به ویژه در ناحیه سم، همراه‌اند که منشأ عفونی یا غیرعفونی

لنگش یکی از مشکلات رایج و مهم در گاوهای شیری است که نه تنها تأثیرات عمیقی بر سلامت و رفاه حیوانات دارد، بلکه از جنبه اقتصادی نیز ضررهای زیادی به دامداران وارد می‌کند (Clarkson et al, 1996; Green et al, 2002).

* نویسنده مسئول: احمدرضا محمدنیا، دانشیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

E-mail: mohamadnia@um.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

گاوداری‌های صنعتی بین ۱۵ تا ۳۰ درصد متغیر است. شیوع لنگش در گله‌های ایالت ویسکانسین و بریتانیا به ترتیب ۳۳/۷ درصد و ۳۶/۸ درصد (Mohamadnia and Nejadi, 2019)، در انگلستان و ولز ۳۱/۶ درصد و در مطالعه‌ای جامع در ایران ۱۶/۵۲-۱۲ درصد، آمریکا ۵۵-۱۰ درصد، کانادا ۶۹-۰ درصد گزارش شده است (Faezi and Sangtarash, 2019). در برخی مطالعات این میزان با به کارگیری حمام‌های سم ارزیابی شده است. به طور مثال در مطالعه‌ای در کانادا شیوع لنگش در گاوداری‌های دارای حمام سم منظم حدود ۱۳/۲۸ درصد و در گاوداری‌های بدون حمام سم منظم حدود ۱۵/۳۰ درصد گزارش شده است (Ali et al, 2021). Nadi و همکاران (۲۰۲۰) پراکنش سایدگی پاشنه را ۱۳-۰، درماتیت انگشتی ۱۴۵-۰ و نکروباسیلوز بین‌انگشتی بین ۴۷-۰ مورد در هر ماه گزارش کردند که بیش‌ترین فراوانی درماتیت انگشتی و سایدگی پاشنه در بهار (به ترتیب ۸/۶۲ و ۰/۶۸ درصد) و نکروباسیلوز بین‌انگشتی در زمستان (۲/۷۹ درصد) ثبت شد. Mohamadnia و همکاران (۲۰۲۴) جراحات خط سفید را در ۷/۱۹ درصد از گاوها و زخم‌های کف سم را در ۹/۶۳ درصد از گاوها ثبت کرده بودند. بروز زخم‌های کف سم و همچنین جراحات خط سفید در پاییز بیش‌تر ثبت گردید.

از آن جایی که بهداشت ضعیف یکی از عوامل مستعد کننده مهم در تمام بیماری‌های سم است (Fjeldaas et al, 2014)، افزایش موازین بهداشتی تأثیر مستقیمی بر سلامت دام، کاهش هزینه‌های درمانی و افزایش بهره‌وری اقتصادی دارد. برای دستیابی به این هدف، استفاده از روش‌های متنوع و ترکیبی ضروری است. این روش‌ها شامل کودروبی منظم، شعله‌دهی کف محیط نگهداری دام‌ها و استفاده از حمام سم هستند. هر یک از این راهکارها به طور خاص بر کاهش عوامل بیماری‌زا و حفظ سلامت عمومی گله تمرکز دارند. در بین این روش‌ها، حمام سم به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی و کارآمد در کنترل و پیش‌گیری از لنگش‌های عفونی (Cook et al, 2012) به

داشته و بر تحرک، وضعیت بدنی و حتی رفتار گاو تأثیر منفی می‌گذارد (Archer et al, 2010). این عارضه در تمام سیستم‌های نگهداری گاو، از جمله سیستم‌های فری استال و بسته رخ دهد و به شکل مستقیم و غیرمستقیم تولید بهره‌وری گاوها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Green et al, 2002).

در گاوهای شیری، لنگش یکی از دلایل اصلی کاهش تولید شیر است و روی توانایی تولیدمثل، افزایش حذف دام و کاهش کیفیت شیر تأثیر می‌گذارد (Garvey, 2022). براساس مطالعات، لنگش تولید شیر را تا حدود ۲۰ درصد کاهش می‌دهد و هزینه‌های درمانی مرتبط با آن نیز به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (Cook and Nordlund, 2009). علاوه بر کاهش تولید، لنگش منجر به کاهش اشتهای گاو و در نتیجه کاهش وزن شده، که خود مشکلات دیگری در سلامتی دام‌ها به وجود می‌آورد. همچنین، دام‌های مبتلا به لنگش معمولاً کمتر به تغذیه دسترسی پیدا می‌کنند که منجر به کاهش مصرف انرژی و کاهش تولید شیر می‌شود (Cha et al, 2010).

علل لنگش به دو دسته عفونی و غیرعفونی تقسیم می‌شوند (Peek and Divers, 2018). عوامل غیرعفونی شامل ضایعات بافت شاخی، بیماری خط سفید، زخم‌های نواحی مختلف کف سم، خونریزی کف سم و هایپرپلازی بین انگشتی می‌شود، در حالی که عوامل عفونی دربرگیرنده درماتیت انگشتی، درماتیت بین‌انگشتی، سایدگی پاشنه و نکروباسیلوز بین انگشتی است (Nadi et al, 2020; Van Nuffel et al, 2015). لنگش عفونی به خصوص در سیستم‌های مدیریتی متراکم (Intensive) (Blowey, 2005) و گاوداری‌هایی که از استانداردهای بهداشتی پایین‌تری برخوردار هستند، شیوع بیش‌تری دارد (Cook, 2017a). این نوع لنگش به سرعت در گله گسترش یافته و کنترل آن نیازمند مدیریت دقیق و برنامه‌ریزی منظم است.

شیوع لنگش در گاوداری‌های مختلف بسته به شرایط مدیریتی، نوع سیستم نگهداری و وضعیت بهداشتی متغیر است. براساس مطالعات انجام شده، شیوع لنگش در

(۲۰۲۱) نشان دادند که طراحی مناسب و به کارگیری اصولی حمام سم باعث کاهش شیوع درماتیت انگشتی در گله‌های شیری می‌شود. از سوی دیگر در مطالعه‌ای در کانادا، طول ۳ متر، عمق ۱۵ سانتی‌متر و عرض ۷۵ سانتی‌متر با جنس استیل زنگ‌نزن و کف لاستیکی برای ساخت حمام سم توصیه شده (Solano et al, 2017) به گونه‌ای که استفاده از این ابعاد کمک شایانی به کاهش شیوع درماتیت انگشتی و جراحات جدید در گاوداری‌های این ایالت کرده است.

در بسیاری از مطالعات، ارتباط مثبتی بین استفاده از حمام سم و کاهش شیوع لنگش (Dendani-Chadi et al, 2020) به ویژه لنگش‌های عفونی مانند درماتیت انگشتی گزارش شده است. به عنوان مثال، در مطالعه‌ای که توسط Solano و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد، مشخص شد که اجرای طراحی مناسب حمام سم و بهبود مدیریت آن از طریق استانداردسازی بر اساس متون علمی، شیوع ضایعات درماتیت انگشتی فعال را کاهش می‌دهد. همچنین، سایر مطالعات نشان داده‌اند که علاوه بر طراحی مناسب حمام سم، استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده مؤثر مانند سولفات مس و فرمالدهید نیز نقش مهمی در کنترل لنگش دارند (Fjeldaas et al, 2014). اما به دلیل سرطان‌زا بودن فرمالین (Doane and Sarenbo, 2014) و خطرات زیست محیطی سولفات مس (Flemming and Trevors, 1989; Hoff et al, 1998) استفاده از این مواد تحت کنترل است و انتظار می‌رود در آینده‌ای نه چندان دور از دور خارج شده و موادی با سمیت پایین‌تر، ارزان‌تر و مؤثرتر تولید و در دسترس قرار گیرد (Safari Nikroo, 2022). با این حال، برخی از پژوهشگران همچنان بر این باورند که استفاده از حمام سم، به ویژه در صورت عدم رعایت صحیح پروتکل‌ها، ممکن است به عنوان یک عامل خطرزا برای تشدید برخی از انواع لنگش عمل کند (Safari Nikroo, 2022).

با توجه به اهمیت حمام سم در پیش‌گیری و کنترل لنگش و تأثیرات گسترده آن بر سلامت و بهره‌وری گاوهای شیری، هدف این مطالعه بررسی ساختار حمام‌های سم در گاوداری‌های شهرستان مشهد و گزارش شیوع لنگش در این گاوداری‌ها است. همچنین، در این مطالعه تلاش شده

ویژه درماتیت انگشتی (Ranjbar et al, 2020) جایگاه ویژه‌ای دارد. حمام سم نه تنها به کاهش شیوع بیماری‌های عفونی کمک می‌کند، بلکه از طریق حذف یا کاهش عوامل عفونی از سطح سم، به بهبود سلامت عمومی گله کمک می‌کند. حمام سم به طور کلی از حوضچه‌ای پر از محلول تشکیل شده که گاوها به طور منظم از آن عبور می‌کنند تا عوامل عفونی موجود کاهش یابد. این روش به دلیل سادگی و کارایی بالا در جلوگیری از گسترش عفونت‌های سم (Safari Nikroo, 2022)، به طور گسترده در گاوداری‌های صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Peek and Divers, 2018).

ساختار حمام سم به منظور اطمینان از تماس کامل هر سم با محلول اهمیت زیادی دارد (Safari Nikroo, 2022). حداقل طول ۳ متر، عرض ۶۰ سانتی‌متر و عمق ۲۵ سانتی‌متر از اولیه ترین این استانداردها است (Cook, 2017b; Kammel et al, 2019)، هر چند امروزه برای اطمینان از سه بار قرارگیری هر اندام در محلول حمام طول ۳/۵ متر عنوان شده است (Safari Nikroo, 2022). در طراحی حمام سم، باید به این نکته توجه شود که هر سم گاو حداقل دو تا سه بار در محلول ضدعفونی‌کننده غوطه‌ور شود تا اثرگذاری محلول افزایش یابد (Cook, 2017b; Kammel et al, 2019). علاوه بر این، جنس حمام سم نیز باید به گونه‌ای باشد که در برابر مواد ضدعفونی‌کننده مقاوم باشد و از جنس‌های استیل زنگ‌نزن یا پلاستیک مقاوم تهیه شود (Solano et al, 2017). زمان تعویض مایع ضدعفونی حمام بستگی به تعداد دام‌های عبوری و وضعیت بهداشتی دامداری دارد. در مطالعات مختلف، زمان تعویض حمام سم پس از عبور ۱۰۰ تا ۳۰۰ رأس گاو توصیه شده است (Cook, 2017; Vermeersch and Opsomer, 2019). اگر این زمان رعایت نشود، کارایی حمام سم در کنترل لنگش کاهش می‌یابد و احتمال انتقال عفونت در گله افزایش می‌یابد.

گزارش‌های مختلف نشان می‌دهند که استفاده از حمام سم در گاوداری‌ها با کاهش چشم‌گیر شیوع لنگش ارتباط دارد (Dendani-Chadi et al, 2020). Kalyoncu و همکاران

است تا ارتباط احتمالی بین استفاده از حمام سم و میزان شیوع لنگش بررسی شود.

مواد و روش کار

گاوداری‌هایی با بیش از ۱۰۰ رأس گاو دوشا در زمان مطالعه (اسفند ۱۳۹۹ تا اسفند ۱۴۰۰) مورد بررسی قرار گرفتند. انتخاب گاوداری‌ها بر اساس فهرست گاوداری‌های تعاونی گاوداران صنعتی انجام گرفت. این مطالعه با طرح مقطعی (Cross-sectional) انجام شد. تمام مراحل کار بدون مداخله و با در نظر گرفتن مسائل رفاه عمومی و آسایش دام صورت گرفت.

حرکت تمامی گاوها با دوربین گوشی موبایل شیائومی Mi 6 (دوربین دوگانه ۱۲+۱۲ مگاپیکسل) در زمان خروجی از شیردوشی ثبت شد. سپس به منظور تأیید توافق مشاهده‌گرها و استفاده از سیستم اسکورینگ قابل تکرار، حرکت یک نمونه ۵۰ رأسی از گاوها توسط دو نفر مشاهده‌گر با تجربه اسکوردهی شد و پس از ارزیابی میزان توافق بین دو مشاهده‌گر، باقی ارزیابی حرکتی توسط یک نفر مشاهده‌گر انجام گرفت. برای اسکوردهی از روش اسکور حرکتی تغییر یافته ۵ نقطه‌ای Sprecher و همکاران (۱۹۹۷) استفاده شد. در این تغییر به گاوها تنها در زمان راه رفتن امتیاز داده می‌شود (Mokhtarnazif et al, 2019). در این مطالعه مجموع اسکور حرکتی ۴ و ۵ مبنای لنگش درمانگاهی قرار گرفت.

وجود حمام سم، ابعاد آن، تعداد حمام‌های سم، نوع ماده ضدعفونی کننده آن، شیوهی تخلیه و دفعات تعویض مادهی ضد عفونی کننده ثبت گردید.

برای تأیید توافق مشاهده‌گرها در اسکور حرکتی از روش Cohen's weighted Kappa استفاده شد. پس از

اندازه‌گیری ابعاد حمام سم توزیع داده‌ها با استفاده از تست کلموگورف- اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) ارزیابی شد و در صورت نرمال بودن داده‌ها از one sample T test برای مقایسه ابعاد حمام سم با حداقل اندازه استاندارد استفاده شد. برای داده‌های غیرنرمال one sample Wilcoxon sign rank test مورد استفاده قرار گرفت. همبستگی بین وجود یا عدم وجود حمام سم در گاوداری با درصد اسکور حرکتی بالینی (اسکور ۴ و ۵) با استفاده از Spearman Correlation ارزیابی شد. سطح معنی‌داری برای تمامی تست‌ها $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

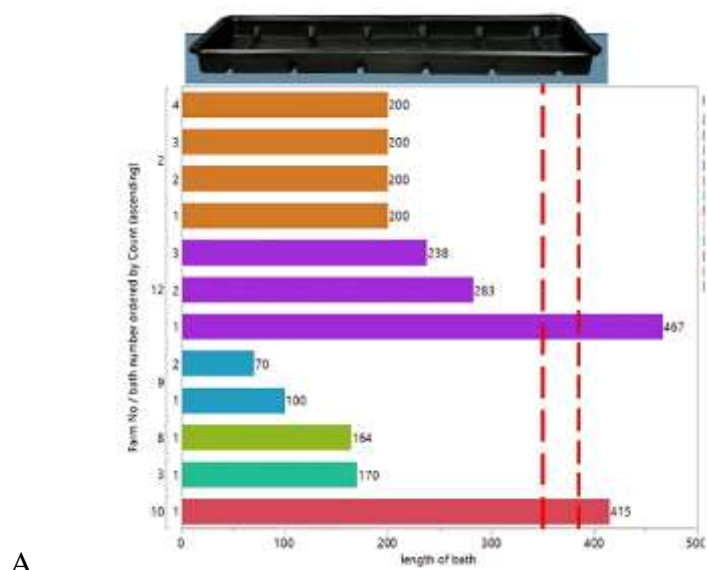
نتایج

از بین ۱۸ گاوداری ثبت شده در اتحادیه گاوداران صنعتی که دارای بیش از ۱۰۰ رأس دوشا بودند، تنها ۱۲ گاوداری در این مطالعه وارد شدند. سایر گاوداری‌ها به دلایلی مانند عدم همکاری و تعطیلی از پژوهش حذف شدند.

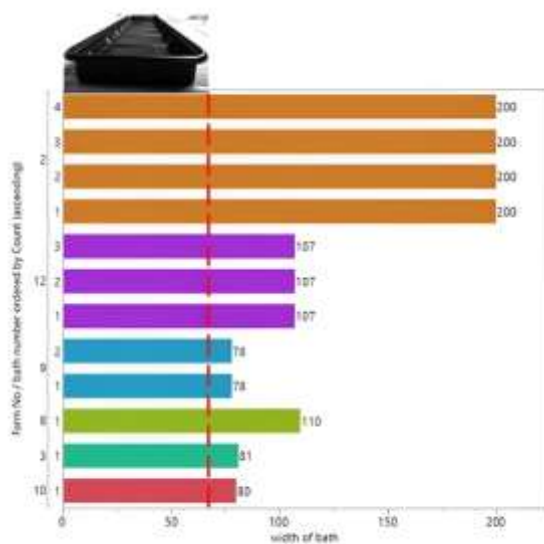
دوازده گاوداری از نظر تعداد رأس دوشا به دو گروه زیر ۲۰۰ رأس دوشا و بالای ۲۰۰ رأس دوشا تقسیم شدند. این گاوداری‌های از ۱۰۰ رأس تا ۱۹۲۴ رأس دام دوشا داشته و ۵۰ درصد از این واحدها (۶ واحد از ۱۲ واحد) بیش از ۲۰۰ رأس گاو دوشا داشت. آخرین میانگین تولید متوسط روزانه این دامداری‌ها ۳۵/۰۶ لیتر گزارش شد. ۴۱/۶۶ درصد از این واحدها (۵ گاوداری از ۱۲ واحد) جمع تولید روزانه را بیش از ۱۰۰۰۰ لیتر اعلام کردند. از بین گاوداری‌های مورد مطالعه تنها ۶ گاوداری دارای حمام سم بودند که ویژگی‌های ابعاد آن‌ها در Figure 1 به تفکیک زیر ۲۰۰ رأس و بالای آن و Table 1 به شکل میانگین در تمام گاوداری‌ها نشان داده شده است.

Table 1: Anatomical characteristics of footbaths in the farms under study

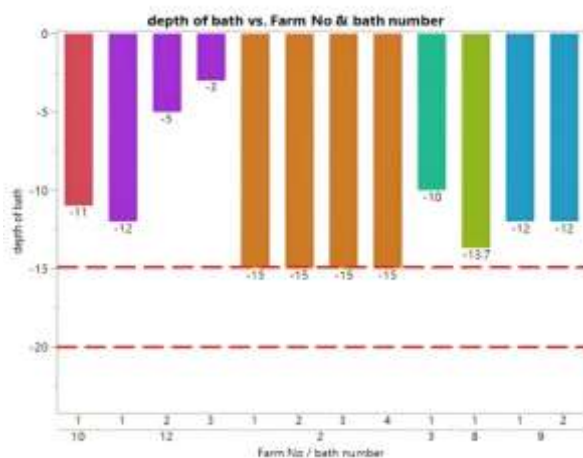
	Mean ± Standard Deviation	Maximum, Minimum
Length	225.61±115.61	467, 70
Width	128.96 ±53.85	200, 78
Depth	11.55±3.94	15, 3
Count	2±1.26	4, 1



A



B



C

*- - - -:Standard

Figure 1: Length, width, and depth of the footbaths (cm) in comparison with the standard size in farms with footbaths (A: Length, B: Width, C: Depth).

نوع ماده ضدعفونی کننده، زمان تعویض آن و شیوه تخلیه حمام‌های سم در همه حمام‌های سم موجود بدون توجه به نوع آن در کل گاوداری‌ها در Table 2 نشان داده شده است.

طول ۱۶۴/۴ در گروه زیر ۲۰۰ رأس و ۷۰ سانتی‌متر در گروه بالای ۲۰۰ رأس و عمق ۳ سانتی‌متر در گروه بالای ۲۰۰ رأس که خارج از محدوده استاندارد برای حمام سم می‌باشند، در این یافته‌ها جلب توجه می‌کند.

Table 2: Management characteristics of the footbaths in farms under study

		Frequency	Frequency Percentage
Bath	Disinfectant	3	25
	Empty	5	41.66
	Water	4	33.33
Solution Change Time	Every other day	4	57.17
	Every day	3	42.85
Discharge Location	Well / Pit	10	88.33
	No system	2	16.66

گاوداری‌ها در سطح گاو ۱۴/۵ درصد (دامنه بین ۶ تا ۲۷/۳ درصد) ثبت شده است. میانگین \pm انحراف معیار اسکور حرکتی در کل گاوداری‌ها $1/11 \pm 2/04$ بوده است که در ۳۳/۳۳ درصد از گاوداری‌ها (۴ واحد) میانگین اسکور حرکتی از میانگین کلی بیش‌تر بوده است و ۷۵ درصد این واحدها (۳ واحد از ۴ واحد) دارای حمام سم بوده‌اند.

طول حمام‌های سم اندازه‌گیری شده به شکل معنی‌داری از عدد استاندارد ۳۵۰ سانتی‌متر در کل گاوداری‌ها کم‌تر بود (one sample Wilcoxon sign rank test, p) value=0.007). همچنین میانه عرض حمام سم در کل گاوداری‌ها به شکل معنی‌داری از عدد استاندارد ۶۰ سانتی-متر بیش‌تر بود (one sample Wilcoxon sign rank test, p) value=0.002 (Figure 1) نتایج مقایسه عمق حمام‌های سم در کل گاوداری‌ها با حداقل عدد استاندارد ۱۵ سانتی‌متر نشان داد ابعاد اندازه‌گیری شده با این عدد تفاوت معنی‌دار دارند (one sample T test, p) value=0.012 (Figure 1). همبستگی معنی‌داری بین وجود یا عدم وجود حمام سم و درصد لنگش بالینی (اسکور ۴ و ۵) در دامداری یافت نشد (Spearman's rho, P value=1.00) (Table 3).

در ۱۲ حمام موجود در گروه‌های مورد مطالعه سیمان ساختار اصلی تشکیل دهنده آن‌ها بود اما در ۵ حمام علاوه بر سیمان از آجر یا فلز نیز در ساختار حمام استفاده شده بود. همچنین دو حمام فاقد سیستم تخلیه بودند (یک حمام در گروه زیر ۲۰۰ رأس و یک حمام در گروه بالای ۲۰۰ رأس) و سایرین از چاه برای تخلیه حمام استفاده می‌کردند. حمام سم در گاوداری‌های زیر ۲۰۰ رأس و در ۳۰ درصد از گاوداری‌های بالای ۲۰۰ رأس در زمان ثبت اطلاعات خالی بوده و کارگران آن از نحوه استفاده از آن اطلاع دقیقی نداشته‌اند (زمان تعویض ماده ضدعفونی ذکر نشده است). همچنین در ۴۰ درصد از حمام‌های گروه بالای ۲۰۰ رأس فقط از آب برای پر کردن حمام استفاده می‌شده است (Table 2).

برای ارزیابی توافق در اسکور حرکتی و اطمینان از قابل تکرار بودن روش اسکوردهی توافق ارزیابی حرکتی بین دو مشاهده‌گر مورد بررسی قرار گرفت. میزان توافق بین دو فرد (۹۵ درصد، ۶۶/۵-۹۸/۳ درصد: CI) ۸۲/۴ درصد ارزیابی شد (Cohen's weighted Kappa, P<0/01). درصد فراوانی گاوهای لنگ با اسکورهای ۴ و ۵ در کل

Table 3: Footbath usage and locomotion characteristics at the farm level

	Farm Number	Group	Percentage of Scores 4 & 5	Locomotion Score Median (Third Quartile, First Quartile)
Without Footbath*	1	Over 200 head	27.3	2 (1, 4)
	4	Under 200 head	14.9	2 (1, 3)
	5	Under 200 head	6	2 (1, 2)
	6	Under 200 head	10.1	2 (1, 3)
	7	Under 200 head	6	2 (1, 2)
	10	Under 200 head	12.6	2 (1, 3)
	Average of Scores 4 & 5		12.81	
With Footbath	2	Over 200 head	15.1	2 (1, 3)
	3	Over 200 head	13.5	2 (1, 3)
	8	Under 200 head	5.7	2 (1, 2)
	9	Over 200 head	17.4	2 (1, 3)
	11	Over 200 head	8.1	2 (1, 2)
	12	Over 200 head	10	2 (1, 3)
	Average of Scores 4 & 5		11.63	

*No significant difference between group and bath were recorded ($P>0.05$).

بحث

لنگش بسته به تعداد تغییرات رفتاری مورد استفاده برای طبقه‌بندی گاو به عنوان لنگ، از ۶ تا ۷۴ درصد متغیر است (Gibbons et al, 2014). در گله‌های ایالت ویسکانسین و بریتانیا شیوع لنگش به ترتیب ۳۳/۷ درصد و ۳۶/۸ درصد گزارش شده است (Mohamadnia and Nejati, 2019). در انگلستان و ولز، این میزان ۳۱/۶ درصد و در گاوداری‌های صنعتی ایران، حدود ۱۲ درصد تا ۱۶/۵۲ درصد متغیر گزارش شده است. در آمریکا و کانادا نیز میزان شیوع لنگش به ترتیب بین ۱۰ درصد تا ۵۵ درصد و ۰ درصد تا ۶۹ درصد گزارش شده است (Faezi and Sangtarash, 2019). این مقادیر نشان دهنده گستردگی این مشکل در گاوداری‌های مختلف است و لزوم توجه بیشتر به شیوه‌های مدیریت و کنترل این عارضه را برجسته می‌سازد. در مطالعه حاضر، شیوع لنگش با استفاده از روش ویدئو اسکورینگ ارزیابی شد. میانگین اسکور حرکتی در گاوداری‌های مورد بررسی ۲/۱۱±۰/۴ بود که ۳۳/۳ درصد از گاوداری‌ها (۴ واحد) اسکور حرکتی بالاتر از میانگین کلی داشتند. همچنین، درصد فراوانی گاوهای لنگ با اسکورهای ۴ و ۵ در کل گاوداری‌ها ۱۴/۵ درصد (دامنه ۶

لنگش عارضه‌ای دردناک و پیچیده است که خسارت‌های اقتصادی قابل توجهی از طریق کاهش تولید شیر، کاهش طول عمر، کاهش عملکرد تولیدمثلی و کاهش رفاه گاوها ایجاد می‌کند (Jewell et al, 2019; Moreira et al, 2020; Oehm et al, 2019). این عارضه، به ویژه زمانی که با بیماری‌های عفونی سم همراه باشد، به یکی از چالش‌های بزرگ در مدیریت گله‌های شیری تبدیل می‌شود و خسارت‌های موجود را تشدید می‌کند (Archer et al, 2010). با این وجود، دامداران اغلب شیوع و شدت لنگش را دست‌کم می‌گیرند (Barkema et al, 1994). در بسیاری از گاوداری‌های شیری تجاری، شیوع لنگش بسیار گسترده است. مطالعات انجام شده در آمریکای شمالی نشان می‌دهد که بین ۱۵ تا ۵۵ درصد گاوهای شیری ممکن است در یک گله دچار لنگش شوند (von Keyserlingk et al, 2012; Westin et al., 2016). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که شیوع لنگش در گاوداری‌های صنعتی بسته به منطقه، نوع تأسیسات، سیستم شیردوشی و معیارهای مورد استفاده برای تشخیص لنگش متغیر است. برای مثال، در ارزیابی با روش امتیازدهی لنگش در استال (SLS)، شیوع

فراهم می‌کند. اگرچه در این روش نیز تجربه ارزیاب‌ها نقش کلیدی در دقت نتایج دارد، اما محدودیت‌های ناشی از تغییر شرایط محیطی و زاویه دید به حداقل می‌رسد (Garcia et al, 2015). در نتیجه نتایج حاصل از مطالعه حاضر از دقت کافی برخوردارند و نشان می‌دهند که اگرچه شیوع لنگش در گاوداری‌های مورد بررسی در مقایسه با برخی گزارش‌های جهانی پایین‌تر است، اما توزیع اسکورها و وجود موارد شدید به وضوح نیاز به بهبود در مدیریت و اقدامات کنترلی را برجسته می‌کند.

حمام سم به عنوان یکی از ابزارهای مهم در پیش‌گیری و کنترل بیماری‌های عفونی سم، نقشی کلیدی در کاهش شیوع لنگش ایفا می‌کند. طبق استانداردهای توصیه شده، حمام سم باید دارای طول حداقل ۳/۵ متر، عرض ۶۰ سانتی‌متر و عمق ۱۵ سانتی‌متر باشد (Murray et al, 1996). این ابعاد به گونه‌ای طراحی شده‌اند که اطمینان حاصل شود هر سم گاو حداقل دو بار در محلول ضدعفونی‌کننده غوطه‌ور شود و تمامی قسمت‌های سم به خوبی ضدعفونی شوند (Murray et al, 1996). با این حال، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که در بسیاری از گاوداری‌ها، ابعاد حمام سم با این استانداردها مطابقت ندارد. به عنوان مثال، Mohamadnia و Nejadi (۲۰۱۹) با توجه به نتایج کالیف و همکاران اشاره کردند که حمام‌های سم با طول کم‌تر از حد استاندارد باعث کاهش کارایی حمام سم در ضدعفونی سم‌ها می‌شود. همچنین، این مطالعه نشان داد که عرض و عمق حمام‌های سم نیز در برخی از گاوداری‌ها کم‌تر از مقادیر استاندارد است (Figure 1). در مطالعه دیگری که در کانادا انجام شده است، مشخص شد که در گاوداری‌های دارای حمام سم سنتی، ابعاد حمام‌ها به طور میانگین کم‌تر از حد استاندارد بوده که منجر به افزایش شیوع بیماری‌های عفونی سم شده است. این تفاوت در ابعاد باعث کاهش تماس کامل سم گاو با محلول ضدعفونی‌کننده می‌شود (Cook, 2017b). همچنین، در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۸ انجام شد، مشخص شد که حمام‌های کوچک به علت اشباع شدن سریع با مواد آلوده، میزان هدررفت محلول

درصد تا ۲۷/۳ درصد) و درصد فراوانی گاوهایی با اسکور ۳، ۴ و ۵ برابر با ۲۸/۸ درصد بود. شیوع لنگش در مطالعه حاضر نسبت به برخی مناطق جهان، به ویژه گاوداری‌های صنعتی کشورهای پیشرفته، پایین‌تر است. این تفاوت ممکن است به دلایل مختلفی از جمله تفاوت در مقیاس گاوداری‌ها، شرایط مدیریتی، شیوه‌های نگهداری و معیارهای مورد استفاده برای تشخیص لنگش باشد. برای مثال، در برخی از سیستم‌های امتیازدهی، اسکور ۳ به عنوان لنگش محسوب می‌شود، در حالی که در سیستم‌های دیگر این اسکور جزو لنگش در نظر گرفته نمی‌شود. با این حال، باید توجه داشت که اصولاً وجود گاوهایی با اسکور ۵ در گله‌های شیری نشان‌دهنده ضعف جدی در مدیریت و شرایط بهداشتی است و حتی مقادیر اندک نیز می‌تواند بیان‌گر چالش‌های عمده در نگهداری باشد. علاوه بر این، تفاوت در شیوه‌های مدیریتی گاوداری‌های کوچک در مقایسه با گاوداری‌های صنعتی نیز می‌تواند در این اختلافات نقش داشته باشد. گاوداری‌های کوچک‌تر ممکن است به دلیل تعداد کم‌تر دام و ارتباط نزدیک‌تر دامداران با گاوها، شرایط بهتری برای تشخیص و مدیریت لنگش ارائه دهند. در نتیجه ممکن است این شیوع برای گاوداری‌های مورد مطالعه که نسبت به گاوداری‌های صنعتی مقیاس کوچک‌تری دارند عدد بزرگی باشد.

استفاده از روش ویدئو اسکورینگ در این مطالعه، علی‌رغم محدودیت‌هایی که دارد، به عنوان روشی قابل‌اعتماد برای ارزیابی لنگش به کار گرفته شده است (Garcia et al, 2015). یکی از چالش‌های اصلی در ارزیابی لنگش، عدم امکان دستیابی به شرایط کاملاً یکسان در محیط گاوداری است. در محیط‌های واقعی، عواملی مانند فشار و ازدحام گاوها، شرایط نامساعد کف و محدودیت‌های فضایی بر نتایج تأثیر می‌گذارند. این شرایط باعث می‌شود که مشاهده دقیق و تکرارپذیری ارزیابی دشوار باشد، زیرا ارزیاب‌ها نمی‌توانند از یک زاویه مشخص به طور هم‌زمان گاوها را ارزیابی کنند. روش ویدئو اسکورینگ، با حذف این عوامل محیطی، امکان مشاهده دقیق‌تر و تکرارپذیر را

حد استاندارد بوده است. به ویژه، میانگین عمق ۱۱/۴ سانتی متری حتی از حداقل عمق توصیه شده ۱۵ سانتی متر نیز کم تر بوده که به طور مستقیم بر کارایی حمام سم تأثیر خواهد داشت (Murray et al, 1996). تفاوت های مشاهده شده در این مطالعه ممکن است منجر به کاهش اثربخشی ضد عفونی کنندگی حمام سم منجر شده و در نتیجه احتمال افزایش شیوع لنگش و بیماری های عفونی سم در گاوداری های مورد بررسی را افزایش دهد (Cook, 2017b; Murray et al, 1996). عدم پوشش کافی سم توسط محلول ضد عفونی کننده باعث گسترش عفونت های سم خواهد شد (Murray et al, 1996; Solano et al, 2015). به گونه ای که گاوداری هایی با حمام های کوچک تر، به علت اشباع سریع محلول و عدم تعویض به موقع آن، بیش تر در معرض خطر شیوع لنگش قرار داشتند (Solano et al, 2015).

در مطالعه حاضر، شیوع لنگش در گاوداری هایی که دارای حمام سم با ابعاد کم تر از استاندارد بودند، به میزان بالاتری گزارش شد. به طور کلی، میانگین اسکور حرکتی در گاوداری ها $2/04 \pm 11/1$ بود و در $33/3$ درصد از گاوداری ها (یعنی ۴ واحد)، میانگین اسکور حرکتی از میانگین کلی بیش تر بود (Table 3). از این چهار گاوداری، سه گاوداری دارای حمام سم بودند، با این حال، همبستگی معنی داری بین وجود یا عدم وجود حمام سم و درصد لنگش بالینی (اسکور ۴ و ۵) یافت نشد. این مسئله ممکن است به دلیل حجم کم نمونه و تنوع زیاد در اندازه و مدیریت حمام سم باشد (Mohamadnia and Nejati, 2019).

نتایج این مطالعه نشان می دهد که ابعاد غیر استاندارد حمام سم می تواند یکی از دلایل افزایش شیوع لنگش در گاوداری ها باشد (Cook, 2017b; Murray et al, 1996). همان طور که پیش تر اشاره شد، حمام های با ابعاد کوچک تر نمی توانند به خوبی سم گاوها را ضد عفونی کنند و این مسئله می تواند منجر به گسترش عفونت های سم و در نهایت افزایش شیوع لنگش شود (Murray et al, 1996; Ariza et al, 2019; College of Agriculture, 2020).

تفاوت در ابعاد حمام سم با استانداردهای توصیه شده، عواقب جدی برای سلامت سم گاوها و بهره وری اقتصادی دامداری ها دارد. یکی از مهم ترین تأثیرات این تفاوت ها، کاهش کارایی حمام سم در پاک سازی و ضد عفونی سم است (Murray et al, 1996). هنگامی که طول یا عمق حمام سم کم تر از استاندارد باشد، سم ها به طور کامل در محلول ضد عفونی کننده غوطه ور نمی شوند و بخش هایی از سم به خوبی ضد عفونی نمی شوند (Cook et al, 2012; Murray et al, 1996) که منجر به گسترش سریع بیماری های عفونی از جمله درماتیت انگشتی در گله می شود (Murray et al, 1996; Solano et al, 2015).

همچنین، در حمام هایی که عرض کافی ندارند، گاوها ممکن است نتوانند به خوبی از آن عبور کنند که باعث استرس در گله شده و بر عملکرد تولیدی و تولید مثلی گاوها تأثیر منفی می گذارد (Murray et al, 1996). از سوی دیگر، حمام های کوچک تر به سرعت با مواد آلوده اشباع شده و محلول ضد عفونی کننده باید به شکل مکرر تعویض گردد (Solano et al, 2015) که منجر به افزایش هزینه های مربوط به مصرف مواد ضد عفونی کننده، در صورت عدم تعویض به موقع کاهش اثربخشی در پیش گیری از بیماری های عفونی و در نهایت افزایش مشکلات زیست محیطی شود (Solano et al, 2015). افزون بر این در حمام هایی که عمق کم تری دارند، محلول ضد عفونی کننده ممکن است به خوبی به تمامی نواحی سم نرسد و احتمال مقاومت باکتری ها و گسترش بیش تر بیماری های عفونی را افزایش خواهد داد (Murray et al, 1996; Solano et al, 2015).

در مطالعه حاضر، ابعاد حمام سم در گاوداری های مورد بررسی به طور قابل توجهی با استانداردهای توصیه شده متفاوت بود (Figure 1, Table 1). این ارقام نشان می دهد که طول و عمق حمام سم در بیش تر گاوداری ها کم تر از

حمام سم در پیش‌گیری از لنگش، توصیه می‌شود که دامداران به استانداردهای ساختاری حمام سم توجه بیش‌تری داشته باشند و ابعاد مناسب و مدیریت صحیح آن را در برنامه‌های کنترلی خود مدنظر قرار دهند. همچنین باید از استفاده صحیح از حمام‌های سم آگاه شوند و بدانند موفق بودن برنامه‌ی حمام سم بسته به مجموعه‌ای از عوامل (طراحی یک حمام با ابعاد، جنس و ساختار مناسب، تعویض به موقع محلول حمام، استفاده از محلول خوب، با کیفیت و دمای مناسب، مداومت بر روی برنامه و رها نکردن آن در میانه دوره درمان) وابسته است و به تنهایی یک عارضه را ریشه کن نخواهد کرد و باید حتما موارد مدیریتی، بهداشتی، محیطی و ... را بهبود بخشید تا میزان لنگش در گله به حداقل رسانده شود.

(Solano et al, 2015). بنابراین، یکی از عوامل کلیدی در کاهش شیوع لنگش، استفاده از حمام‌های سم با ابعاد استاندارد و مدیریت صحیح آن‌هاست (Murray et al, 1996).

ابعاد حمام سم در گاوداری‌های مورد بررسی با استانداردهای توصیه شده تفاوت‌های قابل توجهی داشت. این تفاوت‌ها، به ویژه در طول و عمق حمام سم، منجر به کاهش کارایی حمام در کنترل و پیش‌گیری از بیماری‌های عفونی سم می‌شود و در نتیجه شیوع لنگش را افزایش دهد (Cook, 2017b; Murray et al, 1996). با این حال به دلیل حجم کوچک نمونه و تنوع زیاد در اندازه و مدیریت حمام، این عوامل را نمی‌توان به عنوان عوامل خطر مستقیم لنگش تعیین نمود و باید پایه‌های روشن و قابل درکی برای مدیریت حمام سم ایجاد شود. با توجه به اهمیت بالای

تشکر و قدردانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از اتحادیه گاوداران مشهد، شرکت آسایش مهران ایرانیان (آما) و گاوداران مشهد، همچنین آقای جواد چیداز، آقای سپهر باقری و خانم آمنه قلیپور که در انجام کارهای عملی و تحلیلی مطالعه حاضر همکاری کردند، سپاسگزاری نمایند.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

منابع مالی

منابع مالی این تحقیق توسط نویسندگان تأمین شده و هیچ گرنت یا حمایت خارجی دریافت نشده است.

منابع

Ali, S., Avais, M., Durrani, A. Z., Ashraf, K., Jabeen, S., Hameed, S., ..., & Ahmad, I. (2021). Prevalence and Associated Risk Factors of Lameness in Cows at Commercial Dairy Herds in Punjab, *Pakistan Journal of Zoology*, 53(5).

Archer, S., Bell, N., & Huxley, J. (2010). Lameness in UK dairy cows: a review of the current status. *In Practice*, 32(10), 492-504 .

Ariza, J., Bareille, N., Oberlé, K., & Guatteo, R. (2019). Current recommendations for footbath solutions renewal rates in dairy cattle: the need for adaptation? *Animal*, 13(6), 1319-1325.

Barkema, H., Westrik, J., Van Keulen, K., Schukken, Y., & Brand, A. (1994). The effects of lameness on reproductive performance, milk production and culling in Dutch dairy farms. *Preventive veterinary medicine*, 20(4), 249-259 .

- Blowey, R. (2005) Preventing and treating lameness. *Advances in Dairy Technology*, 17, 125-135 .
- Cha, E., Hertl, J., Bar, D., & Gröhn, Y. (2010). The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Preventive veterinary medicine*, 97(1), 1-8.
- Clarkson, M., Downham, D., Faull, W., Hughes, J., Manson, F., Merritt, J., . . . Ward, W. (1996). Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Veterinary Record*, 138(23), 563-567 .
- College of Agriculture, F. a. R. E. (2020). Effective Footbathing of Dairy Cows, *College of Agriculture, Food and Rural Enterprise*. 2020: P 17-27.
- Cook, N. B. (2017a). Lameness in dairy cows: A welfare and economic issue. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7411-7421 .
- Cook, N. B. (2017b). A review of the design and management of footbaths for dairy cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 33(2), 195-225.
- Cook, N. B., & Nordlund, K. V. (2009). The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *The Veterinary Journal*, 179(3), 360-369 .
- Cook, N. B., Rieman, J., Gomez, A., & Burgi, K. (2012). Observations on the design and use of footbaths for the control of infectious hoof disease in dairy cattle. *The Veterinary Journal*, 193(3), 669-673.
- Dendani-Chadi, Z., Saidani, K., Dib, L., Zeroual, F., Sammar, F., & Benakhla, A. (2020). Univariate associations between housing, management, and facility design factors and the prevalence of lameness lesions in fourteen small-scale dairy farms in Northeastern Algeria. *Veterinary world*, 13(3), 570.
- Doane, M., & Sarenbo, S. (2014). Exposure of farm laborers and dairy cattle to formaldehyde from footbath use at a dairy farm in New York State. *Science of the total environment*, 487, 65-71 .
- Faezi, M., & Sangtarash, R. (2019). Epidemiology of lameness; economic importance, prevalence and incidence. *Eltiam*, 11(2), 14 . (In Persian)
- Fjeldaas, T., Knappe-Poindecker, M., Bøe, K., & Larssen, R. (2014). Water footbath, automatic flushing, and disinfection to improve the health of bovine feet. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 2835-2846 .
- Flemming, C., & Trevors, J. (1989). Copper toxicity and chemistry in the environment: a review. *Water, air, and soil pollution*, 44, 143-158 .
- Garcia, E., König, K., Allesen-Holm, B., Klaas, I., Amigo, J., Bro, R., & Enevoldsen, C. (2015). Experienced and inexperienced observers achieved relatively high within-observer agreement on video mobility scoring of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4560-4571 .
- Garvey, M. (2022). Lameness in dairy cow herds: disease aetiology, prevention and management. *Dairy*, 3(1), 199-210 .
- Gibbons, J., Haley, D. B., Cutler, J. H., Nash, C., Heyerhoff, J. Z., Pellerin, D . . . ,Rushen, J. (2014). A comparison of 2 methods of assessing lameness prevalence in tiestall herds. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 350-353 .
- Green, L., Hedges, V., Schukken, Y., Blowey, R., & Packington, A. (2002). The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2250-2256 .
- Hoff, B., Boermans, H. J., & Baird, J. D. (1998). Retrospective study of toxic metal analyses requested at a veterinary diagnostic toxicology laboratory in Ontario (1990-1995). *The Canadian Veterinary Journal*, 39(1), 39 .
- Jewell, M., Cameron, M., Spears, J., McKenna, S., Cockram, M., Sanchez, J., & Keefe, G. (2019). Prevalence of lameness and associated risk factors on dairy farms in the Maritime Provinces of Canada. *Journal of Dairy Science*, 102(4), 3392-3405 .
- Kalyoncu, O., Gürdal, E., Özturan, Y. A., & İbrahim, A. (2021). The Effects of Footbath Management on Digital Dermatitis Distribution. *Animal Health Production and Hygiene*, 10(2), 52-57 .
- Kammel, D. W., Burgi, K., & Lewis, J. (2019) . Design and management of proper handling systems for dairy cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 35(1), 195-227 .
- Mohamadnia, A., Azizzade, M., & Nadi, P. (2024). Evaluation of Claw Horn Lesions frequency in some dairy herds of Iran. *Iranian Journal of Veterinary Clinical Sciences*, 17(2), 19-27 . (In Persian)
- Mohamadnia, A., & Nejati, A. (2019). Lameness, an ongoing threat to dairy farms. *Eltiam*, 11(2), 1 . (In Persian)
- Mokhtarnazif, S., & Faezi, M. (2019). Locomotion biomechanics and scoring in dairy farms. *Eltiam*, 6(2), 55-77. (In Persian)

- Moreira, T. F., Nicolino, R. R., Meneses, R. M., Fonseca, G. V., Rodrigues, L. M., Facury Filho, E. J., & Carvalho, A. U. (2019). Risk factors associated with lameness and hoof lesions in pasture-based dairy cattle systems in southeast Brazil. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 10369-10378 .
- Murray, R., Downham, D., Clarkson, M., Faull, W., Hughes, J., Manson, F., . . . Ward, W. (1996). Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. *Veterinary Record*, 138(24), 586-591 .
- Nadi, P., Aizadeh, M., & Mohammadnia, A. R. (2020). Evaluation of the frequency of hoof injuries in Iran dairy cattle. *Journal of Veterinary Research*, 75 (4) (In Persian)
- Oehm, A. W., Jensen, K. C., Tautenhahn, A., Mueller, K.-E., Feist, M., & Merle, R. (2020). Factors associated with lameness in tie stall housed dairy cows in South Germany. *Frontiers in veterinary science*, 7, 601640 .
- Peek, S. F & ,Divers, T. J. (2018). *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle-E-Book (3rd ed): Elsevier Health Sciences.*
- Ranjbar, S., Rabiee, A. R., Ingenhoff, L., & House, J. K. (2020). Farmers' perceptions and approaches to detection, treatment and prevention of lameness in pasture-based dairy herds in New South Wales, Australia. *Australian veterinary journal*, 98(6), 264-269 .
- Safari Nikroo, K. (2022). Local care of the hooves (Footbath application). *Eltiam*, 15(2), 73 . (In Persian)
- Solano, L., Barkema, H., Pajor, E., Mason, S., LeBlanc, S., Heyerhoff, J. Z., . . . Pellerin, D. (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 6978-6991 .
- Solano, L., Barkema, H., Pickel, C., & Orsel, K. (2017). Effectiveness of a standardized footbath protocol for prevention of digital dermatitis. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 1295-1307 .
- Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB. (1997) A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*;47(6):1179-87.
- Van Nuffel, A., Zwervaegher, I., Pluym, L., Van Weyenberg, S., Thorup, V. M., Pastell, M., . . . Saeys, W. (2015). Lameness detection in dairy cows: Part 1. How to distinguish between non-lame and lame cows based on differences in locomotion or behavior. *Animals*, 5(3), 838-860 .
- Vermeersch, A.-S., & Opsomer, G. (2019). Digital dermatitis in cattle, part II: treatment ,prevention and link with other treponemal diseases. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 88(5), 259-267 .
- von Keyserlingk, M. A., Barrientos, A., Ito, K., Galo, E., & Weary, D. M. (2012). Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7399-7408 .
- Westin, R., Vaughan, A., De Passillé, A., DeVries, T., Pajor, E., Pellerin, D., . . . Rushen, J. (2016) . Cow-and farm-level risk factors for lameness on dairy farms with automated milking systems. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3732-3743 .

Received: 17.01.2025

Accepted: 09.03.2025

بررسی اثر لوامیزول بر برخی فاکتورهای استرس اکسیداتیو در لاکپشت‌های خزری

محمدرضا یوسفی^۱ و سارا ذبیحی^{۲*}

^۱ دانشیار گروه انگل‌شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل، بابل، ایران
^۲ دانشجوی دکتری تخصصی کلینیکال پاتولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۹

چکیده

علم دامپزشکی تا کنون بیش‌تر بر مطالعه حیوانات اهلی متمرکز بوده است، در حالی که خزندگان، به ویژه لاکپشت‌ها، کم‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این در حالی است که امروزه استفاده از خزندگان، به خصوص لاکپشت‌ها، به عنوان حیوان خانگی و در محیط‌های آزمایشگاهی رو به افزایش است. با توجه به اثبات بیماری‌زایی و وجود انگل در این حیوانات، اتخاذ رویکردهای درمانی مناسب برای آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به سمیت آیورمکتین و مقاومت نامتودها به فنبندازول در لاکپشت‌ها، لوامیزول داروی ضدانگل انتخابی در این حیوانات می‌باشد. این مطالعه با هدف ارزیابی اثر لوامیزول با دوز ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن به صورت تزریق وریدی و زیرپوستی بر برخی فاکتورهای استرس اکسیداتیو در لاکپشت‌های خزری انجام شد. مطالعه حاضر بر روی ۲۷ لاکپشت خزری با میانگین وزنی ۱/۰۹ کیلوگرم در ۳ گروه انجام شد. گروه اول لوامیزول را به صورت تزریق وریدی، گروه دیگر به صورت زیرپوستی و گروه سوم گروه شاهد بودند. خون‌گیری در ۷ زمان مختلف در طول ۲۴ ساعت در بازه‌های زمانی ۰/۵، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از تجویز دارو صورت گرفت. نتایج نشان داد میزان فاکتور مالون‌دی‌آلدئید و آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در سرم لاکپشت‌های تیمار شده با لوامیزول داخل وریدی و زیر جلدی در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار دارند. در حالی که ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی گروه‌های دریافت‌کننده دارو در مقایسه با گروه کنترل، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد که نشان‌دهنده توازن کلی وضعیت اکسیدان و آنتی‌اکسیدان است و می‌توان آن را از اثرات مثبت مصرف این دارو در لاکپشت‌های خزری در نظر گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان‌گر تأثیر کارآمد لوامیزول به عنوان داروی ضدانگل و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بوده که به کاهش استرس اکسیداتیو کمک می‌کند.

کلمات کلیدی: لوامیزول، استرس اکسیداتیو، لاکپشت، انگل

مقدمه

(Testudines) یا لاکپشت‌ها هستند. طی سال‌ها تغییرات و سازگاری‌هایی که در این موجودات به وجود آمده آن‌ها از خطر انقراض نجات یافتند. امروزه شاهد افزایش مراجعه

رده خزندگان پیشرفته به طور کلی به ۴ راسته مختلف تقسیم می‌شود که هر کدام ویژگی‌ها و مورفولوژی متمایز خود را دارند. یکی از این ۴ دسته تستودین‌ها

* نویسنده مسئول: سارا ذبیحی، دانشجوی دکتری تخصصی کلینیکال پاتولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

E-mail: dr.sara.zabih98@gmail.com



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

متعددی در سلامت حیوان را دارند (Machin, 2015). نماتودهای متعددی در لاک‌پشت خزری شناسایی شده است که از جمله این نماتودهای شناسایی شده در ایران می‌توان به *Serpinema microcephalum* Falcaustra, *Oxyuridae sp*, *Telorchis sp* اشاره نمود (Youssefi et al, 2016).

لوامیزول یک داروی ضد انگل وسیع‌الطیف است که در درمان نماتودهای تنفسی و گوارشی در انسان و حیوانات کاربرد دارد (Sajid et al, 2006). برای درمان بسیاری از نماتودها در گاو، گوسفند، بز، پرندگان و خزندگان از لوامیزول استفاده می‌شود. لوامیزول در برابر نماتودهای شیردان، روده کوچک، روده بزرگ و ریه گاو و گوسفند تأثیر به‌سزایی دارد ولی در مقابل اشکال نابالغ انگل‌ها کم‌تر مؤثر است (Plumb, 2018). همچنین لوامیزول دارای اثر تقویت سیستم ایمنی در انسان و حیوانات می‌باشد (Symoens & Rosenthal, 1977). از همان ابتدای استفاده بالینی از لوامیزول، متوجه شدند که این دارو علاوه بر از بین بردن کرم‌ها، اثرات مفیدی بر مکانیسم‌های دفاعی میزبان دارد. لوامیزول دارای خواص ضد آنژیژیک است زیرا عملکرد ایمنی تضعیف شده را در حیوانات و انسان بازیابی می‌کند (Gholami et al, 2023).

لوامیزول یک آنتی‌اکسیدان است که در نوزاد نشخوارکنندگان به عنوان یک تقویت‌کننده سیستم ایمنی مطرح شده است (Abdollahi & Jebelli Javan, 2020). مطالعات دیگری نیز نشان داده‌اند که لوامیزول دارای اثرات دیگری از قبیل تقویت سیستم ایمنی (Pekmezci & Chakrapani et al, 2009) و ضدسرطانی (Cakiroglu, 2009) است (2018).

استرس اکسیداتیو معمولاً به عنوان سرعت ایجاد آسیب‌های اکسیداتیو تعریف می‌شود و یک فرآیند مداوم بوده و در هیچ زمانی برابر با صفر نخواهد بود، زیرا که در موجودات زنده همواره اکسیدان‌هایی در حال تولید می‌باشند که منجر به ایجاد آسیب‌های اکسیداتیو خواهند شد. افزایش و مزمن بودن این آسیب‌ها را می‌توان به بروز برخی

حیوانات آگزوتیک به خصوص خزندگان در کلینیک‌ها و مراکز درمانی و همچنین استفاده از آن‌ها در آزمایشگاه‌ها هستیم. به دلیل این که اطلاعات موجود در رابطه با این حیوانات در علم دامپزشکی محدودتر از سایر حیوانات است پاسخ و درمان‌های پیشرفته به این گونه مراجعات دشوار است. مطالعه در این باره دامپزشک را از مراحل ابتدایی مشکل آگاه می‌سازد و احتمال پاسخ به درمان را افزایش می‌دهد (Bays et al, 2006).

لاک‌پشت خزری (*Mauremys caspica*) در شمال غرب عربستان، عراق، سوریه، شرق و مرکز ترکیه، و از شمال تا غرب و جنوب غربی ایران یافت می‌شود. در ایران این گونه در شمال، غرب و جنوب غربی کشور پراکنده می‌باشد (Kami & Kalbassi, 2012). به دلیل تغییرات در زیستگاه‌ها، آلودگی و مدیریت نادرست آب، جمعیت این گونه را به طور فزاینده‌ای تهدید می‌کند (Vamberger et al, 2013).

لاک‌پشت خزری از نظر عناصر جغرافیای جانوری، گونه‌ای مدیترانه‌ای محسوب می‌شود. سه زیر گونه از لاک‌پشت خزری در سراسر گستره جهانی شناسایی شده است که به نظر می‌رسد هر سه زیر گونه در ایران حضور دارند. زیرگونه *M.C.caspica* توزیع گسترده‌ای در گلستان، مازندران، گیلان، اردبیل، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی دارد (Kami & Kalbassi, 2012).

با توجه به روند رو به رشد نگهداری از لاک‌پشت‌ها به عنوان حیوان خانگی و نگهداری ضعیف از آنان و زندگی پراسترسی که دارند، سیستم ایمنی این گونه‌ها در معرض تضعیف قرار گرفته و احتمال ابتلا به بیماری‌های انگلی و تهدید حیات آنان وجود دارد (Hidalgo-Vila et al, 2009). افزایش تجارت لاک‌پشت‌ها به عنوان حیوان خانگی خطر انتقال انگل‌ها میان این گونه‌ها و درگیری‌های انگلی و خطر بیماری‌های زئونوز را نیز افزایش داده است (Vergles Rataj et al, 2011). نماتودها که به دلیل چرخه زندگی ساده از شایع‌ترین انگل‌ها در دامپزشکی هستند، در دستگاه گوارش لاک‌پشت‌ها وجود دارند و توانایی بروز مشکلات

لاکپشت‌ها در آکواریوم‌هایی با دمای آب ۲۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. یک منطقه خشک که با لامپ مادون قرمز تا دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد گرم شده بود، نیز در هر آکواریوم فراهم بود. تمامی آکواریوم‌ها دارای فیلترهای مکانیکی و بیولوژیکی بودند. تغذیه روزانه لاکپشت‌ها با استفاده از یک غذای تجاری لاکپشت صورت گرفت. در طول مطالعه سلامت حیوانات با استفاده از معاینه بالینی، رفتار و اشتها مورد نظارت بود.

لاکپشت‌ها به طور تصادفی به ۳ گروه تقسیم شدند. یک گروه لوامیزول را به صورت تزریق وریدی در سینوس زیر لاک (Subcarapacial Venous Sinus) دریافت نمود. تجویز دارو در گروه دیگر به صورت زیرپوستی در جلوی فضای میان گردن و بازوی حیوان صورت گرفت و گروه سوم گروه کنترل یا همان شاهد بودند. دز دارو ۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در نظر گرفته شد. لاکپشت‌ها فقط در هنگام تزریق و خون‌گیری از آکواریوم خارج می‌شدند. جمع‌آوری نمونه خون با استفاده از سرنگ ۳ سی‌سی با گیج نیدل ۲۲ صورت گرفت. جهت خون‌گیری از سینوس زیر لاک (Tibbetts, 2019) استفاده گردید.

در این مطالعه از لوامیزول هیدروکلراید شرکت سیگما آلدریج استفاده شد. پس از توزین لاکپشت‌ها، پودر دارو با نرمال سالین، جهت تزریق به حیوانات آماده گردید. دارو با دوز ۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در نظر گرفته شد (Cavanagh, 2012). غلظت داروی آماده شده برای هر دو گروه برابر بوده و تفاوت در حجم تزریق دارو بود.

در این مطالعه ۴ فاکتور مرتبط با استرس اکسیداتیو بررسی شده است. فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل یک فاکتور نشان دهنده توازن کلی وضعیت اکسیدان و آنتی-اکسیدانی (ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی)، یک فاکتور از شاخص‌های آسیب اکسیداتیو (مالون‌دی‌آلدهید) و دو فاکتور دیگر از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان (سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز) می‌باشند. ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی

بیماری‌ها و همچنین پیری سلول‌ها نسبت داد (Hulbert et al, 2007). فاکتورهای مختلفی با استرس اکسیداتیو مرتبط-اند که بعضی از آنها شامل کاتالاز (Catalase)، سوپراکسید دیسموتاز (Superoxide Dismutase)، ظرفیت تام آنتی-اکسیدانی (Total Antioxidant Capacity) و مالون دی‌آلدهید (malondialdehyde) می‌باشند.

انگل‌های مشترک انسان و دام کم‌تر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و اطلاعات مربوط به زیست‌شناسی، زیست-محیطی و پتانسیل مشترک انسان و دام در بسیاری از آن‌ها کم است (Corrente et al, 2017). موارد احتمالی انگل‌های مشترک بین انسان و لاکپشت، ممکن است از طریق روش‌های مختلف (به عنوان مثال، آلودگی محیطی، غذا یا از طریق تماس مستقیم با حیوانات اسیر) و همچنین با توجه به منطقه جغرافیایی و تماس انسان با خزندگان منتقل شوند (Bower et al, 2019). با وجود درگیری لاکپشت‌ها به انگل‌های گوارشی، مطالعات محدودی به منظور تعیین دز داروهای ضد انگلی در این حیوانات صورت گرفته است (Demkowska-Kutrzepa et al, 2018). بنابراین با توجه به نبود اطلاعات کافی در رابطه با استفاده از لوامیزول در خزندگان در کتاب‌های مرجع دارونامه دامپزشکی (Plumb, 2018)، این مطالعه با هدف بررسی مقایسه‌ای برخی فاکتورهای استرس اکسیداتیو پس از تجویز داروی لوامیزول در لاکپشت‌های خزری انجام شد.

مواد و روش کار

بر اساس مطالعه‌ای با هدف راهنمایی محققان در محاسبه حداقل و حداکثر تعداد حیوانات مورد نیاز در تحقیقات حیوانی (Arifin & Zahiruddin, 2017) و مطالعه بررسی متابولیت‌های اساسی استرس اکسیداتیو بر روی لاکپشت‌های سبز شرق اقیانوس آرام (Valdivia et al, 2007)، در این مطالعه تجربی تعداد ۲۷ لاکپشت خزری طی ماه اردیبهشت سال ۱۴۰۱ از آبگیر و رودخانه‌های حوضه آبریز خزر جمع‌آوری و مورد مطالعه قرار گرفتند. میانگین وزن لاکپشت‌ها ۱/۰۹ کیلوگرم بود. نگهداری

هیدروژن تبدیل می‌کند (Parks, 1989). کاتالاز بر روی پراکسید هیدروژن تولید شده توسط SOD عمل می‌کند و آن را به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند. در شرایط استرس اکسیداتیو بالا، تبدیل سریع سوپراکسید به پراکسید هیدروژن توسط SOD و به دنبال آن سم‌زدایی توسط کاتالاز، برای حفظ یکپارچگی سلولی ضروری است (Tiedge et al, 1997). در حالی که GPX که H₂O₂ را سم‌زدایی می‌کند، اغلب با اکسیداسیون گلوتاتیون همراه است و ممکن است در بافت‌های سلولی خاص در مقایسه با اثرات مستقیم SOD و کاتالاز کارآمد نباشد (Simmons & Jamall, 1988).

کیت‌های استفاده شده در این مطالعه از شرکت نوند سلامت (Navand Salamat) ساخت کشور ایران تهیه گردید. حساسیت و ویژگی کیت‌ها در Table 1 آورده شد.

(TAC) معیاری از توانایی ترکیبی همه آنتی‌اکسیدان‌های موجود در یک نمونه برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد رایج می‌دهد، بنابراین وضعیت کلی استرس اکسیداتیو را منعکس می‌کند و از این نظر حائز اهمیت است (Farhat et al, 2018). مالون‌دی‌آلدهید (MDA) به دلیل ارتباط قوی با بیماری‌های مختلف و نقشی که در پراکسیداسیون چربی دارد اغلب به عنوان شاخصه آسیب اکسیداتیو مهم در نظر گرفته شده و به صورت متداول در این گونه مطالعات مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (Sarkar & Rautaray, 2009). سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز اغلب در شرایط استرس اکسیداتیو به دلیل نقش خاص آن‌ها در سم‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) نسبت به گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) حیاتی‌تر در نظر گرفته می‌شوند. SOD اولین خط دفاعی در برابر استرس اکسیداتیو است که رادیکال‌های سوپراکسید را به پراکسید

Table 1: Sensitivity and specificity of the kits

Factors	MDA	Catalase	SOD	TAC
Sensitivity	0.1 nmol	0.25 nmol/min	0.2 U/ml	0.2 umol
Intra assay Coefficient of variation	6.7%	4.5%	5.9%	3.7%
Inter assay Coefficient of variation	5.5%	6.5%	6.6%	2.5%

اختلاف میان میانگین در گروه‌های مختلف با استفاده از آنالیز یک طرفه واریانس One way Analysis of Variance (ANOVA) و تست تعقیبی توکی Tukey مورد تحلیل قرار گرفت. اختلاف میان زمان‌های مختلف با استفاده از آنالیز اندازه‌گیری‌ها مکرر Repeated Measures و تست تعقیبی بونفرونی Bonferroni مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها به صورت میانگین \pm خطای استاندارد نشان داده شده‌اند. مقادیر $P \leq 0.05$ به عنوان معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

تأیید آلودگی لاک‌پشت‌ها به انگل و سپس شمارش دفع انگلی با روش شناورسازی صورت گرفت. در روش استاندارد شناورسازی با استفاده از محلول آب و نمک، کیست‌های تک‌یاخته و بعضی از تخم کرم‌ها از مواد اضافی موجود در مدفوع، بر اساس استفاده از یک مایع با وزن مخصوص بالا، جدا می‌گردند.

آنالیز آماری داده‌های به دست آمده از این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS IBM نسخه ۲۳ (شیکاگو، ایالات متحده) انجام شده است. با استفاده از تست شاپیروویلیک (Shapiro-Wilk) بررسی توزیع نرمال داده‌ها انجام شد.

نتایج

سطوح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز، میزان وضعیت کلی آنتی‌اکسیدانی سرم و میزان مالون‌دی‌آلدهید در سرم لاک‌پشت‌ها در زمان‌های مختلف پس از تجویز داخل وریدی و زیرجلدی داروی لوامیزول در مقایسه با گروه شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت.

میزان آنزیم کاتالاز در سرم لاک‌پشت‌های تیمار شده با لوامیزول داخل وریدی و زیرجلدی در زمان‌های مختلف پس از تجویز دارو در Figure 1 نشان داده شده است. در تمامی زمان‌های مورد بررسی، ۰/۵، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۲ و ۲۴ ساعت، میزان فعالیت کاتالاز در گروه‌های دریافت کننده دارو در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی دار را نشان می‌دهد ($P < 0.05$).

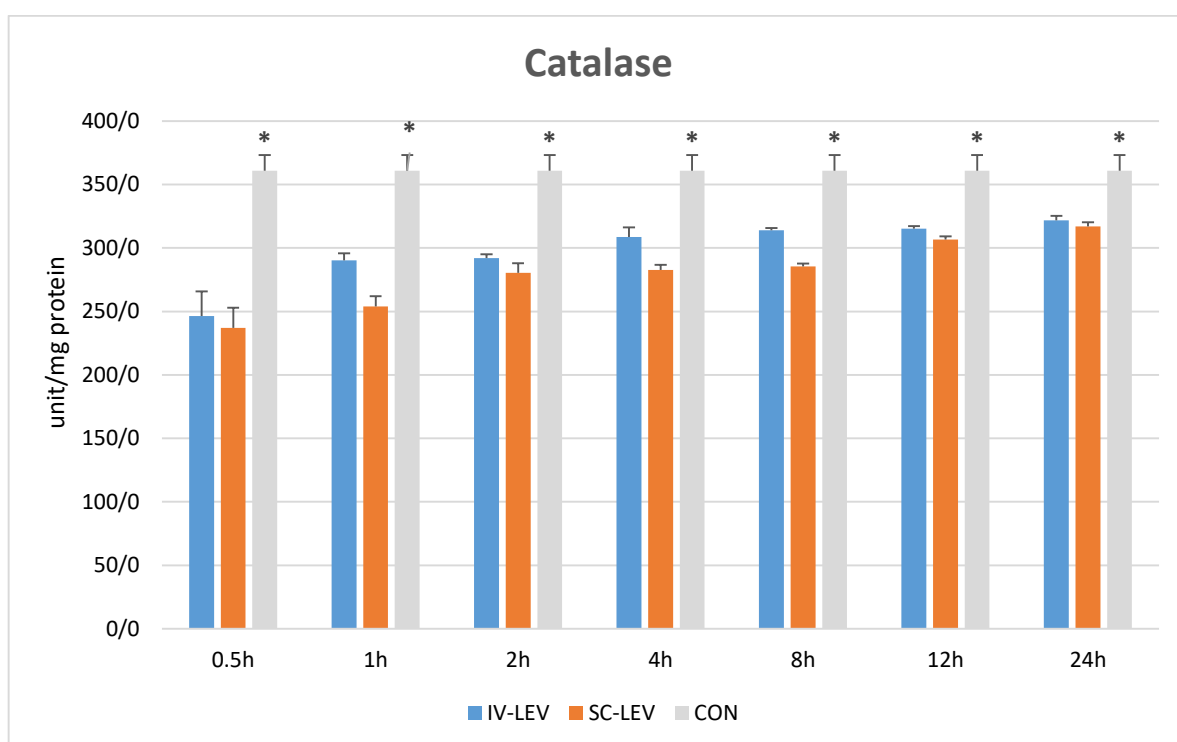


Figure 1: Serum catalase levels in turtles treated with intravenous and subcutaneous levamisole compared to control. * indicates a significant difference.

وریدی و زیرجلدی در تمامی زمان‌ها پس از تجویز اختلاف معنی دار را نشان می‌دهد ($P < 0.05$).

میانگین میزان مالون دی‌آلدهید (Figure 2) در سرم لاک‌پشت‌های گروه کنترل ۲/۵۹ نانومول در هر لیتر بوده است که در مقایسه با گروه‌های تیمار شده با لوامیزول داخل

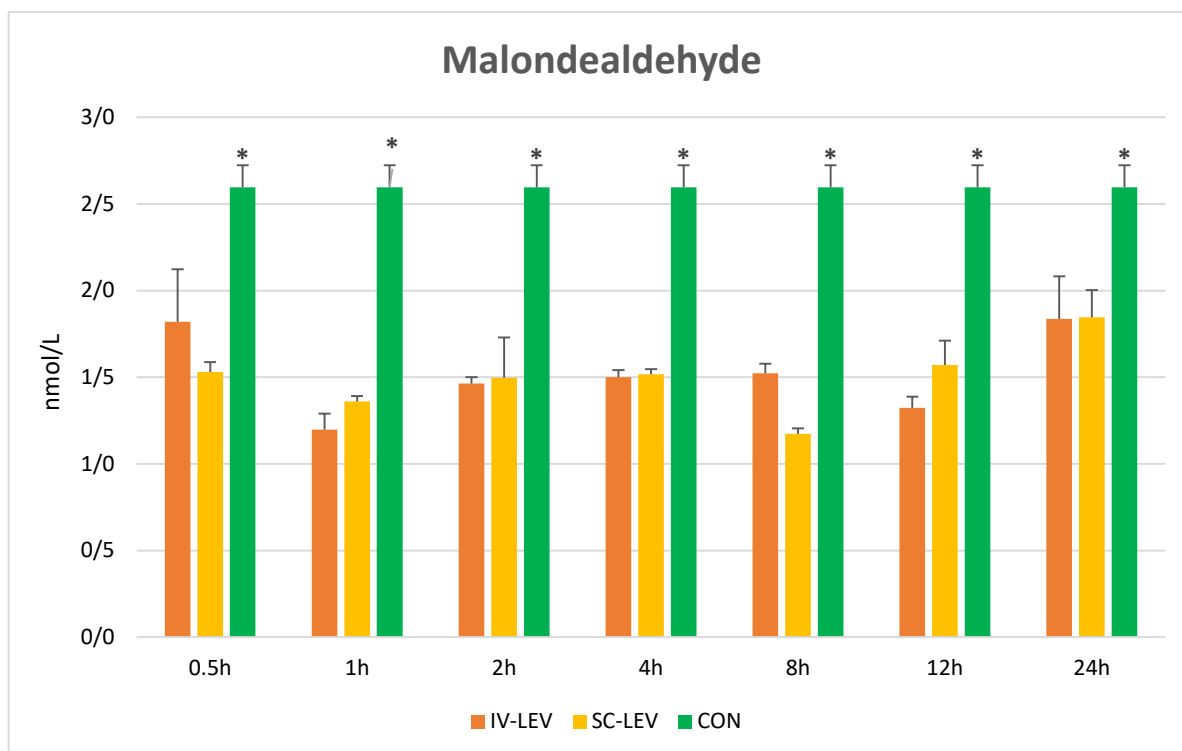


Figure 2: Serum malondialdehyde levels in the serum of turtles treated with intravenous and subcutaneous levamisole compared to control. * indicates a significant difference

و در گروه زیرجلدی ۲۸/۶۹ واحد به ازای میلی‌گرم پروتئین است که اختلافشان از نظر آماری معنی‌دار مشخص شده است ($P < 0.05$). در زمان‌های ۰/۵، ۲، ۴، ۱۲ و ۲۴ ساعت اختلاف میان تجویز داخل وریدی و زیرجلدی لوامیزول معنی‌دار نیست ($P > 0.05$). وضعیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم در لاک‌پشت‌های تیمار شده با لوامیزول داخل وریدی و زیرجلدی در زمان‌های مختلف پس از تجویز دارو در Figure 4 نشان داده شد. در زمان ۲ ساعت وضعیت تام آنتی‌اکسیدانی در گروه لوامیزول داخل وریدی ۲/۲۱ و در گروه لوامیزول زیرجلدی ۱/۶۷ میلی‌مول بر لیتر است که اختلاف میان این دو گروه از نظر آماری معنی‌دار است ($P < 0.05$). در سایر زمان‌ها میان گروه‌های مختلف مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشده است ($P > 0.05$).

میزان آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در سرم لاک‌پشت‌های تیمار شده با لوامیزول داخل وریدی و زیرجلدی در زمان‌های مختلف پس از تجویز دارو در Figure 3 نشان داده شده است. در زمان ۰/۵ ساعت میزان سوپر اکسید دیسموتاز در گروه شاهد ۳۷/۹ و در گروه‌های لوامیزول داخل وریدی و زیرجلدی به ترتیب ۱۸/۲۲ و ۲۳/۱۸ واحد به ازای میلی‌گرم پروتئین می‌باشد که در گروه شاهد میزان این آنزیم اختلاف معنی‌دار را با گروه‌های تیمار لوامیزول نشان می‌دهد ($P < 0.05$). در ۱ ساعت میزان سوپراکسید دیسموتاز در گروه لوامیزول داخل وریدی ۱۹/۰۷ و در گروه لوامیزول زیرجلدی ۲۲/۱۸ واحد به ازای میلی‌گرم پروتئین است که اختلاف میان این دو گروه از نظر آماری معنی‌دار است ($P < 0.05$). در زمان ۸ ساعت میزان سوپراکسید دیسموتاز در گروه لوامیزول داخل وریدی ۱۷

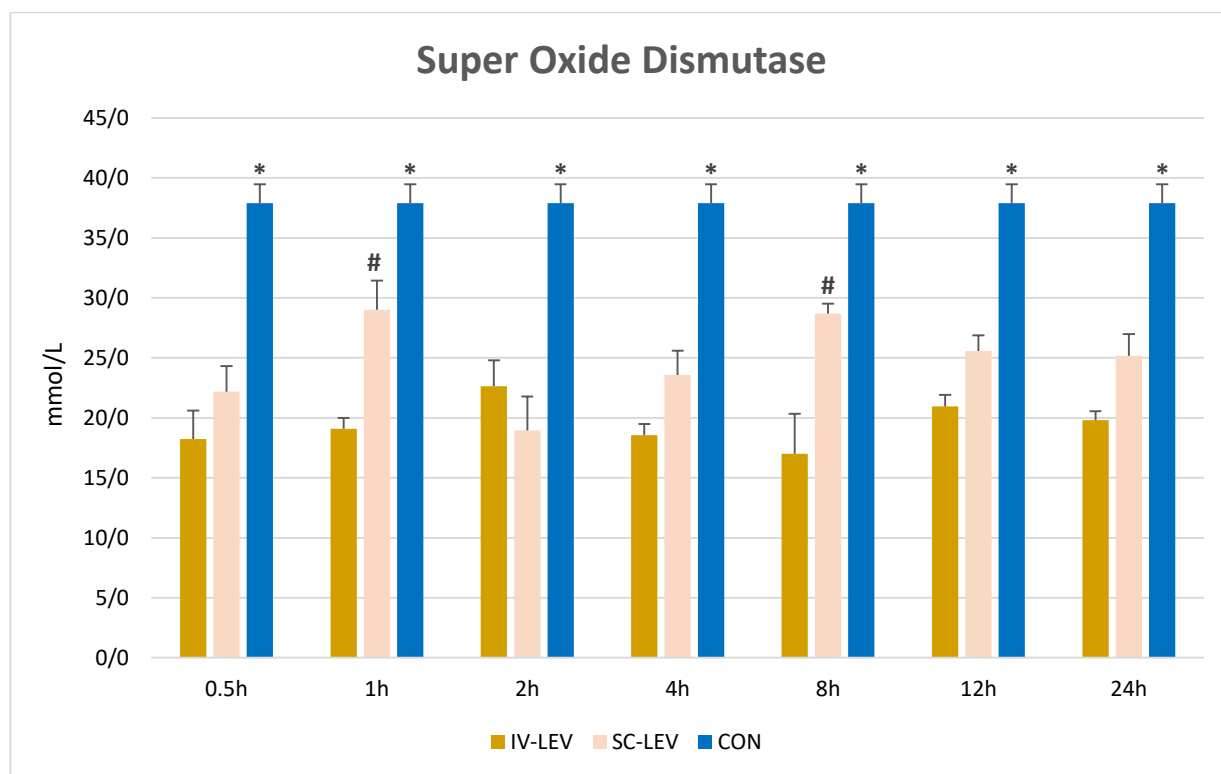


Figure 3: Serum superoxide dismutase levels in the serum of turtles treated with intravenous and subcutaneous levamisole compared to control. #* indicates significant difference

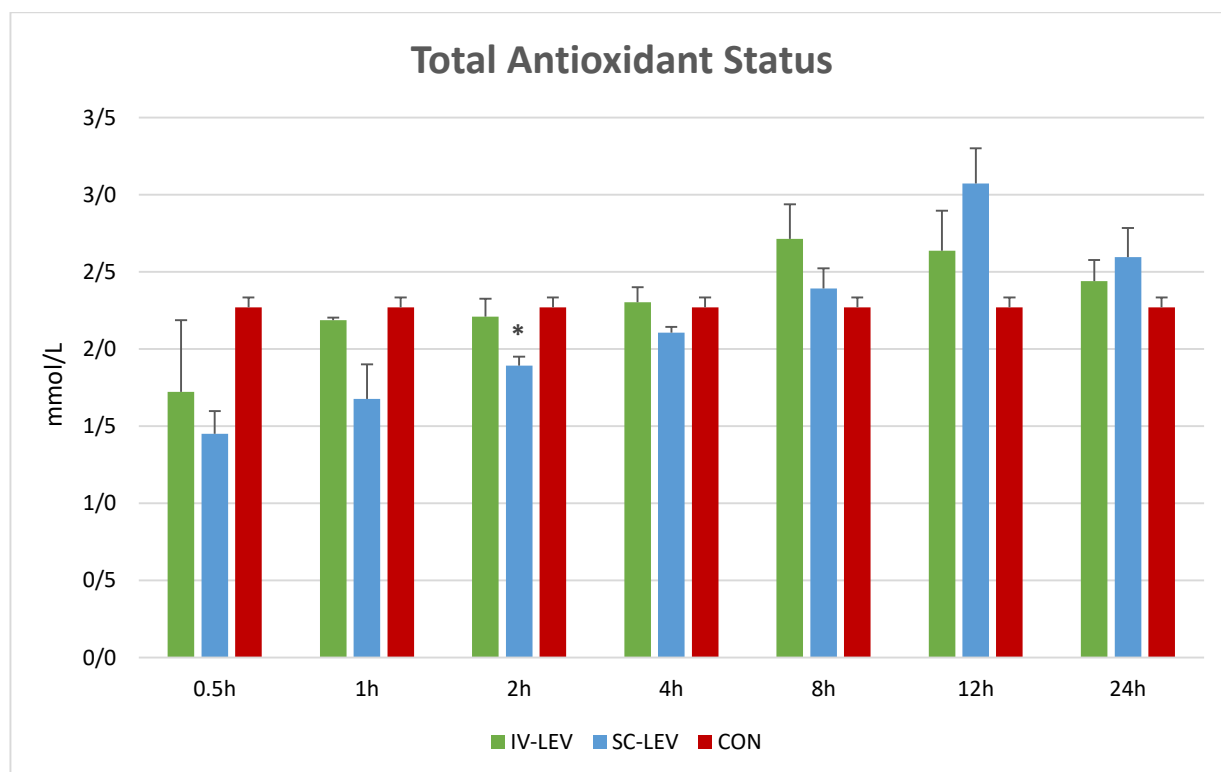


Figure 4: Total antioxidant status in serum of turtles treated with intravenous and subcutaneous levamisole compared to control. * indicates significant difference.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد میزان فاکتور مالوندی-آلدئید و آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در سرم لاکپشت‌های تیمار شده با لوامیزول داخل وریدی و زیر جلدی در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار دارند.

بررسی‌هایی در مورد اثرات دارویی‌های ضدانگل بر روی فاکتورهای استرس اکسیداتیو در گونه‌های مختلف صورت گرفته است، که با توجه به حیوان مورد مطالعه، نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند. در مطالعه‌ای آمده نوزاد نشخوارکنندگان به علت نابالغ بودن سیستم ایمنی نسبت به عفونت‌های نوزادی حساس است. آنتی‌اکسیدان‌ها قادر به تقویت عملکرد سلول‌های سیستم ایمنی می‌باشند. لوامیزول یک آنتی‌اکسیدان است که در نوزاد نشخوارکنندگان به عنوان یک تقویت کننده سیستم ایمنی مطرح شده است. این پژوهش نشان داد که لوامیزول دارای اثر آنتی‌اکسیدانی در پلاسمای بزغاله‌های نوزاد است (Abdollahi & Jebelli Javan, 2020).

در مطالعه‌ای دیگر، اثرات عنصر کادمیوم که به تازگی غلظت‌های زیادی از آن در محیط‌های آبی مشاهده کرده‌اند، بر روی فاکتورهای استرس اکسیداتیو لاکپشت آب شیرین از گونه *Chinemys reevesii* مورد بررسی قرار گرفته است. در نتیجه این بررسی مشخص گردید که غلظت‌های بالای این عنصر باعث کاهش فاکتورهایی از جمله سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز گردید. با توجه به نتایج این مطالعه، کادمیوم باعث کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و در ادامه ایجاد آسیب و استرس اکسیداتیو در این گونه از لاکپشت‌ها خواهد گردید (Huo et al, 2018).

در بررسی انجام شده بر روی جوجه‌های گوشتی با جیره‌های حاوی عنصر مس در غلظت‌های مختلف، مشخص گردید که تجویز لوامیزول در دوزهای ۴، ۸ و ۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن پرنده منجر به کاهش غلظت مس در پلاسما گردیده و دوزهای ۸ و ۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم این غلظت را در کبد پرنده افزایش داده است. در حالی که جیره حاوی غلظت بالای مس باعث افزایش استرس

ضمناً نتایج نشان داد هیچ تخم انگلی در گروه دریافت کننده لوامیزول به صورت وریدی و همچنین گروه دریافت کننده لوامیزول به صورت زیر پوستی در بررسی مدفوع روز ۱۴ تا ۱۸ مشاهده نگردید، در حالی که در گروه کنترل همچنان دفع تخم انگل وجود داشت.

بحث

علی‌رغم استفاده گسترده از یک سری داروها در مراکز درمان و دامپزشکی، مطالعات انجام شده درباره اثرات این داروها بر خزندگان بسیار محدود می‌باشد (Bays et al, 2006). حضور انگل‌های نماتود و بیماری‌زایی آن‌ها در دستگاه گوارش لاکپشت خزری اثبات شده است (Youssefi et al, 2016). ضدانگل‌های منتخب در خزندگان آیورمکتین، فنبندازول و لوامیزول هستند که مصرف آیورمکتین به دلیل سمیت در لاک داران منع شده است (Machin, 2015). استفاده از فنبندازول نیز به دلیل اثرات منفی بر فاکتورهای خونی و بیوشیمیایی در لاکپشت هرمان (*Testudo hermanni*) مورد بحث است، علاوه بر این مقاومت نماتودها به فنبندازول نیز به طور نگران کننده‌ای افزایش یافته است (Machin, 2015). با توجه به موارد گفته شده استفاده از لوامیزول به عنوان داروی ضد نماتودها در خزندگان و به طور خاص لاکپشت، در حال افزایش است. با وجود روند رو به رشد استفاده از این دارو، به علت دشوار بودن کار با لاکپشت در تحقیقات و به علت نبود اطلاعات کافی، دوز ذکر شده در کتاب‌های دارونامه دامپزشکی برای لوامیزول (۵ تا ۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن)، در آخرین ویرایش این کتاب‌ها حذف شده است (Plumb, 2018) که این امر استفاده از این دارو توسط دامپزشکان را به مسئله نگران کننده‌ای تبدیل کرده است. با در نظر داشتن این مطالب، مطالعه حاضر به بررسی اثرات داروی لوامیزول بر برخی فاکتورهای استرس اکسیداتیو در لاکپشت‌های خزری پرداخته است.

استرس اکسیداتیو ناشی از قرار گرفتن در معرض پاتوژن منجر به پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود و MDA را به عنوان یک محصول جانبی تولید می‌کند. پاسخ ایمنی به پاتوژن‌ها شامل آزادسازی سایتوکین‌های پیش التهابی است که می‌تواند استرس اکسیداتیو را افزایش دهد و متعاقباً سطح MDA را افزایش دهد. به عنوان مثال، در موارد عفونت همزمان ویروسی، افزایش سطح MDA در کنار افزایش فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF- α) مشاهده شد (Olaniyan et al, 2020). آسیب سلولی ناشی از پاتوژن می‌تواند منجر به افزایش پراکسیداسیون لیپیدی شود و سطح MDA را بیش‌تر افزایش دهد. در بیماری‌های مزمن مانند جذام، استرس اکسیداتیو ناشی از عفونت‌های مداوم با افزایش سطح MDA مرتبط است که نشان دهنده آسیب مداوم سلولی است (Pane et al, 2018). تهاجم پاتوژن اغلب سبب انفجار اکسیداتیو و افزایش سطح ROS می‌شود که منجر به افزایش نیاز به آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند SOD و کاتالاز می‌شوند تا با تبدیل رادیکال‌های سوپراکسید به پراکسید هیدروژن و تجزیه بیش‌تر پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن، سلول‌ها را از آسیب اکسیداتیو محافظت کنند (Maurya & Namdeo, 2021; Schatzman & Culotta, 2018).

بسیاری از داروهای ضدانگلی مثل لوامیزول دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند که به کاهش استرس اکسیداتیو کمک می‌کند. به عنوان مثال، درمان‌ها می‌توانند فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های درون‌زا را افزایش دهند که منجر به کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و کاهش سطح MDA می‌شود (Yuslianti et al, 2024). درمان مؤثر ضدانگلی بار پاتوژن‌ها را کاهش می‌دهد که به نوبه خود پاسخ التهابی و استرس اکسیداتیو مرتبط با عفونت را کاهش می‌دهد. این کاهش التهاب می‌تواند منجر به کاهش سطح MDA شود، زیرا آسیب اکسیداتیو کمتری رخ می‌دهد (Alvela-Suárez et al, 2014). همچنین داروهای ضدانگلی می‌توانند عملکرد سلولی و متابولیسم طبیعی را که ممکن است در

اکسیداتیو با نشانه‌های کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز و همچنین افزایش میزان مالون‌دی‌آلدهید شده بود، تجویز لوامیزول در هیچ کدام از دوزها تغییری در این موارد ایجاد نکرد (Yigit, 2012).

در مطالعه‌ای دیگر، اثرات ضدانگلی لوامیزول در مقابل آلودگی به انگل *Syphacia muris* در گروهی از موش‌ها و همین‌طور اثرات تجویز لوامیزول به همراه ویتامین C بر فاکتورهای آنتی‌اکسیدانی گروه‌های آلوده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، تجویز لوامیزول به همراه ویتامین C منجر به تخفیف شدت استرس اکسیداتیو از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز و همچنین کاهش میزان مالون‌دی‌آلدهید در موش‌های آلوده خواهد شد (Ince et al, 2010).

در مطالعه دیگری اثرات تجویز لوامیزول در بهبود ایمنی گاو‌ها در هنگام شیردهی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، میزان ایمونوگلوبین در کلوستروم گاو‌های تیمار شده افزایش چشم‌گیری در مقایسه با گروه کنترل داشته و همین‌طور در این گروه از حیوانات میزان مالون‌دی‌آلدهید پلاسما کاهش و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز با افزایش مواجه شده است (Mushtaq et al, 2019). انگل‌ها می‌توانند استرس اکسیداتیو را در میزبان خود از طریق مکانیسم‌های مختلف افزایش دهند. به عنوان مثال، در مالاریا، انگل پلاسمودیوم با تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) در طول چرخه زندگی خود، به ویژه زمانی که هموگلوبین را در گلبول‌های قرمز خون تجزیه می‌کنند، استرس اکسیداتیو را القا می‌کند. این فرآیند نه تنها رادیکال‌های آزاد را تولید می‌کند، بلکه دفاع آنتی‌اکسیدانی میزبان را نیز از بین می‌برد و منجر به آسیب سلولی و التهاب می‌شود (Becker et al, 2021; Vasquez et al, 2004). علاوه بر این، انگل‌ها می‌توانند سبب ایجاد پاسخ ایمنی در میزبان شوند که سطح استرس اکسیداتیو را بیش‌تر افزایش می‌دهد. سلول‌های ایمنی میزبان برای مبارزه با عفونت، ROS تولید می‌کنند، اما ROS بیش از حد می‌تواند سبب آسیب بافتی و تشدید بیماری شود (Pawłowska et al, 2023).

کاهش یافته که تغییرات مالون‌دی‌آلدهید که شاخصه استرس اکسیداتیو هست، نشان‌گر آن می‌باشد و متعاقباً به دلیل کاهش رخداد این آسیب به آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی هم نیاز کم‌تری هست. پس می‌توان کاهش را در آنزیم‌های کاتالاز و SOD هم انتظار داشت. در مطالعات قبل هم دیده شده که تغییرات فاکتورهای مذکور در یک جهت باشند برای مثال در مطالعه‌ای که بر روی تعدادی گربه ماده، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون لیپیدی را قبل و بعد از جراحی عقیمی بررسی کردند، دیده شد کاتالاز، SOD و MDA همگی افزایش داشتند (Torabi Asl et al, 2022).

با وجود تغییرات در فاکتورهای آنزیمی و غیر آنزیمی اندازه‌گیری شده در بررسی فاکتور ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام شاهد بودیم که تغییرات معنی‌داری نداشته است. تغییرات در سطوح آنزیم آنتی‌اکسیدانی می‌تواند بدون تغییر ظرفیت کلی آنتی‌اکسیدانی (TAC) به دلیل مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مختلف رخ دهد. به عنوان مثال، در شرایط خاص، بدن ممکن است آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خاص را تنظیم کند و در عین حال فعالیت آن‌ها را از طریق مسیرهای دیگر جبران کند و سطوح TAC را ثابت نگه دارد. به عنوان مثال در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک، که در آن فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به دلیل استرس اکسیداتیو در نوسان باشد، اما TAC نسبتاً ثابت باقی می‌ماند. این نشان دهنده تعادل بین آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی است که ظرفیت کلی آنتی‌اکسیدانی را با وجود تغییرات در سطوح آنزیمی حفظ می‌کند (Silvestrini et al, 2023). علاوه بر این، در مطالعات مربوط به مداخلات غذایی، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خاص ممکن است در پاسخ به آنتی‌اکسیدان‌های رژیم غذایی افزایش یابد، در حالی که TAC بدون تغییر باقی می‌ماند (Gupta et al, 2021). این امر نشان می‌دهد که بدن می‌تواند مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی خود را بدون تغییر لزوماً کل ظرفیت اندازه‌گیری شده توسط TAC تطبیق دهد.

اثر عفونت مختل شده باشد، را بازگردانند. این ترمیم می‌تواند توانایی بدن برای مدیریت استرس اکسیداتیو را افزایش داده و به کاهش سطح MDA کمک کند (Trimarchi et al, 2003).

درمان‌های ضد انگلی می‌توانند با کاهش بار پاتوژن منجر به کاهش استرس اکسیداتیو شوند. این کاهش ممکن است منجر به کاهش تقاضا برای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند SOD و کاتالاز شود، زیرا بدن به حالت متعادل‌تر باز می‌گردد (Mathews & Selvam, 1991). در حالی که مطالعات خاص روی خزندگان محدود است، درک کلی این است که کاهش بار انگلی می‌تواند استرس اکسیداتیوی را که انگل‌ها ممکن است بر میزبان خود تحمیل کنند، کاهش دهد. این امر به ویژه در مواردی که انگل‌ها در التهاب و آسیب اکسیداتیو در بافت‌های میزبان نقش دارند، اهمیت دارد (Hallinger et al, 2018). در خزندگان، وجود انگل‌ها با مشکلات مختلف سلامتی، از جمله اختلالات متابولیک، مرتبط بوده است. درمان مؤثر ضد انگلی می‌تواند با کاهش استرس اکسیداتیو مرتبط با عفونت‌های انگلی، سلامت کلی خزندگان را بهبود بخشد (Arabkhzaeli et al, 2018).

برخی از داروهای ضد انگلی ممکن است اثرات مستقیمی بر بیان یا فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان داشته باشند. بعضی درمان‌ها می‌توانند محیط سلولی را تغییر دهند و منجر به تغییر در فعالیت آنزیم و سطوح بیان آن‌ها شوند (Jing et al, 2020). درمان مؤثر ضد انگلی می‌تواند تولید ROS را کاهش دهد که معمولاً توسط SOD و کاتالاز خنثی می‌شوند. با کاهش سطح ROS، نیاز به این آنزیم‌ها نیز ممکن است کاهش یابد و در نتیجه فعالیت آنزیم کم‌تر شود (Dalvi et al, 2012). این مکانیسم‌ها نشان می‌دهد که چگونه درمان‌های ضد انگلی می‌توانند بر سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی در بدن تأثیر بگذارند.

با توجه به نتایج حاصل از تغییرات این فاکتورها می‌توان نتیجه گرفت که از تزریق داروی لوامیزول با دوز ذکر شده در لاک‌پشت‌های خزری به طور کل میزان پراکسیداسیون

دارو در مقایسه با گروه کنترل، اختلاف معنی داری دیده نشد که نشان دهنده توازن کلی وضعیت اکسیدان و آنتی-اکسیدانی است که می توان آن را از اثرات مثبت مصرف این دارو در لاک پشت های خزری در نظر گرفت. هرچند از نظر تأثیرات اکسیداتیو داروی لوامیزول در مقایسه بین گروه های دریافت کننده دارو به صورت وریدی و به صورت زیرجلدی اختلاف معنی داری دیده نشد.

نتایج مطالعه حاضر بیانگر تأثیر کارآمد لوامیزول به عنوان ضدانگل در لاک پشت های تیمار شده می باشد که دارای خواص آنتی اکسیدانی بوده و به کاهش استرس اکسیداتیو کمک می کند. در مقایسه فاکتورهای سوپراکسید دیسموتاز، مالون دی آلدئید و کاتالاز بین گروه های دریافت کننده دارو و گروه کنترل، اختلاف معنی دار دیده شد در حالی که ظرفیت تام آنتی اکسیدانی گروه های دریافت کننده

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله، مراتب تشکر و قدردانی خود را از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل ابراز می دارند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضاد منافی ندارند.

منابع مالی

منابع مالی این تحقیق با همکاری نویسندگان مقاله تأمین گردیده است.

منابع

- Abdollahi, M., & Jebelli Javan, A. (2020). The effect of adding Levamisole to colostrum on plasma oxidant-antioxidant balance in newborn kids. *Iranian Veterinary Journal*, 15(4), 93-99.
- Alvela-Suárez, L., Velasco-Tirado, V., Belhassen-Garcia, M., Novo-Veleiro, I., Pardo-Lledías, J., Romero-Alegría, A., . . . Cordero-Sánchez, M. (2014). Safety of the combined use of praziquantel and albendazole in the treatment of human hydatid disease. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 90(5), 819.
- Arabkhazaeli, F., Rostami, A., Gilvari, A., Nabian, S., & Madani, S. A. (2018). Frequently observed parasites in pet reptiles' feces in Tehran. *Iran. J. Vet. Med*, 12(1), 19-25.
- Arifin, W. N., & Zahiruddin, W. M. (2017). Sample size calculation in animal studies using resource equation approach. *The Malaysian journal of medical sciences: MJMS*, 24(5), 101.
- Bays, T. B., Lightfoot, T., & Mayer, J. (2006). *Exotic pet behavior: birds, reptiles, and small mammals*: Elsevier Health Sciences.
- Becker, K., Tilley, L., Vennerstrom, J. L., Roberts, D., Rogerson, S., & Ginsburg, H. (2004). Oxidative stress in malaria parasite-infected erythrocytes: host-parasite interactions. *International journal for parasitology*, 34(2), 163-189.
- Bower, D. S., Brannelly, L. A., McDonald, C. A., Webb, R. J., Greenspan, S. E., Vickers, M., . . . Greenlees, M. J. (2019). A review of the role of parasites in the ecology of reptiles and amphibians. *Austral Ecology*, 44(3), 433-448.
- Cavanagh, K. (2012). Plumb's Veterinary Drug Handbook. Pocket—7th edition. *The Canadian Veterinary Journal*, 53(12), 1284.

- Chakrapani, B., Ramesh, V., Purna Chander Rao, G., Ramachandran, D., Madhukar Reddy, T., Kalyan Chakravarthy, A., & Sridhar, G. (2018). Synthesis and anticancer evaluation of 1, 2, 4-oxadiazole linked imidazothiadiazole derivatives. *Russian Journal of General Chemistry*, 88, 1020-1024.
- Corrente, M., Sangiorgio, G., Grandolfo, E., Bodnar, L., Catella, C., Trotta, A., . . . Buonavoglia, D. (2017). Risk for zoonotic Salmonella transmission from pet reptiles: A survey on knowledge, attitudes and practices of reptile-owners related to reptile husbandry. *Preventive veterinary medicine*, 146, 73-78.
- Dalvi, S. M., Patil, V. W., Ramraje, N. N., & Phadtare, J. M. (2012). Lipid peroxidation, superoxide dismutase and catalase co-relation in pulmonary and extra pulmonary tuberculosis. *Free Radicals and Antioxidants*, 2(4), 1-5.
- Demkowska-Kutrzepa, M., Studzińska, M., Roczeń-Karczmarz, M., Tomczuk, K., Abbas, Z., & Różański, P. (2018). A review of the helminths co-introduced with *Trachemys scripta elegans*—a threat to European native turtle health. *Amphibia-Reptilia*, 39(2), 177-189.
- Farhat, Z., Browne, R. W., Bonner, M. R., Tian, L., Deng, F., Swanson, M., & Mu, L. (2018). How do glutathione antioxidant enzymes and total antioxidant status respond to air pollution exposure? *Environment international*, 112, 287-293.
- Gholami, M. H., Rassouli, A., Mirzaei, S., & Hashemi, F. (2023). The potential immunomodulatory effect of levamisole in humans and farm animals. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 10(4), 620.
- Gupta, S., Finelli, R., Agarwal, A., & Henkel, R. (2021). Total antioxidant capacity—Relevance, methods and clinical implications. *Andrologia*, 53(2), e13624.
- Hallinger, M. J., Taubert, A., Hermosilla, C., & Mutschmann, F. (2018). Occurrence of health-compromising protozoan and helminth infections in tortoises kept as pet animals in Germany. *Parasites & vectors*, 11(1), 352.
- Hidalgo-Vila, J., Díaz-Paniagua, C., Ribas, A., Florencio, M., Pérez-Santigosa, N., & Casanova, J. (2009). Helminth communities of the exotic introduced turtle, *Trachemys scripta elegans* in southwestern Spain: Transmission from native turtles. *Research in veterinary science*, 86(3), 463-465.
- Hulbert, A., Pamplona, R., Buffenstein, R., & Buttemer, W. (2007). Life and death: metabolic rate, membrane composition, and life span of animals. *Physiological reviews*, 87(4), 1175-1213.
- Huo, J., Dong, A., Niu, X., Dong, A., Lee, S., Ma, C., & Wang, L. (2018). Effects of cadmium on oxidative stress activities in plasma of freshwater turtle *Chinemys reevesii*. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 8027-8034.
- Ince, S., Kozan, E., Kucukkurt, I., & Bacak, E. (2010). The effect of levamisole and levamisole+ vitamin C on oxidative damage in rats naturally infected with *Syphacia muris*. *Experimental parasitology*, 124(4), 448-452.
- Jing, M., Han, G., Wan, J., Zhang, S., Yang, J., Zong, W., . . . Liu, R. (2020). Catalase and superoxide dismutase response and the underlying molecular mechanism for naphthalene. *Science of the Total Environment*, 736, 139567.
- Kami, H. G., & Kalbassi, M. R. (2012). Biological study of the Caspian pond turtle (*Mauremys caspica caspica*). *Animal Environment Journal*, 4 (3).
- Machin, R. A. (2015). Common gastrointestinal parasites in reptiles. *In Practice*, 37(9), 469-475.
- Mathews, S., & Selvam, R. (1991). Effect of radical treatment on erythrocyte lipid peroxidation in *Plasmodium vivax*-infected malaria patients. *Biochemistry international*, 25(2), 211-220.
- Maurya, R., & Namdeo, M. (2021). Superoxide dismutase: A key enzyme for the survival of intracellular pathogens in host. *Reactive Oxygen Species*, 14.
- Mushtaq, M., Agrawal, R., Singh, R., & Pande, N. (2019). Immunomodulatory effect of levamisole therapy in pre-parturient dairy cows. *Intas Polivet*, 20(1), 1-3.
- Olanian, M., Ojediran, T., & Olayinka, G. (2020). Evidence of systemic responses to viral pathogens using malondialdehyde, tumor necrosis factor alpha and superoxide dismutase. *Int J Clin Exp Physiol*, 7(1), 18-21.
- Pane, R. S., Lubis, S. R., & Darmi, M. (2018). Analysis of Malondialdehyde Level in Leprosy Patients. *International Journal of Innovative Research in Medical Science*, 3 (10).
- Parks, D. (1989). Oxygen radicals: mediators of gastrointestinal pathophysiology. *Gut*, 30(3), 293.
- Pawłowska, M., Mila-Kierzenkowska, C., Szczegliński, J., & Woźniak, A. (2023). Oxidative stress in parasitic diseases—Reactive oxygen species as mediators of interactions between the host and the parasites. *Antioxidants*, 13(1), 38.

- Pekmezci, D., & Cakiroglu, D. (2009). Investigation of immunomodulatory effects of levamisole and vitamin E on immunity and some blood parameters in newborn Jersey calves. *Veterinary research communications*, 33, 711-721.
- Plumb, D. C. (2018). *Plumb's veterinary drug handbook: Desk*: John Wiley & Sons.
- Sajid, M., Iqbal, Z., Muhammad, G., & Iqbal, M. (2006). Immunomodulatory effect of various anti-parasitics: a review. *Parasitology*, 132(3), 301-313.
- Sarkar, P., & Rautaray, S. (2009). A study of serum malondialdehyde levels and paraoxanase activity in ischemic stroke patients. *Biomedical research*, 20(1), 64-64.
- Schatzman, S. S., & Culotta, V. C. (2018). Chemical warfare at the microorganismal level: a closer look at the superoxide dismutase enzymes of pathogens. *ACS infectious diseases*, 4(6), 893-903.
- Silvestrini, A., Meucci, E., Ricerca, B. M., & Mancini, A. (2023). Total antioxidant capacity: biochemical aspects and clinical significance. *International journal of molecular sciences*, 24(13) 10978.
- Simmons, T. W., & Jamall, I. S. (1988). Significance of alterations in hepatic antioxidant enzymes. Primacy of glutathione peroxidase. *Biochemical Journal*, 251(3), 913-917.
- Symoens, J., & Rosenthal, M. (1977). Levamisole in the modulation of the immune response: the current experimental and clinical state.
- Tibbetts, L. (2019). 17 Exotic Animal Medicine. *Mosby's Comprehensive Review for Veterinary Technicians E-Book*, 370.
- Tiedge, M., Lortz, S., Drinkgern, J., & Lenzen, S. (1997). Relation between antioxidant enzyme gene expression and antioxidative defense status of insulin-producing cells. *Diabetes*, 46(11), 1733-1742.
- Torabi Asl, M., Yasini, S. P., & Shirazi Beheshtiha, S. H. (2022). Evaluation of antioxidant enzymes and lipid peroxidation before and after ovariohysterectomy in queen. *Iranian Veterinary Journal*, 18(1), 71-76.
- Trimarchi, H., Mongitore, M., Baglioni, P., Forrester, M., Freixas, E., Schropp, M., . . . Alonso, M. (2003). N-acetylcysteine reduces malondialdehyde levels in chronic hemodialysis patients--a pilot study. *Clinical Nephrology*, 59(6), 441-446.
- Valdivia, P. A., Zenteno-Savín, T., Gardner, S. C., & Aguirre, A. A. (2007). Basic oxidative stress metabolites in eastern Pacific green turtles (*Chelonia mydas agassizii*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 146(1-2), 111-117.
- Vamberger, M., Stuckas, H., Ayaz, D., Graciá, E., Aloufi, A. A., Els, J., . . . Fritz, U. (2013). Conservation genetics and phylogeography of the poorly known Middle Eastern terrapin *Mauremys caspica* (Testudines: Geoemydidae). *Organisms Diversity & Evolution*, 13, 77-85.
- Vasquez, M., Zuniga, M., & Rodriguez, A. (2021). Oxidative stress and pathogenesis in malaria. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 11, 768182.
- Vergles Rataj, A., Lindtner-Knific, R., Vlahović, K., Mavri, U., & Dovč, A. (2011). Parasites in pet reptiles. *Acta veterinaria scandinavica*, 53(33), 1-20.
- Yigit, A., Cinar, M., & Yildirim, E. (2012). The effects of levamisole on oxidative stress induced by copper intoxication in broilers. *New Zealand Veterinary Journal*, 60(5), 273-277.
- Youssefi, M. R., Mousapour, A., Nikzad, R., Gonzalez-Solis, D., Halajian, A., & Rahimi, M. T. (2016). Gastrointestinal helminths of the Caspian turtle, *Mauremys caspica* (Testudines), from Northern Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, 40, 65-68.
- Yuslianti, E. R., Ratwita, W., Koswara, T., & Afra, A. (2024). Potential of Rambutan-Honey Antioxidants in Reducing Malondialdehyde Levels and Regenerating Hepatocyte Cells in Isoniazid-Rats Induced. *Jurnal Profesi Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 18(1), 76-83.

Received: 07.02.2025

Accepted: 28.08.2025

بررسی مولکولی و هماتولوژیک آلودگی به آناپلازما مارژیناله در بزهای بومی و نجدی اهواز

حسین حمیدی نجات^۱، علی عباس نیکوند^{۲*}، مریم عباس زاده^۳، سیده میثاق جلالی^۲ و سمیه بهرامی^۱

^۱ استاد گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۲ دانشیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۳ دانش آموخته کارشناسی ارشد انگل شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۳۰

چکیده

آنپلازما جزء میکروارگانیسم‌های داخل سلولی اجباری است که گلبول‌های قرمز پستانداران به ویژه نشخوارکنندگان را آلوده می‌کند. نظر به نقش با اهمیت آنپلازما مارژیناله در ایجاد آنپلاسموز در گاو، مطالعات متعددی در راستای ردیابی این پاتوژن در دیگر گونه‌های دامی انجام شده است، اما از وضعیت آلودگی و بیماری‌زایی آن در بز نجدی اطلاعی در دست نیست. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی مولکولی و هماتولوژی آلودگی به آنپلازما مارژیناله در بزهای نژاد نجدی و بومی در شهرستان اهواز انجام شد. در این بررسی، از ۱۵۰ رأس بز به ظاهر سالم (۷۶ رأس نجدی و ۷۴ رأس بومی) از ۶ گله در حومه شهر اهواز خون‌گیری انجام شد و آلودگی به آنپلازما مارژیناله با روش‌های هماتولوژی و PCR بررسی شد. در گسترش میکروسکوپی خون، اجرام شبه آنپلاسمایی به ترتیب در ۲۲/۴ درصد و ۲۹/۷ درصد بزهای نجدی و بومی تشخیص داده شد. آزمایش PCR خون کامل نیز آلودگی را در ۲۷/۶ درصد بزهای نجدی و ۳۲/۸ درصد بزهای بومی آشکار کرد. بین مقادیر شاخص‌های هماتولوژی در دو گروه آلوده و غیرآلوده بر اساس هر دو روش تشخیصی، تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت. در ۶ گله مورد مطالعه، پرورش و چرای همزمان بزهای نجدی با دیگر گونه‌های دامی مشاهده شد. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار شاخص‌های هماتولوژیک در بزهای آلوده و غیرآلوده، به نظر می‌رسد که بزهای مبتلا به عنوان مخزنی برای آنپلازما مارژیناله مطرح باشند. آلودگی به آنپلازما مارژیناله در بزهای مورد مطالعه ممکن است متأثر از پرورش همزمان گونه‌های مختلف دامی باشد.

کلمات کلیدی: آنپلازما مارژیناله، بز نجدی، پرورش چندگونه‌ای، گسترش خونی، PCR

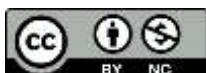
مقدمه

آنپلازماها ارگانیسم‌های باکتریایی داخل سلولی اجباری هستند که توانسته‌اند سلامت انسان، دام‌های اهلی و حیوانات خانگی را تحت تأثیر قرار دهند (Cabezas-). گونه‌های این (Cruz et al, 2019; Palora et al, 2005).

جنس شامل آنپلازما مارژیناله، آنپلازما سنتراله، آنپلازما اویس، آنپلازما پلاتیس، آنپلازما بویس و آنپلازما فاگوسیتوفیلوم در نشخوارکننده بیماری آنپلاسموز را ایجاد می‌کنند. گونه اویس عامل بیماری

* نویسنده مسئول: علی عباس نیکوند، استاد گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

E-mail: a.nikvand@acu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

رسیده است (Jalali et al, 2013). ابتدای تحت بالینی گاومیش‌های رودخانه‌ای خوزستان به *آناپلازما مارژیناله* و نقش احتمالی این میزبان به عنوان مخزن برای بیماری بالینی در گاو مطرح شده است (Nikvand et al, 2020). در این زمینه، گوسفند نیز به عنوان یک مخزن طبیعی برای *آناپلازما مارژیناله* شناخته شده است (Yousefi et al, 2017). نظر به تفاوت‌هایی در پرورش بزهای نجدی در مقایسه با بزهای بومی از قبیل نگهداری در قالب گله‌های کوچک، پرورش خانگی آن‌ها و نیز پرورش سنتی محصور در کنار دیگر گونه‌های دامی در استان خوزستان، مطالعه حاضر با هدف بررسی آلودگی بزهای نژاد نجدی و بومی به *آناپلازما مارژیناله* با روش‌های میکروسکوپی گسترش خونی و PCR انجام گرفت.

مواد و روش کار

بررسی حاضر در قالب یک مطالعه مقطعی بر روی ۷۶ رأس بز نژاد نجدی و ۷۴ رأس بز نژاد بومی از پنج منطقه جغرافیایی مرکز، شمال، جنوب، شرق و غرب شهر اهواز در سال ۱۴۰۱ که قبلاً برای بررسی آلودگی به *آناپلازما اویس* مورد مطالعه قرار گرفته بودند (Abbas Zadeh et al, 2024)، انجام گرفت. بزهای مورد مطالعه از ۶ گله بز به صورت تصادفی ساده از هر دو جنس انتخاب شدند. از ۷۶ رأس بز نژاد نجدی، ۸ رأس نر و ۶۸ رأس ماده و از ۷۴ رأس بز نژاد بومی، ۵۵ رأس ماده و ۱۹ رأس نر بودند. همه بزهای مورد بررسی در مطالعه حاضر، به ظاهر سالم و فاقد علائم بالینی بودند. میانگین سن بزهای نژاد نجدی $2/5 \pm 1/3$ سال و میانگین سن بزهای نژاد بومی $1/82 \pm 1/1$ سال تعیین گردید. پس از ثبت متغیرهای مستقلی مانند سن، جنس و پرورش همزمان با گونه‌های دیگر، از هر رأس بز یک نمونه خون به میزان ۵ میلی‌لیتر از ورید و داج با سرنگ یکبار مصرف گرفته شد و پس از تقسیم در دو لوله حاوی ضد انعقاد (EDTA)، جهت انجام آزمایش‌های هماتولوژی و مولکولی به آزمایشگاه‌های کلینیکال پاتولوژی و انگل‌شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل گردید.

بالینی در گوسفند و بز، گونه بویس و *مارژیناله* عامل بیماری در گاو، گاومیش و نشخوارکنندگان وحشی می‌باشند (Constable et al, 2017). آلودگی و بیماری بالینی خفیف گاو به *آناپلازما سنتراله* که ارتباط نزدیکی با *آناپلازما مارژیناله* دارد، نیز در قاره آفریقا رخ می‌دهد (Kocan et al, 2010). آناپلازموز از بیماری‌های مهم دام‌های اهلی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان است که اساساً توسط گزش کنه منتقل می‌شود؛ اگر چه انواع دیگری از انتقال از طریق نیش مگس‌ها، انتقال خون، پلاک‌کوبی گوش، اخته کردن و سرسوزن آلوده چند بار مصرف نیز گزارش شده است (Bekker et al, 2003; Uilenberge, 1997). مطالعه پراکنش کنه‌ها در استان خوزستان نشان داده است که گونه‌های ریپی‌سفالوس و هیالوما عمده ترین کنه‌های سخت آلوده کننده دام‌ها هستند (Pazhoom et al, 2023). بیماریزایی آناپلازماها بدین گونه است که پس از گزش کنه، باکتری از طریق آندوسیتوز به داخل گلبول‌های قرمز نفوذ کرده و در آن جا تکثیر می‌کند؛ سپس از طریق آگزوسیتوز خارج شده و دیگر گلبول‌های قرمز را درگیر می‌کند. گلبول‌های قرمز آلوده از طریق سیستم ریتکولواندوتلیال، به خصوص طحال حذف می‌شوند. این امر سبب ایجاد آنمی در دام بیمار می‌شود. دام‌های بیمار بهبود یافته عمدتاً ناقل بوده و گاهی تا آخر عمر مخزن باقی می‌مانند (Constable et al, 2017). شکل حاد بیماری با کاهش وزن، تب و رنگ پریدگی مخاط، زردی و کاهش تولید شیر مشخص می‌شود و گاهی با مرگ همراه می‌شود (Kocan et al, 2003). از بین گونه‌های شناخته شده آناپلازما، نوع *مارژیناله* بیشترین بیماریزایی را داشته و مسبب ضررهای اقتصادی وسیعی در گاو و گاومیش در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است (Constable et al, 2017). آلودگی به این پاتوژن در دیگر گونه‌ها نیز دیده شده است. آلودگی تحت بالینی بز به *آناپلازما مارژیناله* به روش تشخیص مولکولی PCR در برزیل گزارش شده است (da Silva et al, 2018). آلودگی همزمان گوسفندان به *آناپلازما اویس* و *مارژیناله* در شهرستان اهواز به ثبت

آزمایش‌های هماتولوژی در همان روز نمونه‌گیری، حداکثر به فاصله ۲ ساعت پس از خونگیری انجام شدند. از هر نمونه خون حاوی EDTA دو گسترش نازک خونی تهیه شد. گسترش‌های خونی به مدت ۳۰ ثانیه با متانول تثبیت شده و پس از رنگ‌آمیزی با گیمسا به مدت ۱۵ دقیقه، تعداد ۲۰ میدان میکروسکوپی از نظر وجود گنجیدگی‌های آناپلاسمایی با بزرگنمایی ۱۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌های هماتولوژی بر روی نمونه‌های خون شامل شمارش کلی و تفریقی گلبول‌های سفید (Differential Count)، غلظت هموگلوبین (Hb)، درصد هماتوکریت و شمارش گلبول‌های قرمز توسط دستگاه شمارشگر سلولی (BC2800, Mindray, China) انجام شد. شمارش تفریقی گلبول‌های سفید بر روی گسترش‌های خونی رنگ‌آمیزی شده با گیمسا توسط میکروسکوپ نوری صورت گرفت.

از هر نمونه‌ی خون ارسالی به آزمایشگاه انگل‌شناسی، ۲ میلی‌لیتر خون جدا و جهت استخراج DNA مورد استفاده قرار گرفت. استخراج DNA از نمونه‌های خون با استفاده از کیت استخراج DNA سیناکلون (ایران) مطابق دستورالعمل شرکت سازنده صورت پذیرفت. نمونه‌های DNA استخراج شده تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

بررسی انتشار داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov نشان داد که داده‌های میزان هموگلوبین، هماتوکریت، تعداد گلبول‌های قرمز، تعداد گلبول‌های سفید و تعداد لنفوسیت‌ها از انتشار یکسانی برخوردار بودند. داده‌های تعداد نوتروفیل‌ها و ائوزینوفیل‌ها انتشار یکسانی نداشتند. برای بررسی تفاوت میانگین مقادیر شاخص‌های هماتولوژی مورد مطالعه با انتشار یکسان در دو گروه آلوده و غیرآلوده در هر دو نژاد از آزمون T مستقل استفاده شد. همچنین برای بررسی تفاوت میانگین مقادیر داده‌های هماتولوژی با انتشار غیریکسان در گروه‌های مذکور از آزمون U-Mann Whitney استفاده شد. به منظور بررسی ارتباط بین نژاد و آلودگی از آزمون مربع کای (Chi-square) استفاده شد. آزمون‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 21 انجام شد.

نتایج

نتایج گسترش میکروسکوپی خون

نظر به لخته شدن خون تعداد ۱۰ رأس از بزهای بومی و عدم امکان آنالیز فاکتورهای هماتولوژیک، از مطالعه حذف شدند. بنابراین از بین ۶۴ رأس بز بومی مورد بررسی، ۱۹ (۲۹/۷ درصد) رأس در گسترش میکروسکوپی آلوده به اجرام شبه آناپلاسمایی بودند. همچنین در گسترش میکروسکوپی خون ۷۶ رأس بز نژاد نجدی مورد مطالعه، تعداد ۱۷ رأس (۲۲/۴ درصد) واجد اجرام شبه آناپلاسمایی تشخیص داده شد (Figure 1). به طور کلی، از بین ۱۴۰ نمونه خون مورد بررسی از هر دو نژاد بومی و نجدی، تعداد ۳۶ مورد (۲۵/۷ درصد) آلوده به اجرام شبه آناپلاسمایی تشخیص داده شدند.

آزمایش‌های هماتولوژی در همان روز نمونه‌گیری، حداکثر به فاصله ۲ ساعت پس از خونگیری انجام شدند. از هر نمونه خون حاوی EDTA دو گسترش نازک خونی تهیه شد. گسترش‌های خونی به مدت ۳۰ ثانیه با متانول تثبیت شده و پس از رنگ‌آمیزی با گیمسا به مدت ۱۵ دقیقه، تعداد ۲۰ میدان میکروسکوپی از نظر وجود گنجیدگی‌های آناپلاسمایی با بزرگنمایی ۱۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌های هماتولوژی بر روی نمونه‌های خون شامل شمارش کلی و تفریقی گلبول‌های سفید (Differential Count)، غلظت هموگلوبین (Hb)، درصد هماتوکریت و شمارش گلبول‌های قرمز توسط دستگاه شمارشگر سلولی (BC2800, Mindray, China) انجام شد. شمارش تفریقی گلبول‌های سفید بر روی گسترش‌های خونی رنگ‌آمیزی شده با گیمسا توسط میکروسکوپ نوری صورت گرفت.

از هر نمونه‌ی خون ارسالی به آزمایشگاه انگل‌شناسی، ۲ میلی‌لیتر خون جدا و جهت استخراج DNA مورد استفاده قرار گرفت. استخراج DNA از نمونه‌های خون با استفاده از کیت استخراج DNA سیناکلون (ایران) مطابق دستورالعمل شرکت سازنده صورت پذیرفت. نمونه‌های DNA استخراج شده تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آزمایش PCR توسط دستگاه ترموسایکلر مدل TC-96/G/H(b)C (China) انجام گرفت. برای این منظور، یک زوج پرایمر الیگونوکلئوتیدی بر اساس سکانس ژن *msp4* آناپلازما مارژیناله مشابه با روش Torina و همکاران (۲۰۰۸) مورد استفاده قرار گرفت. توالی زوج پرایمر در Table 1 مشاهده می‌شود.

Table 1: Primer sequences used for the multiplying of *A. marginale* in Najdi and native goats

Primer	Sequence
Forward (Ana F)	5'_CTGAAGGGGAGTAATGGG_3'
Reverse (Ana R)	5'_GGTAATAGCTGCCAGAGATTCC_3'

واکنش PCR در حجم ۲۵ میکرولیتر انجام گرفت؛ به گونه‌ای که هر واکنش حاوی مواد زیر بود. ۱۲/۵ میکرولیتر

بررسی رابطه بین نتایج PCR خون با نتایج گسترش میکروسکوپی

از بین ۴۲ رأس بز از هر دو نژاد که در آزمایش PCR آلوده به *Anaplasma* مارژیناله تشخیص داده شدند، تعداد ۱۹ مورد در گسترش میکروسکوپی اجرام شبه آناپلاسمایی داشتند. همچنین از بین ۹۸ رأس که در آزمایش PCR منفی بودند در گسترش میکروسکوپی ۱۷ رأس اجسام شبه آناپلاسمایی مشاهده شد. بررسی‌های آماری با استفاده از آزمون مربع کای و Continuity correction ارتباط معنی‌داری بین دو روش تشخیصی را نشان نداد ($P > 0.05$).

میزان ضریب توافق کاپا (Kappa) برای دو روش PCR و گسترش میکروسکوپی نیز ۲۹/۱ درصد تعیین گردید که ضریب توافق ضعیفی را نشان می‌دهد.

مقایسه مقادیر شاخص‌های هماتولوژی بزهای سالم و آلوده به *Anaplasma* مارژیناله بر اساس نتایج PCR

قابل توجه آن که از ۲۱ رأس بز نجدی تعداد ۸ رأس تنها به *Anaplasma* مارژیناله و تعداد ۱۳ رأس همزمان به *Anaplasma* اویس و مارژیناله آلوده بودند. نتایج آلودگی به *Anaplasma* اویس در این نمونه‌ها قبلاً توسط محققین حاضر گزارش شده است (Abbas Zadeh et al, 2024). بنابراین جهت حذف اثر مخدوشگر آلودگی به *Anaplasma* اویس بر مقایسه داده‌های هماتولوژی، مقایسه داده‌های ۸ رأس بز نجدی که تنها به *Anaplasma* مارژیناله آلوده بودند با ۲۰ رأس که در آزمایش PCR و نیز گسترش میکروسکوپی غیرآلوده تشخیص داده شدند، در Table 2 آمده است. بررسی‌های آماری با استفاده از آزمون T مستقل نشان داد که بین مقادیر هماتولوژی بزهای نجدی آلوده به *Anaplasma* مارژیناله با مقادیر هماتولوژیک بزهای نجدی غیرآلوده تفاوت آماری معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0.05$).

از ۲۴ رأس بز بومی که به *Anaplasma* مارژیناله آلوده بودند، تعداد ۹ رأس همزمان به *Anaplasma* اویس آلوده بودند؛ نتایج مربوط به آلودگی به *Anaplasma* اویس در یک مطالعه اخیر گزارش شده است (Abbas Zadeh et al, 2024).

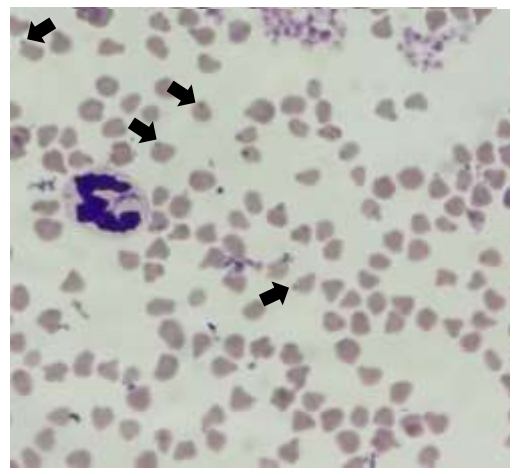


Figure 1: Najdi goat erythrocyte infected with *Anaplasma*-like inclusion bodies (arrows) in blood smear stained with Giemsa.

نتایج آزمایش PCR

به طور کلی از بین ۱۴۰ رأس بز بومی و نجدی مورد مطالعه، تعداد ۴۲ رأس (۳۰ درصد) در آزمایش PCR آلودگی به *Anaplasma* مارژیناله را نشان دادند؛ به گونه‌ای که از ۷۶ رأس بز نژاد نجدی، تعداد ۲۱ رأس (۲۷/۶ درصد) و از ۶۴ رأس بز نژاد بومی، تعداد ۲۱ رأس (۳۲/۸ درصد) آلوده به *Anaplasma* مارژیناله بودند. محصول PCR *Anaplasma* مارژیناله به اندازه مورد انتظار با باند مشخص ۳۴۴ bp بود (Figure 2). بررسی‌های آماری با استفاده از آزمون مربع کای نشان داد که بین میزان آلودگی به *Anaplasma* مارژیناله (بر اساس نتایج PCR) و نژاد ارتباط آماری معنی‌داری یافت نشد ($P > 0.05$).

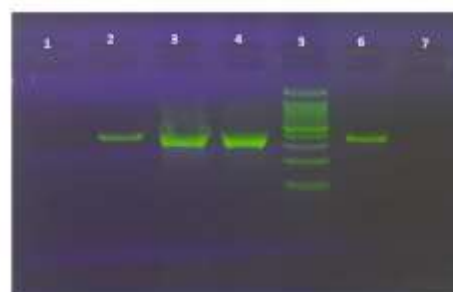


Figure 2: Agarose gel electrophoresis of the amplified product of a fragment of *Anaplasma* msp4 gene by PCR method using *A. marginale* specific primer. Column 1: negative sample; Columns 2 to 4: positive samples of *A. marginale*; Column 5: bp100 marker (Cinagen, Iran); Column 6: positive control sample; Column 7: negative control sample.

بررسی‌های آماری با استفاده از آزمون T مستقل نشان داد که بین مقادیر هماتولوژی بزهای بومی آلوده به آناپلازما مارژیناله با مقادیر هماتولوژیک بزهای بومی غیرآلوده تفاوت آماری معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0.05$).

بنابراین به منظور حذف اثر مخدوشگر آلودگی به آناپلازما اویس، مقایسه داده‌های هماتولوژی ۱۵ رأس بز بومی آلوده به آناپلازما مارژیناله با ۲۶ رأس که در آزمایش PCR و نیز گسترش میکروسکوپی غیر آلوده تشخیص داده شدند، در Table 3 آمده است. لازم به ذکر است که

Table 2: Comparison of mean values (\pm SD) of hematologic indices in non-infected and infected Najdi goats with *A. marginale* based on PCR results

Index	Hb (g/dl)	PCV (%)	RBC ($10^6/\mu\text{l}$)	WBC ($10^3/\mu\text{l}$)	Neutrophil ($10^3/\mu\text{l}$)	Lymphocyte ($10^3/\mu\text{l}$)	Eosinophil ($10^3/\mu\text{l}$)
Non-infected	7.9 \pm 1.3	20.1 \pm 1.3	14.9 \pm 2.2	14.9 \pm 5.3	4.6 \pm 3.9	7.1 \pm 5.0	0.2 \pm 0.07
Infected	7.0 \pm 1.1	18.5 \pm 2.3	13.3 \pm 2.4	16.6 \pm 6.2	7.9 \pm 4.6	8.6 \pm 2.8	0.04 \pm 0.04
P Value	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05

Table 3: Comparison of mean values (\pm SD) of hematologic indices in non-infected and infected native goats with *A. marginale* based on PCR results

Index	Hb (g/dl)	PCV (%)	RBC ($10^6/\mu\text{l}$)	WBC ($10^3/\mu\text{l}$)	Neutrophil ($10^3/\mu\text{l}$)	Lymphocyte ($10^3/\mu\text{l}$)	Eosinophil ($10^3/\mu\text{l}$)
Non-infected	8.8 \pm 1.1	21.4 \pm 2.6	16.1 \pm 1.7	18.0 \pm 5.1	5.8 \pm 3.4	11.2 \pm 3.8	0.31 \pm 0.3
Infected	8.4 \pm 0.8	20.3 \pm 2.9	16.0 \pm 1.2	15.7 \pm 5.2	4.3 \pm 2.6	10.8 \pm 4.3	0.33 \pm 0.3
P Value	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05

به گزارش‌های موجود از ابتلای گونه‌های مختلف دامی به آناپلازما مارژیناله و مطرح بودن نقش مخزنی آن‌ها برای ابتلای گاو از یک سو (Nikvand et al, 2020) و پرورش مرسوم همزمان این نژاد با دیگر گونه‌های دامی در استان خوزستان از سوی دیگر، بررسی مولکولی آلودگی به آناپلازما مارژیناله در بزهای نژاد نجدی و بومی در شهرستان اهواز اهمیت می‌یابد.

نتایج مطالعه حاضر روی ۱۴۰ رأس بز نژاد نجدی و بومی با استفاده از روش PCR نشان داد که ۲۷/۶ درصد بزهای نژاد نجدی و ۳۲/۸ درصد بزهای نژاد بومی آلوده به آناپلازما مارژیناله بودند. به طور کلی، از بین ۱۴۰ رأس بز نژاد بومی و نجدی، ۳۰ درصد آلوده به آناپلازما مارژیناله بودند.

در مطالعه‌ای مشابه‌ای که توسط Jalali و همکاران (۲۰۱۶) با بهره‌گیری از آزمایش PCR-RFLP روی ۱۰۴ نمونه خون بز در منطقه اهواز صورت گرفت، ۶۵/۴ درصد

به طور کلی، اگر چه اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین داده‌های مربوط به شاخص‌های گلبول‌های قرمز دو گروه آلوده و غیرآلوده در هر دو نژاد یافت نشد، اما میانگین مقادیر مربوطه در گروه‌های آلوده پایین‌تر از گروه غیرآلوده بود.

در همه گله‌های مورد مطالعه پرورش همزمان بزهای نجدی و بومی با دیگر گونه‌های دامی از جمله اسب، گاو و گوسفند مشاهد شد.

بحث

آنپلازما مارژیناله یک ارگانسیم داخل اریتروسیستی منتقله از کنه می‌باشد که میزبان‌های خاص خود را که اغلب نشخوارکنندگان هستند، آلوده می‌کند (Kocan et al, 2010). اگر چه آنپلازما مارژیناله عامل اختصاصی بیماری بالینی آنپلاسموز در گاو شناخته شده است، مطالعات مختلف آلودگی دیگر گونه‌های دامی از جمله گاو میش، بز، گوسفند و شتر به آن را گزارش کرده‌اند (Elhaig et al, 2024).

تسهیل‌گر انتقال بین‌گونه‌ای پاتوژن‌های مختلف باشد. این ویژگی به طور خاص، در مورد نگهداری همزمان بزهای نژاد نجدی در گله‌های کوچک خانگی با دیگر گونه‌های دامی در این مطالعه به روشنی مشاهده شد.

نظر به نقش با اهمیت آناپلازما مارژیناله در ایجاد بیماری آناپلازموز در گاو، مطالعات متعددی در راستای جست‌وجوی این پاتوژن در دیگر گونه‌های دامی و شناسایی مخازن طبیعی آن انجام شده است (Nikvand et al, 2020; da Silva et al, 2013; Jalali et al, 2013; Debeila, 2012). در این راستا، دیگر محققین آلودگی شتر به این عامل بیماریزا را نیز گزارش کرده‌اند (Mahmoud et al, 2022; Omer et al, 2023). در این زمینه، Yousefi و همکاران نیز به نقش گوسفند به عنوان مخزن طبیعی برای آناپلازما مارژیناله اشاره داشته‌اند (Yousefi et al, 2017). بر اساس مطالعه حاضر، بزهای نژاد نجدی همانند بزهای بومی می‌توان به عنوان حامی طبیعی برای بقای آناپلازما مارژیناله و احتمال انتقال آن به گاو مورد توجه قرار گیرد. بنابراین، در خصوص ارتباط بین گونه آناپلازما مارژیناله در بزهای منطقه (اهواز) با گونه آلوده‌کننده و بیماریزای آن در گاوهای منطقه انجام مطالعات مولکولی مربوطه، ضروری به نظر می‌رسد.

در خصوص ارتباط نتایج گسترش میکروسکوپی و نتایج PCR، ضریب توافق کاپای ضعیفی (۲۹/۱ درصد) مشاهده شد؛ ضریب توافقی تقریباً مشابه و ضعیفی بین نتایج دو روش میکروسکوپی گسترش خونی و PCR در تشخیص آناپلازموز روی گاو میش‌ها و گاوهای ناقل به ترتیب توسط Nikvand و همکاران در سال ۲۰۲۰ (۲۲ درصد) و Noamam و Shayan در سال ۲۰۱۰ (۲۹ درصد) گزارش شده است. دو دلیل احتمالی می‌تواند برای توافق ضعیف نتایج PCR و گسترش خونی برشمرد؛ اول آن که عفونت همزمان با دیگر آناپلازماها از جمله اویس یک یافته رایج در بز است که به دنبال آلودگی دام به گونه‌های مختلف کنه با توانایی بالا در حمل پاتوژن‌های متعدد رخ می‌دهد (Renneker et al, 2013). دوم چون که عفونت به

آلودگی به آناپلازما اویس گزارش شده است، درحالی که آلودگی به آناپلازما مارژیناله بررسی نشده است. در Botswana آفریقای جنوبی در بررسی که به منظور آناپلازموز با استفاده از روش PCR روی ۱۰۰ رأس بز از ۱۰ گله در مناطق روستایی انجام شد، در حالی که ۷۶ درصد آلوده به آناپلازما اویس بودند، هیچ یک آلوده به مارژیناله نبودند (Berthelsson et al, 2020). یک مطالعه اخیر که در برزیل انجام شد، میزان آلودگی به آناپلازما مارژیناله با روش مولکولی PCR در ۴۰۳ رأس بز را ۲/۷ درصد گزارش کردند (da Silva et al, 2018). همچنین Yousefi و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند در حالی که ۳۴/۷ درصد از ۱۶۴ رأس بز مراتع مرتفع استان همدان آلوده به آناپلازما اویس بودند، هیچ یک آلوده به آناپلازما مارژیناله نبودند (Yousefi et al, 2017). نتایج میزان آلودگی به آناپلازما مارژیناله در بز در تحقیقات ذکر شده (۰ درصد، ۲/۷ درصد، ۰ درصد)، نه تنها با نتیجه مطالعه حاضر، بلکه با همدیگر متفاوت بودند؛ این مسأله ممکن است به فاکتورهایی از جمله تفاوت آب و هوایی (کوهستانی مرتفع در مقابل نیمه گرمسیری) اختلاف در حجم نمونه‌ها (۱۰۴، ۴۰۳، ۱۰۰ و ۱۶۴ رأس در مقابل ۱۵۰ رأس در مطالعه حاضر)، تفاوت احتمالی در اقدامات کنترلی انگل‌های خارجی (Rahman et al, 2022) و تفاوت در پرورش و چرای همزمان با دیگر گونه‌ها از جمله گاو (da Silva et al, 2018) منتسب باشد. در خصوص اهمیت پرورش همزمان چندگونه‌ای، da Silva و همکاران در سال ۲۰۱۸ نشان داده‌اند که از ۳۰۴ رأس بزی که چرای همزمان با گاو و گوسفند داشته‌اند، ۱۱ رأس آلوده به آناپلازما مارژیناله بودند در حالی که از ۹۹ رأس که تنها نگهداری می‌شدند، هیچ یک آلوده نبودند. چند مطالعه اخیر نیز به اهمیت چرای چندگونه‌ای در تسهیل انتقال آناپلازما مارژیناله بین گاو و گاو میش (Sliva et al, 2014) و گاو و بز (Barbosa et al, 2021) تأکید داشته‌اند. بر اساس تجربه نویسندگان، در استان خوزستان، نگهداری و چرای گونه‌های مختلف دامی با همدیگر، به تکرار، توسط محققین این مطالعه مشاهده شده است؛ این مسأله می‌تواند

بررسی به نظر می‌رسد که مربوط به یک عفونت پایدار و مزمن باشد. در تصدیق نتایج حاضر، Tavares-Marques و همکاران در سال ۲۰۱۰ در ونزوئلا بیان داشتند که بزهای آلوده به آناپلازما مارژیناله فاقد آنمی، تب و دیگر نشانه‌های بالینی آناپلاسموز بودند (Tavares-Marques et al, 2010). به هر حال، با توجه به سلامت بالینی و عدم تفاوت معنی‌دار شاخص‌های هماتولوژی بزهای آلوده و غیرآلوده، به نظر می‌رسد که آناپلازما مارژیناله برای بزهای نجدی و بومی بیماری‌زایی نداشته باشد.

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که وجود آلودگی قابل توجه بزهای نژاد نجدی و بومی در این منطقه به آناپلازما مارژیناله ممکن است متأثر از پرورش همزمان گونه‌های مختلف دامی بوده و نقش اپیدمیولوژیک بز برای آناپلازما مارژیناله و آناپلاسموز در گاو را مطرح می‌کند. این استنباط به وسیله عدم تفاوت معنی‌داری که بین مقادیر هماتولوژی دام‌های سالم و آلوده به آناپلازما مارژیناله مشاهده شد نیز حمایت می‌شود.

آنپلازما مارژیناله در بز اغلب تحت بالینی است، بنابراین انتظار می‌رود که میزان پارازایتمی به مقداری کم‌تر از حد قابل تشخیص (در حدود 10^6 اریتروسیت آلوده در هر میلی‌لیتر) توسط بررسی میکروسکوپی کاهش یابد (Singh et al, 2012).

مقایسه میانگین مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد گلبول‌های قرمز در بزهای نجدی و بومی آلوده و غیرآلوده به آناپلازما مارژیناله بر اساس روش PCR خون، تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد. با این وجود، میانگین مقادیر مربوطه در گروه‌های آلوده پایین‌تر از گروه غیرآلوده بود. به هر حال شاخص‌های تعداد گلبول‌های قرمز و مقدار هموگلوبین در بزهای آلوده و غیرآلوده بومی و نیز تعداد گلبول‌های قرمز در بزهای نجدی آلوده و غیرآلوده در مقایسه با مقادیر طبیعی (Constable et al, 2017) در محدوده طبیعی قرار داشت. با توجه به این که همه بزهای مورد بررسی در مطالعه حاضر، به ظاهر سالم و فاقد علائم بالینی بودند؛ بنابراین، آلودگی‌های مشخص شده در این

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

بدین وسیله نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

منابع مالی

تمامی منابع مالی این تحقیق در قالب پژوهانه (SCU.VC1401.30378) اساتید راهنما و مشاور تأمین شده است.

منابع

Abbas Zadeh, M., Hamidinejat, H., Nikvand, A.A., Jalali, S.M. & Bahrami, S., 2024. Molecular and haematological investigations on Anaplasma ovis infection in goats in Ahvaz, Iran: Insights into infection rate, haemolytic effect and breed influences. *Veterinary Medicine and Science*, 10(2), e1404.

Barbosa, I. C., Andre, M. R., do Amaral, R. B., Valente, J. D., Vasconcelos, P. C., Oliveira, C. J., Jusi, M. M. G., Machado, R. Z., Vieira, T.S., Ueti, M. W. & Vieira, R. F. (2021). Anaplasma marginale in goats from a multispecies grazing system in northeastern Brazil. *Ticks and tick-borne diseases*, 12(1), 101592.

- Bekker, C.P., De Vos, S., Taoufik, A., Sparagano, O. A. & Jongejan, F. (2002). Simultaneous detection of *Anaplasma* and *Ehrlichia* species in ruminants and detection of *Ehrlichia ruminantium* in *Amblyomma variegatum* ticks by reverse line blot hybridization. *Veterinary Microbiology*, 89, 223-238.
- Berthelsson, J., Ramabu, S. S., Lysholma, S., Aspan, A. & Wensman, J. J. (2020). *Anaplasma ovis* infection in goat flocks around Gaborone, Botswana. *Comparative Clinical Pathology*, 29, 167-172.
- Cabezas-Cruz, A., Gallois, M., Fontugne, M., Allain, E., Denoual, M., Moutailler, S., Devillers, E., Zientara, S., Memmi, M., Chauvin, A., Agoulon, A., Vayssier-taussat, M. & Chartier, C. (2019). Epidemiology and genetic diversity of *Anaplasma ovis* in goats in Corsica, France. *Parasites and Vectors*, 12(3), 1-11.
- Constable, P. D., Hinchcliff, K.W., Done, S. H., & Grunberg, W. (2017). A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats. 11th ed. New York: Saunders Ltd., Pp: 2217-2218.
- da Silva, A. S., Lopes, L. S., Diaz, J. D. S., Tonin, A. A., Stefani, L. M. & Araujo, D. N. (2013). Lice outbreak in buffaloes: evidence of *Anaplasma marginale* transmission by sucking lice *Haematopinus tuberculatus*. *The Journal of parasitology*, 99, 546-547.
- da Siva, N. B., Taus, N. S., Johnson, W. C., Mira, A., Schnittger, L., Valente, J. D. M., Vidotto, O., Masterson, H. E., Vieira, T. S. W. J., Ueti, M. W. & Vieira, R. F. C. (2018). First report of *Anaplasma marginale* infection in goats, Brazil. *PLOS One*, 18(3), e0202140.
- Debeila, E. M. (2012). Occurrence of *Anaplasma* and *Ehrlichia* species in African buffalo (*Syncerus caffer*) in Kruger National Park and Hluhluwe-iMfolozi Park in South Africa. Submitted in partial fulfillment of the requirements of the Master of Science degree in the Department of Veterinary Tropical Diseases, Faculty of Veterinary Science, University of Pretoria.
- Elhaig, M. M., AlFaleh F. A. & Wahdan A. (2014). Molecular epidemiology and associated risk factors of *Anaplasma marginale* in camels and possible co-infections. *Microbial Pathogenesis*, 193, 106753.
- Jalali, S.M., Khaki, Z., Kazemi, B., Bandehpour, M., Rahbari, S., Razi Jalali, M. & Yasini, S. P. (2013). Molecular detection and identification of *Anaplasma* species in sheep from Ahvaz, Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 14, 50-56.
- Jalali, S. M., Bahrami, S., Rasooli, A. & Hasanvand, S. (2016). Evaluation of oxidant/antioxidant status, trace mineral levels, and erythrocyte osmotic fragility in goats naturally infected with *Anaplasma ovis*. *Tropical Animal Health and Production*, 48(6), 1175-1181.
- Kocan, K. M., de la Fuente, J., Guglielmo, A. A. & Melendez, R. D. (2003). Antigens and Alternatives for Control of *Anaplasma marginale* Infection in Cattle. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(4), 698-712.
- Kocan, K. M., de la Fuente, J., Blouin, E. F., Coetzee, J. F. & Ewing, S. A. (2010). The natural history of *Anaplasma marginale*. *Veterinary parasitology*, 167, 95-107
- Li, H., Zheng, Y. C., Ma, L., Jia, N., Jiang, B. G., Jiang, R. R., Huo, Q. B., Wang, Y. W., Liu, H. B., Chu, Y. L. & Song, Y. D., 2015. Human infection with a novel tick-borne *Anaplasma* species in China: a surveillance study. *The Lancet Infectious Diseases*, 15(6), 663-670.
- Mahmoud H. Y., Ali A. O. & Tanaka T. (2023). Molecular detection and characterization of *Anaplasma marginale* infecting cattle, buffalo, and camel populations in southern Egypt. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1169323.
- Nikvand, A. A., Besati, E. H., Gharibi, D. & Jalali, S. M. (2020). Molecular and hematologic survey on *Anaplasma marginale* infection in slaughtered water buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Ahvaz city, Iran. *Journal of Veterinary Research*, 75(2), 192-199.
- Noaman, V. & Shayan P. (2010). Comparison of Microscopy and PCR-RFLP for detection of *Anaplasma marginale* in carrier cattle. *Iranian Journal of Microbiology*, 2(2), 89-94.
- Omer, E., Elfheid, M., Alwazan, A., Alouffi, A. S., Alshammari, F. A., Eldesoukey, I. & Sultan, K. (2022). Molecular detection of *Anaplasma marginale* in Arabian camels (*Camelus dromedarius*) in Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(2), 73-76.
- Parola, P., Davoust, B. & Raoult, D. (2005). Tick- and flea-borne rickettsial emerging zoonoses. *Veterinary Research*, 36, 469-492.
- Pazhoom, F., Hamidinejat, H., Haji Hajikolaie, M.R. & Jolodar, A. (2023). Distribution of hard ticks and electron microscopy study of *Rhipicephalus* species in Khuzestan and Mazandaran provinces. *Iranian Veterinary Journal*, 19(2), 21-31.

- Rahman, M., Faruque, M. R., Rahman, M. M. & Chowdhury, M. Y. E. (2022). Epidemiology and molecular detection of *Anaplasma spp.* in goats from Chattogram district, Bangladesh. *Veterinary Medicine and Science*, 8(3), 1240-1249.
- Renneker, S., Abdo, J., Salih, D. E. A., Karagenç, T., Bilgiç, H., Torina, A., Oliva, A. G., Campos, J., Kullmann, B., Ahmed, J. & Seitzer, U. (2013). Can *Anaplasma ovis* in small ruminants be neglected any longer? *Transboundary and Emerging Diseases*, 60, 105-112.
- Silva, J. B., Cabezas-Cruz, A., Fonseca, A. H., Barbosa, J. D. & de la Fuente, J. (2014). Infection of water buffalo in Rio de Janeiro Brazil with *Anaplasma marginale* strains also reported in cattle. *Veterinary Parasitology*, 205, 730-734.
- Singh, H., Jyoti-Haque, M., Singh, N. K. & Rath, S. S. (2012). Molecular detection of *Anaplasma marginale* infection in carrier cattle. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 3, 55-58.
- Tavares-Marques, L. M., Núñez, C., Rey-Valeirón, C. & Reyna-Bello, A. (2010). Serological evidence of *Anaplasma spp.* in small ruminants from Venezuela using recombinant MSP5 in immunoenzymatic assay. *Revista Científica*, 20(5), 506-511.
- Torina, A., Alongi, A., Naranjo, V., Scimeca, S., Nicosia, S., Di Marco, V., Caracappa, S., Kocan, K. M. & de la Fuente, J. (2008). Characterization of *Anaplasma* infections in Sicily, Italy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1149(1), 90-93.
- Uilenberge, G. (1997). General review of tick-borne diseases of sheep and goats worldwide. *Parasitologia*, 39, 161-165.
- Yousefi, A., Rahbari, S., Shayan, P., Sadeghi-Dehkordi, Z. & Bahonar, A. (2017). Molecular detection of *Anaplasma marginale* and *Anaplasma ovis* in sheep and goat in west highland pasture of Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(5), 455-459.

Received: 19.01.2025

Accepted: 07.06.2025

The Effect of silver nanoparticles synthesized by macroalga *Cystoseira indica* on selected immune parameters of common carp (*Cyprinus carpio*)

Seraj Bit^{1*} and Mehrzad Mesbah²

¹ Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

² Professor, Department of Livestock, Poultry and Aquatic Animal Health, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran and Member of Excellence Center of Warm Water Fish Health, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 16.05.2025

Accepted: 07.09.2025

Abstract

The application of silver nanoparticles (AgNPs) in aquaculture has received considerable attention in the recent years due to their antimicrobial, antifungal, and antiviral properties, as well as their potential to modulate the immune system of aquatic organisms. Although biologically synthesized nanoparticles are considered environmentally friendly due to the use of natural compounds in their production, it is essential to evaluate their potential effects on aquatic organisms. This study aimed to investigate the impact of silver nanoparticles (AgNPs) biosynthesized by the macroalga *Cystoseira indica* on the immune parameters of common carp (*Cyprinus carpio*). The fish were exposed in the laboratory for 14 days to three sublethal concentrations of AgNPs corresponding to 10%, 25%, and 50% of the LC₅₀. Immune indices including lysozyme activity, complement activity, respiratory burst, peroxidase activity, white blood cell count, total protein, and immunoglobulin levels were assessed on days 1, 3, 7, and 14. Transmission electron microscopy revealed that the synthesized nanoparticles were spherical with an average size of 42.31 nm. The results indicated that, compared to the control group, exposure to 25% LC₅₀ significantly increased lysozyme activity but decreased complement, respiratory burst, and peroxidase activities on day 14. Additionally, the lysozyme activity significantly reduced in the fish exposed to 50% LC₅₀ on day 14. White blood cell counts increased significantly at all exposure concentrations relative to. Although total protein and immunoglobulin levels exhibited some fluctuations, no significant differences were observed compared to the control group. The findings indicated that only 25% LC₅₀ concentration of silver nanoparticles had a measurable effect on the immune indices of common carp, whereas other concentrations produced no significant alterations, and therefore no clear concentration-dependent trend was detected.

Keywords: Silver nanoparticles, *Cystoseira indica*, Immune index, Common carp

* **Corresponding Author:** Seraj Bit¹, Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
E-mail: serajbita@yahoo.com



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

The Impact of Nutritional Management, Herd Size, and Geographical Location on Heavy Metal Concentrations in Livestock Products: A Case Study in Dairy Farms of Isfahan Province

Saeed Jalali Jalalabadi¹, Arash Omid^{2*}, Aria Rasooli³, Mehdi Mohebbi-Fani² and Behnam Keshavarzi⁴

¹ PhD student of Feed Hygiene, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran

² Professor, Department of Animal Health Management, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran

³ Associate Professor, Department of Animal Health Management, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran

⁴ Professor, Department of Earth Sciences, College of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 15.03.2025

Accepted: 05.05.2025

Abstract

Pollution caused by heavy metals such as lead (Pb), cadmium (Cd), and arsenic (As), particularly due to industrial activities and poor management practices, poses a significant threat to human and animal health. This study evaluates the impact of nutritional management, herd size, and distance from industrial areas on heavy metal concentrations in samples of milk, water, animal feed, feed supplements, manure, and hair from 30 dairy farms located in Isfahan Province. Samples were collected from dairy farms with diverse characteristics, and the concentrations of heavy metals were measured using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The results indicated that regarding nutritional management, 30% of the farms were rated as poor (Level 1), 50% as moderate (Level 2), and 20% as good (Level 3). The average scores for nutritional management were 45% for Level 1, 70% for Level 2, and 90% for Level 3. Larger herd sizes (over 600 heads) were associated with an increase in cadmium concentrations in manure ($P=0.041$), while poor nutritional management was significantly correlated with higher lead concentrations in milk ($P=0.032$). Additionally, the concentration of arsenic in animal feed was influenced by proximity to industrial areas ($r=0.019$, $P=0.67$). The median lead concentration in milk was 0.028 mg/L, which exceeds the permissible limit of 0.02 mg/L. The Lead levels in feed were measured at 1.98 mg/kg, cadmium in manure at 0.06 mg/kg, cadmium in hair at 0.102 mg/kg, and arsenic in feed at 0.62 mg/kg, all of which were below the permissible limits. The poor quality of animal feed significantly contributes to the increased concentration of lead in milk. Improving management practices and utilizing high-quality feed resources are essential. It is recommended that continuous monitoring of the quality of food and water resources should be conducted to reduce the risks associated with heavy metals and ensure public health.

Key words: Pollution, Herd size, Heavy metals, Dairy farming, Management

* **Corresponding Author:** Arash Omid, Professor, Department of Animal Health Management, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran
E-mail: aomidi@shirazu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Evaluation of local or intravenous administration of dexamethasone on brachial plexus block with lidocaine in sheep

Parvaneh Sadeghi¹, Hadi Imani Rastabi^{2*}, Masoumeh Ezzati Givi³ and Kaveh Khazaeel⁴

¹ DVM Graduated from the Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

³ Assistant Professor, Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

⁴ Associate Professor, Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 03.10.2024

Accepted: 05.05.2025

Abstract

This study aimed to determine the effect of adding dexamethasone topically and intravenously on the onset and duration of sensory and motor blocks following brachial plexus block in sheep. In the present study, 20 adult female Arab sheep with an average weight of 32.9 ± 3.4 kg were used. To provide a brachial plexus block, the sheep were randomly assigned to one of three treatments of lidocaine (LID, 4 mg/kg), topical lidocaine- topical dexamethasone (LIDEXL, 4 mg/kg and 8 mg), and topical lidocaine- intravenous dexamethasone (LIDEXV, received 4 mg/kg and 8 mg). In the third group, dexamethasone was injected intravenously 10 minutes before anesthesia application. To identify the nerves, an electrical nerve stimulator was used. With nerve stimulation, the contraction and movements of the limbs were observed, and the drug was injected into the site until the limb movement stopped. The results showed that the onset of radial nerve block in the LIDEXL group was significantly lower than that of lidocaine alone. The duration of sensory and motor blocks was 68.11 ± 23.67 and 75.00 ± 30.41 minutes in the LID group; 59.6 ± 18.12 and 81.17 ± 20.90 minutes in the LIDEXL group, and 62.58 ± 16.55 and 64.40 ± 16.83 minutes in the LIDEXV group. No significant difference was observed between the groups. According to the results, adding dexamethasone topically and intravenously to lidocaine does not affect the onset or duration of sensory and motor nerve blocks following a brachial plexus block in sheep.

Key words: Brachial plexus block, Dexamethasone, Lidocaine, Sheep

* **Corresponding Author:** Hadi Imani Rastabi, Associate Professor, Department of Clinical Science, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
E-mail: h.imani@scu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

The effect of positioning on renal dimension in healthy dogs by ultrasonography

Alireza Ghadiri¹, Bahman Mosallanejad^{1*} and Marzieh Rasooli²

¹ Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² DVM Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 21.10.2022

Accepted: 14.10.2023

Abstract

Ultrasonography is an optional method to evaluate the urinary system, which can be used to check the tissue and dimensional changes of kidneys. This technique is used to diagnose kidney diseases and changes in kidney size following treatment. The measurement of kidney can make it possible to observe more length of renal vessels and diverticula, from the dorsal view or taking transverse views. The aim of the present study was to evaluate the influence of positioning on measurement of renal dimension and their correlation to length of lumbar (L) vertebrae and abdominal aortic (AO) diameter by ultrasonography. The survey was conducted on twenty natives, adult healthy dogs. Renal length (L), width (W), height (H) and volume were measured in right lateral recumbency (RLR) and dorsal recumbency (DR) for the left kidney (LK), and in left lateral recumbency (LLR) and (DR) for the right kidney (RK) by ultrasonography. The aortic diameter and Length of the L₅ and L₆ were measured by ultrasonography and L₂, L₃ and L₄ by radiography. Ratios were also calculated between dimensions of kidneys and lumbar vertebrae. Based on the paired sample t test, length and width of both kidneys were significantly larger than DR in RLR and LLR, while the height of the right kidney was significantly smaller than DR in LLR. There was no significant difference between the heights of left kidney in both positioning. There was a direct significant correlation between renal dimension with AO and vertebral length. Kidney length had the best Pearson correlation coefficient. There was no significant difference between renal dimension ratio and vertebral length. The ratio means of both left and right kidney length to L₂ was obtained, 2.2 and 2.3, to L₅, 2 and 2.1 and to AO, 7.3 and 7.3, respectively. In conclusion, the findings of the present study showed that the imaging mode had an effect on kidney dimensions. Therefore, it is necessary to compare kidney dimensions with the same imaging mode, in repeated ultrasonography of an animal.

Key words: Ultrasonography, Positioning, Kidney Dimension, Dog

* **Corresponding Author:** Bahman Mosallanejad, Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
E-mail: bmosallanejad@scu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Comparison of the effect of intraosseous and intravenous administration of midazolam-ketamine on clinical, cardiopulmonary and hematological parameters in dogs

Saeed Gholami¹, Ali Baniadam², Soroush Sabiza^{3*} and Seyedeh Misgah Jalali³

¹ DVM Graduated, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² Retired Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

³ Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 17.07.2024

Accepted: 13.01.2025

Abstract

The aim of this study was to compare the quality of anesthesia, duration of anesthesia, quality of recovery, pain assessment, vital signs and some hematological and biochemical factors following IO injection of midazolam and ketamine compared to IV injection. Six mixed-breed adult female dogs with mean weight of 21.76 ± 1.49 kg were selected. Thirty minutes after intramuscular injection with acepromazine (0.05 mg/kg) and morphine (0.5 mg/kg) for sedation, the quality of sedation was scored and the right cephalic vein for fluid therapy and in the IV group, cephalic vein of the forelimb was catheterized to inject the drug. In the IO group, the left tibia was prepared for injection and after perforation of the bone, anesthetics {midazolam (0.375 mg/kg) and ketamine (10 mg/kg) were injected into the bone marrow. According to the performed studies, the anesthesia times in the two methods of IO and IV injection were not significantly different. In both methods, induction, maintenance of anesthesia and recovery were performed smoothly without any stress. By examining the results of the parameters measured in this study such as heart rate, respiration rate, body temperature, saturation of hemoglobin with oxygen, exhaled carbon dioxide, and recovery time, different stages of anesthesia and sedation quality, induction of anesthesia and recovery, significant differences were not found between the two groups. In the study of blood platelets, only a significant difference was observed in the total number of red blood cells and white blood cells in the blood sample after recovery between the IV group and to the IO group. There was no statistically significant difference in blood glucose and cortisol levels between the two groups in blood biochemical studies. Therefore, according to the results of this study, it can be concluded that IO injection of midazolam-ketamine in terms of lack of access to vein is a rapid and effective method of induction of general anesthesia in dogs.

Key words: Anesthesia, Intraosseous, Dog, Ketamine, Midazolam

* **Corresponding Author:** Soroush Sabiza, Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
E-mail: s.sabiza@scu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Evaluation of the use of footbath and lameness prevalence in dairy farms of Mashhad

Fatemeh Kohansal¹, Marzieh Faezi² and Ahmadrza Mohammadnia^{3*}

1 DVM Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2 PhD Student of Epidemiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Mashhad, Iran

3 Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 17.01.2025

Accepted: 09.03.2025

Abstract

Lameness as one of the significant and common issues in dairy cows, has considerable economic and health impacts on dairy farms. The use of footbaths with various antibacterial agents is a key strategy in many livestock approaches to control infectious hoof diseases. Numerous studies have shown that regular footbaths are associated with a lower prevalence of lameness. In the present study, 12 dairy farms with more than 100 lactating cows were included and then divided into two groups (less than 200 cows and more than 200 cows). Data related to the dimensions of the footbaths (length, width, and depth) and aspects related to the management of footbaths, such as the type of disinfectant and the frequency of refreshment, were recorded and compared with global standards. The results indicated that only half of the farms had footbaths, most of which footbaths did not meet standard dimensions. The average length, width, and depth of the footbaths were 225.61 cm, 128.96 cm, and 11.55 cm, respectively, which significantly differed from the minimum global standards (length: 350 cm, width: 60 cm, and depth: 15 cm). The prevalence of clinical lameness (scores 4 and 5) was reported to be 14.5% across all farms. However, no significant correlation was found between the presence and/or absence of footbaths and the prevalence of clinical lameness (Spearman's rho, P-value=1.00). This study indicated that despite the key role of footbaths in preventing and controlling infectious hoof diseases, the proper design and management of footbaths in the studied farms are not adequately addressed. The findings emphasize the need for improved footbath design, using appropriate disinfectants, and training of workers to reduce the prevalence of lameness. Attention to standardizing footbaths and implementing scientific protocols can significantly enhance the health and productivity of livestock.

Key words: Lameness, Footbath, Infectious hoof diseases, Prevalence of lameness, Dimensions of the footbaths

* **Corresponding Author:** Ahmadrza Mohammadnia, Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
E-mail: mohamadnia@um.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Investigating the effect of levamisole on some oxidative stress factors in Caspian tortoises

Mohammad Reza Yousefi¹ and Sara Zabihi^{2*}

¹ Associate Professor, Department of Veterinary Parasitology, Babol-Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

² DVSc Student of Clinical Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

Received: 07.02.2025

Accepted: 28.09.2025

Abstract

Veterinary science has so far focused mostly on the study of domestic animals, while reptiles, especially turtles, have received less attention. This is despite the fact that nowadays the use of reptiles, especially turtles, as pets and laboratory animals is increasing. Considering the proof of pathogenicity and the presence of parasites in these animals, it seems necessary to adopt appropriate treatment approaches for them. Due to the toxicity of avermectin and the resistance of nematodes to fenbendazole in turtles, levamisole is the chosen anti-parasitic drug in these animals. This study was conducted with the aim of evaluating the effect of levamisole at a dose of 10 mg/kg body weight as intravenous and subcutaneous injection on some oxidative stress factors in Caspian tortoises. The present study was conducted on 27 Caspian turtles with an average weight of 1.09 kg in 3 groups. The first group received Levamisole intravenously, but the second group received subcutaneously, in the same line the third group was the control group. Blood sampling was done at 7 different times during 24 hours at 0.5, 1, 2, 4, 8, 12 and 24 hours after drug administration. The results showed that the amount of malondialdehyde factor and catalase and superoxide dismutase enzymes in the serum of turtles treated with intravenous and subcutaneous levamisole have significant differences compared to the control group. While the total antioxidant capacity of the groups receiving the drug compared to the control group did not show a significant difference, which indicates the overall balance of the oxidant and antioxidant status so, it can be considered as one of the positive effects of the use of this drug in Caspian turtles. The results of the present study showed the efficient effect of levamisole as an antiparasitic drug with antioxidant properties that helps reduce oxidative stress.

Key words: Levamisole, Oxidative Stress, Turtle, Parasite

* **Corresponding Author:** Sara Zabihi, DVSc Student of Clinical Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
E-mail: dr.sara.zabihi98@gmail.com



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Molecular and hematological investigation on *Anaplasma marginale* infection in Najdi and native goats in Ahvaz

Hossein Hamidinejat¹, Ali Abbas Nikvand^{2*}, Maryam Abbas Zadeh³, Seyedeh Missagh Jalali² and Somayeh Bahrami¹

¹ Professor, Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

³ MscGraduated from Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 19.01.2025

Accepted: 07.06.2025

Abstract

Anaplasma is one of the obligate intracellular microorganisms that infect erythrocyte of mammals, especially ruminants. Considering the important role of *Anaplasma marginale* (*A. marginale*) for anaplasmosis in cattle, several studies have shown infection with this pathogen in other livestock species, but there is no information about its infection status and pathogenicity in Najdi goats. Therefore, the present study aimed to investigate the molecular and hematological factors of *A. marginale* infection in Najdi and native goats in Ahvaz city. To do it, blood samples were collected from 150 apparently healthy (76 Najdi and 74 native) goats from 6 herds in suburb of Ahvaz city, and infection with *A. marginale* was investigated by hematological and PCR methods. In the blood smear microscopy examination anaplasma-like intra-erythrocyte inclusion bodies were diagnosed in 22.4% and 29.7% of Najdi and native goats, respectively. The whole blood PCR also revealed *A. marginale* infection in 27.6% and 32.4% of Najdi and native goats, respectively. There was no statistically significant difference between the values of hematological indices in the infected and non-infected goats. Multispecies husbandry and grazing were observed in all studied goat herds. Considering the lack of significant difference in the hematological parameters in the infected and non-infected goats, it seems that infected goats are important as a reservoir for *A. marginale*. The infection with *A. marginale* in the studied goats may be affected by the simultaneous rearing of different livestock species.

Key words: *A. marginale*, Najdi goat, Multispecies husbandry, PCR, Smear microscopy

* **Corresponding Author:** Ali Abbas Nikvand, Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
E-mail: a.nikvand@acu.ac.ir



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

تشکر و قدردانی

از کلیه داوران محترم که در بررسی و ارزیابی مقالات این شماره از مجله دامپزشکی ایران همکاری ارزنده و عالمانه‌ای داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

اسامی داوران به ترتیب حروف الفبا:

دکتر رضا آذرگون، دکتر محمدرضا اصلانی، دکتر امین بیغم‌صادق، دکتر افشین جعفری‌دهکردی، دکتر جواد جمشیدیان، دکتر امیرعلی حیدری، محمد خسروی، دکتر محمد راضی‌جلالی، دکتر سیاوش شریفی، دکتر سعید عزیزی، دکتر مجتبی علیشاهی، دکتر محسن قانع، دکتر علی قشقایی، دکتر فرنوش کاویانی، دکتر فرخ‌رضا کبیر، دکتر مجید مسعودی‌فرد، دکتر عبدالواحد معربی، دکتر حسین نجف‌زاده‌ورزی و دکتر سعید نظیفی.

Iranian Veterinary Journal

Founder

SHAHID CHAMRAN UNIVERSITY OF AHVAZ

Director in Chief

Dr. Mansoor Mayahi

Editor in Chief

Dr. Mohammad Rahim Haji Hajikolaie

Expert

Mona Abbasi

Editorial Board

Abbas Ali Pourkabireh, M., Professor of Clinical Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Iran.
Ahmadizadeh, M., Professor of Toxicology, Faculty of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Iran.
Akhtardanesh, B., Professor of Small Animal Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
Baniadam, A., Associate Professor of Veterinary Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Ghafourian Boroujerdnia, M., Professor of Immunology, Faculty of Medicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Iran.
Gharib Naseri, M.K., Professor of Physiology, Faculty of Medicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Iran.
Ghorbanpoor, M., Professor of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Haji Hajikolaie, M.R., Professor of Large Animals Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Hamidinejat, H., Professor of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Hemmatzadeh, F., Associate Professor of Virology, Faculty of Animal and Veterinary Sciences, University of Adelaide, Australia.
Jolodar, A., Professor of Molecular Genetics, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
Karim, G., Professor of Health and Food Safety, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Iran.
Kohli, R.N., Professor of Veterinary Surgery, and Editor of National Academy of Veterinary Sciences, India.
Morovvati, H., Professor of Histology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Iran.
Naem, S., Professor of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Urmia, Iran.
Najafzadeh Varzi, H., Professor of Medical Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Pourmahdi Borojeni, M., Associate Professor of Epidemiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Ranjbar, R., Associate Professor of Anatomical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Razi Jalali, M., Professor of Clinical Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
Seyfi Abad Shapouri, Professor of Virology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
Shahinduran, Sh., Professor of Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Turkiye

Advisory Editorial Board

Academic staffs of all veterinary medicine faculties and other relevant faculties and research centers

Mailing Address of the Editor

Dr. Mohammad Razi Jalali, DVM, PhD
Editor in chief of Iranian Veterinary Journal
Ahvaz, Postal Code: 61355 P.O. Box : 145, Iran
Tel / Fax : +98 61 33336312
<http://ivj.ir>
E-mail: ivj@scu.ac.ir

This Journal has been granted the rating of **Scientific – Research** by the Commission for Evaluation of Iranian Scientific Journals, the Ministry of Science, Research and Technology, through the letter numbered 3.2910.545 dated 30.7.2006

This journal is indexed by Iran and Islamic World Scientific Citation Center (ISC)

Published by

Regional Information Center for Science and Technology and Islamic World Science Citation Center

IRANIAN VETERINARY JOURNAL

SCIENTIFIC – RESEARCH

Contents

Title	Page
• Instructions for contributors	1
• The Effect of silver nanoparticles synthesized by macroalga <i>Cystoseira indica</i> on selected immune parameters of common carp (<i>Cyprinus carpio</i>) Seraj Bita and Mehrzad Mesbah	98
• The Impact of Nutritional Management, Herd Size, and Geographical Location on Heavy Metal Concentrations in Livestock Products: A Case Study in Dairy Farms of Isfahan Province Saeed Jalali Jalalabadi, Arash Omid, Aria Rasooli, Mehdi Mohebbi-Fani and Behnam Keshavarzi	99
• Evaluation of local or intravenous administration of dexamethasone on brachial plexus block with lidocaine in sheep Parvaneh Sadeghi, Hadi Imani Rastabi, Masoumeh Ezzati Givi and Kaveh Khazaeel	100
• The effect of positioning on renal dimension in healthy dogs by ultrasonography Alireza Ghadiri, Bahman Mosallanejad and Marzieh Rasooli	101
• Comparison of the effect of intraosseous and intravenous administration of midazolam-ketamine on clinical, cardiopulmonary and hematological parameters in dogs Saeed Gholami, Ali Baniadam, Soroush Sabiza and Seyedeh Misgah Jalali	102
• Evaluation of the use of footbath and lameness prevalence in dairy farms of Mashhad Fatemeh Kohansal, Marzieh Faezi and Ahmadreza Mohammadnia	103
• Investigating the effect of levamisole on some oxidative stress factors in Caspian tortoises Mohammad Reza Yousefi and Sara Zabihi	104
Short Paper	
• Molecular and hematological investigation on <i>Anaplasma marginale</i> infection in Najdi and native goats in Ahvaz Hossein Hamidinejat, Ali Abbas Nikvand, Maryam Abbas Zadeh, Seyedeh Missagh Jalali and Somayeh Bahrami	105