"Research article" DOI: 10.71499/jvcp.2025.1121251

# The effect of hypertonic and isotonic saline solutions on heart rate, electrocardiographic parameters, oxygen saturation concentration, and some serum electrolytes in healthy lambs and those with diarrhea

**Ghasemizadeh Shahrabadi, A.[1], Maleki, Sh.[2*], Zakian, A.[2], Yazdkhasti, M.[2]**

1- D.V.M. Graduate, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
*Corresponding author's Email: Maleki.sh@lu.ac.ir
(Received: 2024/8/6 Accepted: 2024/12/31)

## Abstract

Minerals are a group of nutrients that are essential and important in the animal's diet. Imbalance of electrolytes in animals is very dangerous. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of injection of hypertonic and isotonic solutions and their resuscitation capability on electrolyte balance. For this purpose, 42 lambs were randomly divided into 6 groups, with diarrhea induced in 3 groups using oral ORS powder. Blood samples were collected before fluid therapy and at 15, 60, and 120 minutes after treatment, and analyzed for hematological and serum biochemical parameters, as well as electrocardiographic changes. The results showed that hypertonic serum increased glucose concentration, lymphocyte count, and segmented neutrophils in lambs. Isotonic saline increased chloride and sodium levels in both healthy and diarrheic lambs. Electrocardiographic findings revealed no significant changes in wave intervals over time, except for the P-R segment, which increased in diarrheic lambs but decreased in healthy lambs after serum injection. This study demonstrates the importance of close monitoring of a wide range of health and performance parameters when evaluating fluid therapy interventions in lambs, as its effects can be complex and variable depending on the underlying conditions and treatment approach.

**Conflict of interest:** None declared.
**Keywords:** Diarrhea, Electrocardiogram, Electrolyte, Hypertonic Serum, Isotonic Serum, Lamb.

"مقاله پژوهشی" DOI: 10.71499/jvcp.2025.1121251

# بررسی تأثیر سرم هایپرتونیک و ایزوتونیک نمکی بر تعداد ضربان قلب، پارامترهای الکتروکاردیوگرافیک، غلظت اکسیژن اشباع و برخی الکترولیت‌های سرم خون در بره‌های سالم و مبتلا به اسهال

علی قاسمی‌زاده‌شهرآبادی[۱]، شهرام ملکی[۲*]، امیر زکیان[۲]، معین یزدخواستی[۲]

۱- دانش‌آموخته دکتری عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

۲- استادیار گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات: Maleki.sh@lu.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۵/۱۶ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰)

## چکیده

**مواد معدنی گروهی از مواد مغذی هستند که وجود آن‌ها در جیره غذایی دام‌ها ضروری و مهم است و برهم خوردن تعادل الکترولیت‌ها برای دام‌ها بسیار خطرناک است. لذا هدف از انجام مطالعه حاضر، ارزیابی قدرت احیاکنندگی تزریق سرم‌های هایپرتونیک و ایزوتونیک نمکی بر تعادل الکترولیتی بود. بدین منظور تعداد ۴۲ رأس بره به طور تصادفی به ۲ گروه (با ۳ زیرگروه ۷ تایی) تقسیم شده و با استفاده از پودر ORS خوراکی، اسهال در حیوانات ایجاد شد. نمونه‌های خون قبل از مایع درمانی و در زمان‌های ۱۵، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از درمان جمع آوری شده و برخی پارامترهای خونی، سرمی و همچنین تغییرات الکتروکاردیوگرافی، مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها با نرم‌افزار اکسل تحلیل و نرمالیتی با آزمون‌های شاپیرو-ویلک یا کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. داده‌های نرمال با آزمون تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه‌های تکراری و داده‌های غیرنرمال با آزمون کروسکال والیس تحلیل شدند و مقایسه‌های جفتی با آزمون تعقیبی توکی انجام گرفت. نتایج نشان داد که سرم هیپرتونیک باعث افزایش غلظت گلوکز، تعداد لنفوسیت‌ها و نوتروفیل‌های سگمانته در بره‌ها شده‌است. همچنین سالین ایزوتونیک، سطح کلرید و سدیم را در بره‌های سالم و اسهالی افزایش داد. یافته‌های الکتروکاردیوگرافی هیچ تغییر قابل‌توجهی در فواصل موج در طول زمان نشان نداد، البته به جز بخش P-R که در بره‌های اسهالی افزایش داشت اما در بره‌های سالم پس از تزریق سرم، کاهش یافت. یافته‌های تحقیق حاضر اهمیت نظارت دقیق بر طیف وسیعی از پارامترهای سلامت و عملکردی را هنگام ارزیابی مداخلات مایع درمانی در بره‌ها نشان می‌دهد چراکه اثرات آن‌ها می‌تواند بسته به شرایط اساسی و رویکرد درمانی، پیچیده و متغیر باشد.**

**کلیدواژه‌ها: بره، اسهال، تعادل الکترولیتی، سرم هایپرتونیک، سرم ایزوتونیک، ضربان قلب، الکتروکاردیوگرام.**

**مقدمه**

نقش مواد معدنی در حیات حیوانات اجتناب ناپذیر است. این املاح فقط ٤ درصد وزن بدن حیوانات را تشکیل می‌دهند و به دلیل نقش‌های مهم در واکنش‌های بیوشیمیایی دارای اهمیت بالایی هستند (Gaffney-Stomberg *et al.*, 2010; Imad, 2022 ). مواد معدنی فاقد انرژی و پروتئین بوده، اما برای مصرف انرژی و پروتئین و نیز متابولیسم مواد غذایی لازم می‌باشند (Tardy *et al.*, 2020). سدیم، کلر و بی-کربنات یون‌های مهم مایع خارج سلولی را تشکیل می-دهند و مایع داخل سلولی شامل یون‌های سدیم، پتاسیم، منیزیم و فسفات است. اسمولاریتی مایع داخل سلولی و خارج سلولی اغلب در حال تعادل است. برهم خوردن تعادل الکترولیت‌ها در بدن حیوانات به دنبال بیماری‌ها بسیار خطرناک است . از آنجا که در بدن دام‌های نوزاد، بر هم خوردن تعادل الکترولیت ها بسیار رخ می‌دهد، لذا نیاز به سرم‌هایی می‌باشد که قدرت احیاکنندگی بالا و بالانس الکترولیت‌ها را دارا باشند (Marcom *et al.*, 2024). محلول‌های هایپوتونیک، محلول‌هایی هستند که باعث افزایش حجم گلبول‌های قرمز شده و همچنین اسمولاریتی مایع خارج‌سلولی را کاهش داده و آب به فضای داخل‌سلولی منتقل می‌گردد، اما محلول‌های هایپرتونیک عکس عمل نموده و باعث کاهش حجم گلبول‌های قرمز می‌شوند و تزریق وریدی آن‌ها باعث افزایش اسمولاریتی مایع خارج سلولی شده و آب از فضای داخل‌سلولی به داخل عروق منتقل می‌شود. محلول‌های ایزو تونیک نیز محلول‌هایی هستند که با تزریق آن‌ها، هیچ گونه تغییری در اندازه و حجم گلبول‌های قرمز ایجاد نمی‌شود و فشار اسمزی مایع خارج‌سلولی را تغییر نداده و ثابت است ( Nichols, 1922).

به افزایش تعداد دفع، حجم مدفوع و آبکی بودن مدفوع اسهال گفته می‌شود. اسهال در بره‌ها یکی از شایع‌ترین بیماری‌هاست که باعث تلفات و ضررهای اقتصادی زیادی می‌شود. یکی از عوارض اصلی اسهال دهیدراتاسیون است، که در صورت عدم درمان و عدم مایع درمانی صحیح منجر به مرگ می‌شود ( Zhong *et al.*, 2022). بیشتر دهیدراتاسیون‌ها به دنبال اسهال در نوزادان از نوع هیپوتونیک و هیپوناترمیک می‌باشد ( DiBartola, 2000; Suttle, 2022; Muñoz-Zanzi *et al.*, 2003). تزریق محلول‌های ایزوتونیک و هیپرتونیک نمکی به رفع دهیدراتاسیون کمک می‌کند (Angelos and Van Metre, Hariharan *et al.*, 2004 ;1999). تأثیر این محلول‌ها را می‌توان با اندازه‌گیری الکترولیت‌های سرم و هماتوکریت سرم (شاخص رفع دهیدراتاسیون) بررسی کرد. آنتروتوکسمی، نفخ کفی، تورم معده و روده، کوکسیدوز، آلودگی به کرم‌های نواری و نیز بعضی مسمومیت‌ها مانند مسمومیت با آرسنیک و کلرورسدیم از شایع ترین علت های منجر به اسهال در بره ها می‌باشند (Abdou *et al.*, 2021). سیستم گوارشی به خصوص روده‌ها، به منظور دفع کردن هرچه سریع تر این مواد واکنش نشان داده و باعث رقیق کردن مدفوع و ایجاد اسهال می‌گردد (Nemeth, 2022).

لذا در این مطالعه، بررسی ضربان قلب یکی از شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد قلب و عروق در واکنش به تغییرات الکترولیتی و حجم مایعات بدن است. تغییرات در تعادل الکترولیت‌ها می‌تواند به طور

مستقیم بر عملکرد قلب تأثیر بگذارد. به ویژه، در شرایطی مانند اسهال که منجر به از دست رفتن مایعات و الکترولیت‌ها می‌شود، احتمال بروز اختلالات قلبی و عروقی افزایش می‌یابد. این موضوع می‌تواند منجر به ناهماهنگی در فعالیت الکتریکی قلب شود و در نتیجه تغییرات در ضربان قلب و پارامترهای الکتروکاردیوگرافیک مشاهده گردد.

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر سرم‌های هایپرتونیک و ایزوتونیک بر ضربان قلب و سایر پارامترهای فیزیولوژیک و الکتروکاردیوگرافی انجام شد تا مشخص شود که چگونه این مداخلات درمانی می‌توانند به بهبود وضعیت همودینامیکی دام‌های مبتلا به اسهال کمک کنند. این مطالعه به طور خاص به بررسی واکنش‌های سیستم قلب و عروق در مواجهه با تغییرات حجم و ترکیب مایعات پرداخته است تا از بروز عوارض قلبی جلوگیری شود و بهترین شیوه درمانی ارائه گردد.

## مواد و روش‌ها

**- حیوانات مورد مطالعه:** پژوهش حاضر به صورت تجربی در سال ۱۳۹۹ در دامداری صنعتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان و درمانگاه دامپزشکی این دانشگاه انجام شد. مطالعه روی ٤٢ رأس بره ماده نژاد دنبه‌دار ایرانی با وزن میانگین ۱/۲۲±٤ کیلوگرم و سن ۳ تا ۵ ماه انجام شد. انتخاب حیوانات به صورت تصادفی از میان بره‌هایی که فاقد تب، علائم بالینی بیماری‌های ثانویه متوسط تا شدید و رفلکس مکیدن بودند، صورت گرفت. با توجه به مطالعات پیشین مشابه در حوزه دامپزشکی، حداقل ٦ تا ۷ نمونه برای هر گروه جهت تضمین کفایت آماری توصیه شده است (Constable *et al.*, 2001). در این مطالعه، تعداد ۷ نمونه برای هر زیرگروه (٦ گروه آزمایشی) انتخاب شد که مجموعاً به ٤٢ نمونه رسید. تمام حیوانات تحت شرایط یکسان دسترسی به آب، علوفه، و کنسانتره قرار داشتند و پیش از شروع دوره تحقیق از نظر بالینی معاینه شدند.

**- گروه‌بندی بره‌های مورد مطالعه:** حیوانات مورد نظر ابتدا به ۲ گروه سالم و مبتلا به اسهال تقسیم شدند. بره‌های مبتلا به اسهال با استفاده از ایجاد اسهال القایی با محلول خوراکی (ORS) و تایید علائم بالینی مرتبط (مانند افزایش تعداد دفعات دفع و قوام مدفوع) انتخاب شدند. سپس هر گروه به صورت تصادفی به سه زیرگروه ۷ تایی تقسیم شدند:

الف) بره‌های مبتلا به اسهال:
(گروه اول): تزریق سرم هایپرتونیک نمکی ۷/۲ درصد (٤ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن).
(گروه دوم): تزریق سرم ایزوتونیک نمکی (۳۲ میلی-لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن).
(گروه سوم): تزریق سرم هایپرتونیک نمکی (٤ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) توأم با خوراندن محلول خوراکی ORS به مقدار ۲۲ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در ۱ لیتر آب.
ب) بره‌های سالم:
(گروه اول): تزریق سرم هایپرتونیک نمکی ۷/۲ درصد (٤ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن).
(گروه دوم): تزریق سرم ایزوتونیک نمکی (۳۲ میلی-لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن).

(گروه سوم): تزریق سرم هایپرتونیک نمکی (٤ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) توأم با خوراندن محلول خوراکی ORS به مقدار ۲۲ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در ۱ لیتر آب.

- **معاینه بالینی**: معاینه عمومی همه گوسفندان دارای اسهال انجام شد. از کلیه دام‌های مبتلا به اسهال، نمونه خون و مدفوع اخذ گردید. در حین انجام معاینات عمومی، نمونه‌های خون به ترتیب در سرنگ‌های حاوی هپارین از وریدهای ژوگولار برای آنالیز گازهای خون (برند تکنومدیا مدل Stat720) و در لوله‌هایی با EDTA و لوله‌های بدون منعقدکننده برای آنالیزهای هماتولوژیک، از دستگاه سل کانتر ( Advia 2120 Hematology Analyzer) و بیوشیمیایی از دستگاه آنالایزر بیوشیمیایی اتوماتیک ( Hitachi 902 Biochemical Analyzer) استفاده شد. ECG، اشباع اکسیژن و دمای بدن گوساله‌ها توسط دستگاه نظارت بر بیمار (Compact 7، Medical Econet) کنترل شد. دستگاه سل کانتر به روش فلو سایتمتری تعداد و ویژگی‌های سلول‌های خونی را اندازه‌گیری می‌کند و داده‌های دقیقی در مورد تعداد گلبول‌های قرمز، سفید، هموگلوبین و دیگر پارامترهای هماتولوژیک ارائه می‌دهد. دستگاه هیتاچی ۹۰۲ به روش فتومتری بر اساس واکنش‌های شیمیایی مواد بیوشیمیایی موجود در نمونه را اندازه‌گیری می‌کند. برای هر آنالیت یک واکنش خاص تعریف شده است که نتایج نهایی را فراهم می‌آورد. ECG با قرار دادن الکترودها بر روی پوست دام، سیگنال‌های الکتریکی قلب را ثبت می‌کند. تغییرات الکتریکی در طول ضربان قلب در قالب نمودار الکتروکاردیوگرام نشان داده می‌شود. اشباع اکسیژن (SpO2) با استفاده از حسگرهای پالس اکسی‌متر تعبیه‌شده در دستگاه اندازه‌گیری می‌شود که سطح اکسیژن خون را بر اساس جذب نور توسط هموگلوبین اکسیژنه و غیراوکسیژنه تخمین می‌زند. دمای بدن با استفاده از پروب‌های دماسنج متصل به دستگاه پایشگر ثبت می‌شود که دمای دقیق بدن را به صورت لحظه‌ای ارائه می‌دهد. چنانچه غلظت فیبرینوژن بالاتر از حد طبیعی بود و یا التهاب و پروسه عفونی وجود داشت، دام مذکور از مطالعه حذف شد. نمونه مدفوع اخذ شده با استفاده از کیت‌های تشخیص سریع از نظر وجود آنتی‌ژن بر علیه روتاویروس، کرونا‌ویروس، *کریپتوسپوریدیوم پاروووم* و *اشریشیا کولای* $K_{99}$ (Pourquier, France) بررسی شد. نمونه‌های مدفوع در زیر میکروسکوپ برای تشخیص وجود اووسیست‌های کوکسیدیا نیز بررسی و در صورت مثبت‌شدن حذف شدند. جهت اندازه‌گیری درصد اکسیژن اشباع شریانی از دستگاه پالس اکسی‌متری استفاده گردید. همچنین برای انجام ECG از اشتقاق قاعده‌ای –رأسی از دستگاه ( KENZ 302, Germany) استفاده شد که اشتقاق یک به ورید وداج، دومین اشتقاق به پشت آرنج و سومی به کپل دام وصل گردید و پس از آرام‌شدن دام، نوار قلب ثبت گردید.

پس از تزریق سرم‌ها، اقدام به ثبت پارامترها شد. ضربان قلب، تعداد تنفس، دمای مقعدی، حرکات شکمبه و درصد اشباع اکسیژن شریانی در زمان‌های ۱۵، ٦۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از تزریق سرم‌ها ثبت گردید. ضربان قلب به وسیله گوشی پزشکی (یاماسو، ژاپن) از طریق سمع قفسه سینه ثبت شد. همچنین تعداد حرکات دستگاه تنفس به وسیله حرکات قفسه سینه

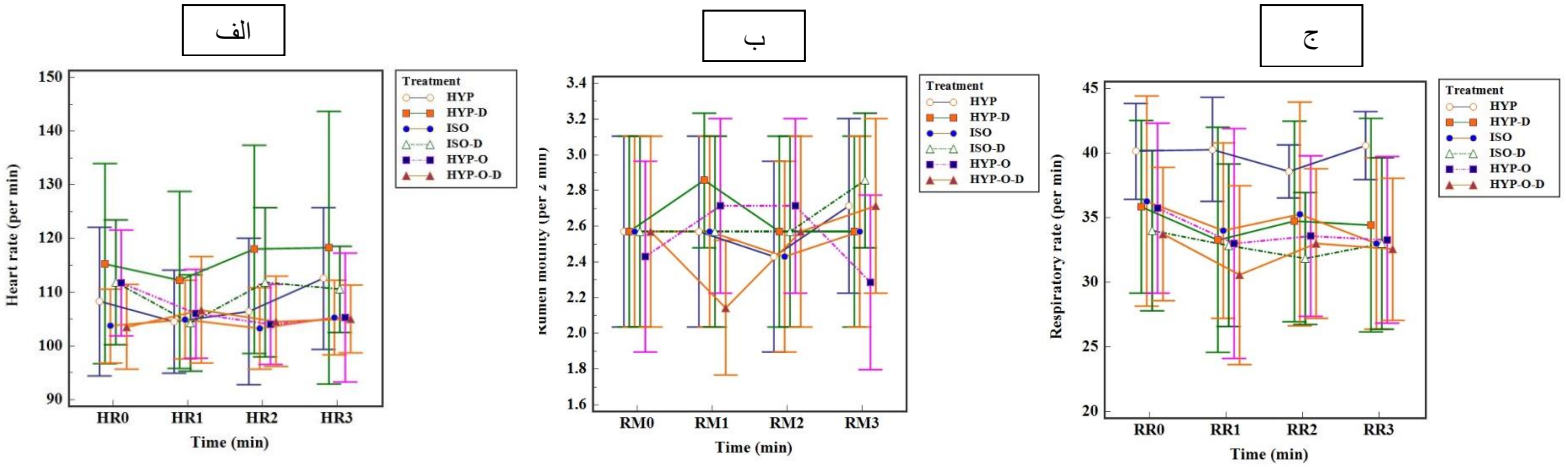
ثبت گردید. دمای مقعدی ۲ دقیقه قبل از زمان‌های مورد نظر، به وسیله ترمومتر دیجیتال و از مقعد اندازه گیری و ثبت شد. حرکات شکمبه نیز از سمت تهیگاه چپ سمع و ثبت گردید.

- **بررسی نمونه‌های خون:** در زمان‌های ٦٠، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از تزریق سرم‌ها، نوار قلب ثبت و نمونه خون اخذ گردید. جهت اخذ نمونه خون با روش استاندارد، پس از مقید کردن بره‌ها و ضد عفونی محل با الکل، از ورید وداج به میزان ۱۰ سی‌سی خون گرفته و درون لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد و فاقد ماده ضد انعقاد که از قبل شماره‌گذاری شده بودند، ریخته شد. سپس نمونه‌های خون به آزمایشگاه تشخیصی بیمارستان دامپزشکی دانشکده دامپزشکی دانشگاه لرستان منتقل گردید. نمونه‌های خون حاوی ماده ضد انعقاد از نظر هموگلوبین، هماتوکریت، فیبرینوژن و شمارش تام گلبول‌های سفید و قرمز مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. همچنین از نمونه‌های خون فاقد ماده ضد انعقاد، سرم جداسازی و به درون میکروتیوب‌هایی که از قبل شماره گذاری شده بودند، منتقل و در آزمایشگاه غلظت کلر، سدیم، پتاسیم، فسفر، منیزیوم و پروتئین تام آن‌ها اندازه‌گیری (دستگاه آنالایزر بیوشیمیایی اتوماتیک هیتاچی ۹۰۲) و ثبت گردید. در نمونه‌های خون حاوی ماده ضد انعقاد به منظور شمارش سلولی از دستگاه شمارشگر سلولی (Nihon Kohden, Celtaca 6550) استفاده و قرائت گردید. همچنین گسترش خونی از تمامی نمونه‌های خون اخذ شده، تهیه شد. گسترش خونی بر روی لام تهیه و پس از خشک شدن، به وسیله متانول تثبیت شد. سپس به وسیله رنگ گیمسا به مدت ۱۵ دقیقه رنگ آمیزی با میکروسکوپ نوری و بزرگنمایی ۱۰۰×، لام‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و گلبول‌های سفید شمارش تفریقی شدند. ضمناً در تمامی زمان‌های خون‌گیری، گلوکز خون به وسیله دستگاه گلوکومتری اندازه گیری شد.

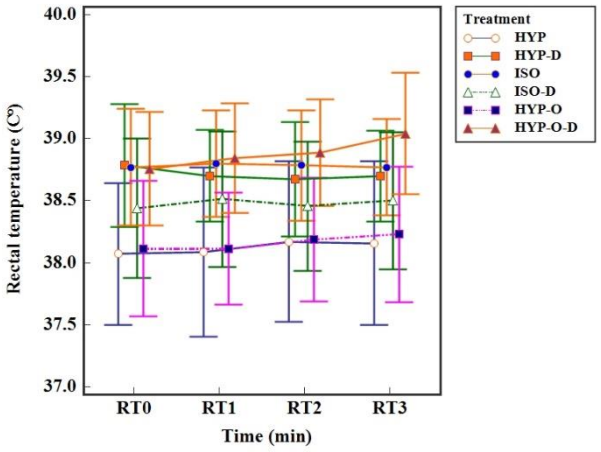
- **تحلیل آماری داده‌ها:** داده‌های به‌دست‌آمده ابتدا به نرم‌افزار اکسل (Microsoft Excel) منتقل و سپس برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون‌های نرمالیتی (مانند آزمون شاپیرو-ویلک یا آزمون کولموگروف-اسمیرنوف) استفاده شد. در صورتی که داده‌ها توزیع نرمال داشتند، برای مقایسه پارامترها در گروه‌های مختلف و در زمان‌های متفاوت از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه‌های تکراری (Repeated Measures ANOVA) استفاده گردید. این آزمون برای تحلیل اثرات متغیرهای وابسته (مانند پارامترهای قلبی: مدت‌زمان موج‌ها، فواصل قطعات، و دامنه ولتاژ موج‌ها) در شرایط مختلف زمانی و بین گروه‌ها مناسب است. در مواقعی که داده‌ها توزیع نرمال نداشتند یا شرایط استفاده از ANOVA رعایت نمی‌شد، از آزمون کروسکال والیس (Kruskal-Wallis) به‌عنوان جایگزین ناپارامتری استفاده گردید. در صورت معنی‌داری نتایج ($p<۰/۰۵$)، آزمون‌های تعقیبی (Post-hoc) از جمله توکی (Tukey) برای مقایسه‌های جفتی انجام شد. برای مقایسه پارامترهای نوار قلب که توزیع نرمال داشتند، از تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه‌های تکراری استفاده شد تا تأثیر زمان و گروه‌بندی بر متغیرهای قلبی (از جمله مدت‌زمان موج‌های مختلف، فواصل بین قطعات، دامنه موج‌ها و ولتاژ هر موج) تحلیل شود. در نهایت، اثر متقابل زمان و گروه‌بندی بر این پارامترها بررسی گردید.

## یافته‌ها

تعداد ضربان قلب و حرکات شکمبه در همه گروه‌ها با گذر زمان تغییر معناداری نداشت ($p$<۰/۰۰۵) در گروه بره‌های سالم که سرم ایزوتونیک دریافت کرده بودند، تعداد تنفس با گذر زمان کاهش معنادار داشت ($p$<۰/۰۰۱). به‌این‌صورت‌که کاهش می‌یابد. شکل ۱ الف و ب و ج به ترتیب مقایسه تعداد ضربان قلب، حرکات شکمبه و تعداد تنفس بین گروه‌های مختلف مورد آزمایش و زمان‌های مورد آزمایش را نمایش می‌دهد. در گروه بره‌های اسهالی که سرم هایپرتونیک به همراه پودر ORS دریافت کرده بودند، دمای مقعدی با گذر زمان افزایش معنادار داشت ($p$=۰/۰۲٤). شکل ۲ مقایسه دمای مقعدی بین گروه‌های مختلف مورد آزمایش و زمان‌های مورد آزمایش را نمایش می‌دهد.




شکل ۱- الف) مقایسه تعداد ضربان قلب بین گروه‌های مختلف مورد آزمایش و زمان‌های مورد آزمایش. ب) مقایسه تعداد حرکات شکمبه بین گروه‌های مختلف مورد آزمایش و زمان‌های مورد آزمایش. ج) مقایسه تعداد تنفس بین گروه‌های مختلف مورد آزمایش و زمان‌های مورد آزمایش




شکل ۲- مقایسه دمای مقعدی بین گروه‌های مختلف مورد آزمایش و زمان‌های مورد آزمایش

در گروه‌های بره‌های سالم و اسهالی که سرم هایپرتونیک دریافت کرده بودند، و بره‌های سالم که سرم هایپرتونیک به همراه پودر ORS دریافت کرده بودند، غلظت گلوکز با گذر زمان افزایش معنادار داشت ($p$<۰/۰۰۱). در گروه‌های بره‌های سالم و اسهالی که سرم هایپرتونیک دریافت کرده بودند، تعداد لنفوسیت‌ها با گذر زمان کاهش معنادار داشت ($P$<۰/۰۰۱). در همان گروه‌ها، تعداد نوتروفیل‌های سگمانته با گذر زمان افزایش معنادار داشت ($p$<۰/۰۰۱). در گروه بره‌های اسهالی که سرم هایپرتونیک به همراه پودر ORS دریافت کرده بودند، حجم متراکم گلبول‌های قرمز خون (PCV) با گذر زمان کاهش شدید و معنادار داشت ($p$<۰/۰۰۱). در گروه بره‌های اسهالی که فقط سرم هایپرتونیک دریافت کرده بودند، تعداد گلبول‌های قرمز خون (RBC) ابتدا افزایش و سپس کاهش معنادار داشت ($p$=۰/۰۳۶). در گروه بره‌های اسهالی که سرم ایزوتونیک دریافت کرده بودند و گروهی که سرم هایپرتونیک به همراه پودر ORS دریافت کرده بودند، درصد اکسیژن اشباع (SPO2) با گذر زمان افزایش معنادار داشت ($p$=۰/۰۰۲) (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج هماتولوژی مربوط به گروه‌های مختلف تیمار شده (میانگین± انحراف معیار)

| نتایج/زمان گروه‌بندی | | ۶۰ | ۰ |
|---|---|---|---|
| ائوزینوفیل | HYP | ٤/٤٢٩±٢/٤٣٩٨ | ٤/٠٠٠±٢/٠٠٠٠ |
| | HYP-D | ١/٧١٤±١/١١٢٧ | ١/٥٧١±١/٢٧٢٤ |
| | ISO | ٢/١٤٣±١/٨٦٤٥ | ١/٧١٤±١/٧٠٤٣ |
| | ISO-D | ١/٠٠٠ (٣/٢٥٠ تا ٠/٠٠٠) | ٠/٠٠٠ (١/٧٥٠ تا ٠/٠٠٠) |
| | HYP-O | ١/٧١٤±١/١١٢٧ | ١/١٤٣±١/٣٤٥٢ |
| | HYP-O-D | ٢/٢٨٦±٢/٢٨٨٧ | ١/٢٨٦±١/١١٢٧ |
| گلوکز | HYP | ١٠٥/٥٧١±٦/٠٢٣٨ | ٧٨/١٤٣±٥/٤٢٩٢ |
| | HYP-D | ١٠١/٢٨٦±٧/٨٠٤٢ | ٧٦/٢٨٦±٦/٩٩٣٢ |
| | ISO | ٨٠/٧١٤±٤/٧٨٥٩ | ٧٦/٤٢٩±٦/٢٤١٢ |
| | ISO-D | ٨٢/٠٠٠±٥/٨٨٧٨ | ٧٧/٢٨٦±٦/٠٤٧٤ |
| | HYP-O | ١٠٢/٨٥٧±٨/٥٩١٢ | ٧٦/٧١٤±٤/٦٠٨٥ |
| | HYP-O-D | ٨٦/١٤٣±١١/٣٢٠٠ | ٧٩/١٤٣±١٢/٨٨٩٦ |
| لنفوسیت | HYP | ٥٤/٠٠٠±٢/٧٠٨٠ | ٦٤/٢٨٦±٩/٤٢٨٩ |
| | HYP-D | ٥٦/٠٠٠±٥/٢٥٩٩ | ٦٤/١٤٣±٥/٥٨٠٦ |
| | ISO | ٥٩/١٤٣±٥/٩٠٠٠ | ٥٩/٤٢٩±٥/٩٤٠٢ |
| | ISO-D | ٨٢/٠٠٠±٥/٨٨٧٨ | ٧٧/٢٨٦±٦/٠٤٧٤ |
| | HYP-O | ٥٧/٠٠٠±٤/٠٠٠٠ | ٦٢/٢٨٦±٥/٢٨٢٥ |
| | HYP-O-D | ٥٩/١٤٣±٤/٠٥٩١ | ٦٠/٤٢٩±٣/٨٢٣٥ |
| مونوسیت | HYP | ٣/٤٢٩±٢/٤٣٩٨ | ٢/٤٢٩±٢/٨٢٠٠ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | HYP-D | ۵/۱٤۳±۱/٦۷٦۲ | ۵/٤۲۹±۲/۸۲۰۰ |
| | ISO | ٤/۷۱٤±۳/٤۹۸۳ | ۵/۵۷۱±۲/۸۲۰۰ |
| | ISO-D | ٤/۸۵۷±۲/٦۷۲٦ | ٤/۵۷۱±۲/۸۷۸۵ |
| | HYP-O | ۵/۱٤۳±۲/٦۷۲٦ | ۵/۲۸٦±۲/٤۳۰۰ |
| | HYP-O-D | ۵/۲۸٦±۲/٤۳۰۰ | ۵/۵۷۱±۲/٦۹۹۲ |
| | HYP | ۰/۰۰۰<br>۰/۰۰۰ تا ۲/۰۰۰ | ۰/۰۰۰<br>۰/۰۰۰ تا ۰/۰۰۰ |
| | HYP-D | ۰/۰۰۰<br>۰/۰۰۰ تا ۳/۲۵۰ | ۰/۰۰۰<br>۰/۰۰۰ تا ۰/۰۰۰ |
| نوتروفیل باند | ISO | ۰/۰۰۰<br>۰/۰۰۰ تا ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰<br>۰/۰۰۰ تا ۰/۰۰۰ |
| | ISO-D | ۰/۰۰۰<br>۰/۰۰۰ تا ۱/۰۰۰ | ۰/۰۰۰<br>۰/۰۰۰ تا ۲/۰۰۰ |
| | HYP-O | ۰/۸۵۷±۱/۵۷۳٦ | ۰/۲۸٦±۰/٤۸۸۰ |
| | HYP-O-D | ۰/۸۵۷±۰/۸۹۹۷ | ۰/۲۸٦±۰/۷۵۵۹ |
| | HYP | ۳۷/۲۸٦±٤/۰۷۰۸ | ۲۹/۲۸٦±۸/۱۱۸۲ |
| | HYP-D | ۳۵/۸۵۷±۵/۵۸۰٦ | ۲۸/۵۷۱±۵/۲۸۷۰ |
| نوترفیل | ISO | ۳۳/٤۲۹±٤/۷۲۰۸ | ۳۳/۲۸٦±۳/۷۲۸۹ |
| سگمانته | ISO-D | ۳٤/۲۸٦±۳/۹۸۸۱ | ۳۰/٤۲۹±٤/۳۱۵۰ |
| | HYP-O | ۳۵/۲۸٦±۳/٤۰۱۷ | ۳۱/۰۰۰±٤/۰۰۰۰ |
| | HYP-O-D | ۳۲/٤۲۹±۳/٤۰۸۷ | ۳۲/٤۲۹±۳/۲۵۸۷ |
| | HYP | ۲۷/۸۵۷±۳/۰۱٤۳ | ۲۸/۹۱٤±۳/۰۰۱۳ |
| | HYP-D | ۳۰/۸۷۱±۳/۰٦۵۲ | ۲۷/۹۰۰±۳/۲٤۱٤ |
| | ISO | ۳۲/٤۲۹±٦/۳۵٤۵ | ۳۰/۳٤۳±٦/۹۰۰۹ |
| PCV | ISO-D | ۳۲/۲۵۷±٦/۰۲۷٤ | ۳۱/۰۸٦±۵/۳۹٤۹ |
| | HYP-O | ۲۹/۷۰۰±٤/۷۲٤۱ | ۲۹/۰۲۹±۵/۳۷۳۳ |
| | HYP-O-D | ۳۲/۷۲۹±۳/۹۲۰۳ | ۳۵/۵۱٤±٤/۱۲۸۱ |
| | HYP | ۱۰/۱۹۰±۱/۵۱۲۷ | ۹/٤۲۰±۱/۰٦۱۰ |
| | HYP-D | ۱۱/۵۳٦±۱/٦۹۲۷ | ۹/۳۹٤±۱/۱۱۱۱ |
| | ISO | ۹/۵٤٦±۱/۵۱۳٤ | ۹/٤۷٤±۲/۱٦۹٦ |
| گلبول قرمز | ISO-D | ۹/۹۳۳±۲/٤٤۱۲ | ۱۰/٤۱۱±۲/۳۵۹۹ |
| | HYP-O | ۸/۵۲۷±۱/۸٦۷۸ | ۸/۵٤۹±۲/۳۰۱۳ |
| | HYP-O-D | ۹/۱۸۱±۰/٦۷۹٦ | ۹/۱۵۱±۱/۰۰۱۳ |
| | HYP | ۷۸/۸۵۷±۷/۵۸۱۳ | ۷۷/۰۰۰±۵/۸۵۹۵ |
| | HYP-D | ۸۹/۰۰۰±۳/۹۵۸۱ | ۸۵/۰۰۰±۵/۸۰۲۳ |
| SPO2 | ISO | ۷۸/۵۷۱±۱۰/۹۵۲۳ | ۷٦/۷۱٤±۱۱/۷۲۹۱ |
| | ISO-D | ۷۸/۷۱٤±۸/۳۰۰۹ | ۷۷/٤۲۹±۸/۲٦۳۵ |
| | HYP-O | ۸۲/٤۲۹±۷/۷٤۲۹ | ۸۱/۸۵۷±۷/۳۱۲۷ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| گلبول سفید | HYP-O-D | ۸٤/۰۰۰±۱۱/٥٦۱٤ | ۸۰/۸٥۷±۹/٦٦۸۳ |
| | HYP | ۱۷/٤٥۱±۲/۸۸۸۷ | ۱٥/۸۹۷±٤/٥۲۱۱ |
| | HYP-D | ۲۰/۲۱۷±۷/۸٦۸٥ | ۱٤/٦۹۰±٤/۲۷۲٤ |
| | ISO | ۱۸/۱٤٦±٤/٦۳۸۳ | ۱٦/۳۷۷±٤/٥٤۸۲ |
| | ISO-D | ۱٥/٥۸۳±٤/۷٥۹۷ | ۱٤/٦۲۱±٥/۱۸٥۲ |
| | HYP-O | ۱٦/٤۲۱±٥/٥٦۱۱ | ۱۷/۱٥۱±۷/۲۳۹٤ |
| | HYP-O-D | ۱۸/٤۰۷±٥/۳۳۷۰ | ۱۸/۱٦۳±۸/٥۷۲۸ |

در این بخش از مطالعه، تاثیر گذر زمان بر غلظت کلر، پتاسیم و سدیم سرم در گروه‌های بره‌های سالم و اسهالی که سرم ایزوتونیک و سرم هایپرتونیک به همراه پودر ORS دریافت کرده بودند، بررسی شد. نتایج نشان دادند که در گروه‌های مذکور، غلظت کلر، پتاسیم و سدیم سرم با گذر زمان افزایش معنادار داشت ($p$<۰/۰۰۱). این افزایش در گروه‌های بره‌های سالم و اسهالی که سرم هایپرتونیک به همراه پودر ORS دریافت کرده بودند، بیشتر بود. در گروه بره‌های اسهالی که فقط سرم هایپرتونیک دریافت کرده بودند، افزایش غلظت سدیم سرم به طور معناداری بیشتر بود. در سایر گروه‌ها، هیچ‌گونه تغییر معناداری در غلظت این عناصر مشاهده نشد. میزان فسفر و منیزیم با گذر زمان در هیچ یک از گروه‌های موردمطالعه تفاوت معناداری نداشت. پروتئین تام در تمام گروه‌ها با گذر زمان افزایش معنادار داشت، اما اینتراکشن بین زمان و تزریق سرم معنادار نبود (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج سرمی مربوط به گروه‌های مختلف تیمار (میانگین± انحراف معیار)

| نتایج/زمان گروه‌بندی | | ۶۰ | ۰ |
|---|---|---|---|
| Cl | HYP | ۹۷/۴۲۹±۵/۸۸۳۸ | ۹۳/۷۱۴±۳/۳۵۲۳ |
| | HYP-D | ۹۹/۵۷۱±۳/۹۹۴۰ | ۹۴/۱۴۳±۴/۸۷۹۵ |
| | ISO | ۱۰۴/۰۰۰±۶/۰۰۰۰ | ۹۲/۷۱۴±۳/۰۳۹۴ |
| | ISO-D | ۱۰۲/۱۴۳±۵/۳۹۸۴ | ۹۱/۷۱۴±۳/۵۹۲۳ |
| | HYP-O | ۹۹/۲۸۶±۸/۹۲۰۳ | ۹۳/۰۰۰±۷/۰۹۴۶ |
| | HYP-O-D | ۱۰۵/۰۰۰±۸/۱۲۴۰ | ۹۳/۸۵۷±۷/۴۹۲۹ |
| K | HYP | ۴/۶۱۴±۰/۶۶۶۹ | ۴/۳۷۱±۰/۶۶۲۶ |
| | HYP-D | ۵/۱۵۷±۰/۹۲۸۹ | ۴/۵۵۷±۰/۷۷۲۱ |
| | ISO | ۴/۳۷۱±۰/۵۸۸۰ | ۴/۳۵۷±۰/۵۶۸۲ |
| | ISO-D | ۴/۳۱۴±۰/۵۶۹۹ | ۴/۱۷۱±۰/۶۷۷۵ |
| | HYP-O | ۵/۴۸۶±۰/۷۲۹۰ | ۴/۷۱۴±۰/۶۳۶۲ |
| | HYP-O-D | ۵/۰۲۹±۱/۰۶۲۶ | ۴/۶۱۴±۰/۹۱۰۰ |
| Mg | HYP | ۲/۱۷۱±۰/۴۴۶۱ | ۲/۱۰۰±۰/۵۵۶۸ |
| | HYP-D | ۲/۱۱۴±۰/۴۳۳۷ | ۲/۱۴۳±۰/۵۷۶۹ |
| | ISO | ۲/۰۷۱±۰/۷۳۸۷ | ۱/۹۸۶±۰/۷۵۳۷ |
| | ISO-D | ۲/۰۱۴±۰/۴۵۲۵ | ۱/۹۷۱±۰/۵۴۹۹ |
| | HYP-O | ۲/۵۵۷±۰/۸۷۳۴ | ۲/۴۲۹±۰/۷۱۸۱ |
| | HYP-O-D | ۱/۸۵۷±۰/۶۰۲۴ | ۱/۷۰۰±۰/۴۴۷۲ |
| | HYP | ۱۴۸/۷۱۴±۸/۷۱۲۳ | ۱۴۲/۱۴۳±۸/۳۵۵۲ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Na | HYP-D | ۱۵۰/۱۴۳±۵/۴۵۹۸ | ۱۴۴/۴۲۹±۶/۹۹۶۶ |
| | ISO | ۱۵۳/۸۵۷±۶/۲۵۶۴ | ۱۴۵/۸۵۷±۵/۵۸۰۶ |
| | ISO-D | ۱۵۱/۱۴۳±۷/۱۲۸۱ | ۱۴۱/۸۵۷±۷/۳۱۲۷ |
| | HYP-O | ۱۴۶/۸۵۷±۳/۷۱۶۱ | ۱۴۰/۵۷۱±۴/۴۲۹۳ |
| | HYP-O-D | ۱۵۱/۰۰۰±۹/۶۰۹۰ | ۱۴۳/۲۸۶±۶/۰۷۴۹ |
| P | HYP | ۵/۷۷۱±۰/۷۹۵۲ | ۵/۶۴۳±۰/۷۵۶۹ |
| | HYP-D | ۵/۸۰۰±۱/۲۹۸۷ | ۵/۶۵۷±۰/۸۷۷۲ |
| | ISO | ۶/۰۲۹±۰/۷۹۱۰ | ۵/۶۸۶±۱/۰۱۲۳ |
| | ISO-D | ۵/۴۰۰±۱/۱۶۱۹ | ۵/۲۰۰±۰/۹۵۲۲ |
| | HYP-O | ۵/۹۲۹±۰/۹۱۷۸ | ۵/۷۵۷±۱/۲۳۹۴ |
| | HYP-O-D | ۶/۷۲۹±۱/۰۴۳۶ | ۶/۳۵۷±۰/۸۹۴۲ |
| پروتئین تام | HYP | ۷/۱۸۶±۰/۶۹۱۴ | ۶/۵۱۴±۰/۶۲۵۶ |
| | HYP-D | ۷/۲۲۹±۰/۷۳۴۲ | ۶/۴۷۱±۰/۸۰۷۷ |
| | ISO | 6/929±1/0259 | ۶/۲۸۶±۰/۷۱۲۸ |
| | ISO-D | ۷/۵۴۳±۱/۰۷۶۸ | ۶/۶۷۱±۱/۱۹۱۲ |
| | HYP-O | ۶/۹۵۷±۰/۴۴۶۷ | ۶/۴۰۰±۰/۵۸۰۲ |
| | HYP-O-D | ۶/۸۲۹±۱/۱۳۹۸ | ۶/۵۸۶±۰/۸۰۵۰ |

در مورد مدت زمان امواج، هیچ تفاوت معناداری در اینتروال‌هایP ، Q-T، S-T، R-R و T با گذر زمان وجود نداشت. اینتراکشن بین زمان و تزریق سرم نیز تغییر معناداری نداشت. در اینتروال P-R، تاثیر گذر زمان و اینتراکشن بین زمان و تزریق سرم معنادار بود ($p$<۰/۰۰۱). در اینتروال QRS ، تاثیر گذر زمان و اینتراکشن بین زمان و تزریق سرم در بره‌های اسهالی که فقط سرم هایپرتونیک تزریق شده بود، معنادار بود ($p$<۰/۰۰۱). در اینتروال R، تاثیر گذر زمان و اینتراکشن بین زمان و تزریق سرم در بره‌های سالم و اسهالی که سرم هایپرتونیک به همراه پودر ORS دریافت کرده بودند، معنادار بود و این فاصله کاهش یافت ($p$=۰/۰۱٤). در سایر گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه طول موج‌ها و فواصل مختلف در نوار قلب در گروه‌های مختلف تیمار در زمان‌های مورد آزمایش (میانگین± انحراف معیار)

| نتایج/زمان | گروه‌بندی | ۰ | ۶۰ |
|---|---|---|---|
| P-R(s) | HYP | ۰/۱۰۴±۰/۰۱۸۳ | ۰/۱۳۴±۰/۰۲۶۸ |
| | HYP-D | ۰/۱۱۶±۰/۰۱۴۰۶ | ۰/۰۹۲۹±۰/۰۱۵۲ |
| | ISO | ۰/۱۰۴±۰/۰۱۷۱۸ | ۰/۱۲۴±۰/۰۲۱۹۳ |
| | ISO-D | ۰/۱۱۰±۰/۰۱۸۰۳ | ۰/۰۹۲۹±۰/۰۱۲۵ |
| | HYP-O | ۰/۰۸۷۹±۰/۰۳۸۵ | ۰/۱۱۹±۰/۰۱۸۴۲ |
| | HYP-O-D | ۰/۱۰۹±۰/۰۲۱۳۰ | ۰/۱۳۱±۰/۰۲۴۱۰ |
| P(s) | HYP | ۰/۰۷۵۰±۰/۰۰۵۷ | ۰/۰۵۴۳±۰/۰۱۰۱ |
| | HYP-D | ۰/۰۹۵۰±۰/۰۱۶۰ | ۰/۰۷۲۱±۰/۰۱۱۸ |
| | ISO | ۰/۰۷۰۰±۰/۰۱۱۵ | ۰/۰۹۵۰±۰/۰۱۴۷ |
| | ISO-D | ۰/۰۷۳۶±۰/۰۱۲۱ | ۰/۰۹۱۴±۰/۰۱۶۵ |
| | HYP-O | ۰/۰۷۹۳±۰/۰۰۸۸ | ۰/۰۶۱۱±۰/۰۱۰۸ |
| | HYP-O-D | ۰/۰۷۲۹±۰/۰۱۶۰ | ۰/۰۹۲۹±۰/۰۱۵۷ |
| Q-T(s) | HYP | ۰/۲۸۶±۰/۰۴۳۴۴ | ۰/۲۷۸±۰/۱۲۱۵ |
| | HYP-D | ۰/۳۴۰±۰/۰۹۸۹۱ | ۰/۳۴۴±۰/۰۹۳۳۱ |
| | ISO | ۰/۳۱۲±۰/۰۵۴۳۸ | ۰/۲۸۲±۰/۰۴۳۱۹ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ISO-D | ۰/۲۷۱±۰/۰۳۱۷۲ | ۰/۲۸۷±۰/۰۲۶۹۰ |
| | HYP-O | ۰/۳۰۲±۰/۰۳۷۷۳ | ۰/۲۹۴±۰/۰۲۶۳۷ |
| | HYP-O-D | ۰/۲۶۹±۰/۰۲۸۹۳ | ۰/۲۴۴±۰/۰۲۶۶۸ |
| QRS(s) | HYP | ۰/۲۳۲±۰/۰۱۴۳۹ | ۰/۲۵۹±۰/۰۲۹۸۲ |
| | HYP-D | ۰/۲۴۳±۰/۰۲۵۶۳ | ۰/۲۸۱±۰/۰۲۳۳۵ |
| | ISO | ۰/۲۶۳±۰/۰۱۷۷۶ | ۰/۲۴۴±۰/۰۲۱۶۸ |
| | ISO-D | ۰/۲۴۶±۰/۰۲۷۹۵ | ۰/۲۴۰±۰/۰۱۷۵۶ |
| | HYP-O | ۰.۲۲۵±۰.۰۱۸۴۸ | ۰.۲۵۷±۰.۰۲۰۵۹ |
| | HYP-O-D | ۰/۲۲۹±۰/۰۱۳۳۶ | ۰/۲۴۱±۰/۰۲۹۳۶ |
| R-R(s) | HYP | ۰/۴۰۳±۰/۰۷۳۱۴ | ۰/۴۴۱±۰/۰۷۴۶۳ |
| | HYP-D | ۰/۴۷۹±۰/۰۸۱۳۱ | ۰/۴۷۴±۰/۰۹۷۹۱ |
| | ISO | ۰/۴۶۴±۰/۱۱۱۶ | ۰/۴۱۱±۰/۰۸۹۰۴ |
| | ISO-D | ۰/۴۶۰±۰/۰۵۹۹۳ | ۰/۴۷۵±۰/۰۶۲۸۵ |
| | HYP-O | ۰/۴۵۹±۰/۰۵۰۷۲ | ۰/۴۱۹±۰/۰۵۲۱۸ |
| | HYP-O-D | ۰/۴۳۹±۰/۰۴۴۶۰ | ۰/۴۰۶±۰/۰۲۸۸۳ |
| T-S(s) | HYP | ۰/۰۵۵۷±۰/۰۲۴۷ | ۰/۰۶۷۱±۰/۰۱۷۵ |
| | HYP-D | ۰/۰۷۲۹±۰/۰۲۳۲ | ۰/۰۵۷۱±۰/۰۲۱۵ |
| | ISO | ۰/۰۸۵۰±۰/۰۱۸۷ | ۰/۰۵۹۳±۰/۰۲۱۱ |
| | ISO-D | ۰/۰۷۱۴±۰/۰۲۱۳ | ۰/۰۶۲۹±۰/۰۲۳۲ |
| | HYP-O | ۰/۰۶۴۳±۰/۰۱۹۲ | ۰/۰۸۲۱±۰/۰۳۱۰ |
| | HYP-O-D | ۰/۰۷۷۹±۰/۰۱۴۶ | ۰/۰۷۳۶±۰/۰۲۹۲ |
| T-P(s) | HYP | ۰/۰۷۳۶±۰/۰۳۳۲ | ۰/۰۷۸۶±۰/۰۲۲۳ |
| | HYP-D | ۰/۰۶۹۳±۰/۰۳۵۱ | ۰/۰۸۸۶±۰/۰۲۴۱ |
| | ISO | ۰/۰۷۵۷±۰/۰۱۶۹ | ۰/۰۵۴۳±۰/۰۱۸۳ |
| | ISO-D | ۰/۰۵۴۳±۰/۰۲۴۲ | ۰/۰۸۰۰±۰/۰۲۹۰ |
| | HYP-O | ۰/۰۵۴۳±۰/۰۱۹۲ | ۰/۰۷۲۱±۰/۰۱۹۳ |
| | HYP-O-D | ۰/۰۶۶۴±۰/۰۲۳۰ | ۰/۰۶۲۹±۰/۰۱۸۴ |
| T(s) | HYP | ۰/۰۵۷۱±۰/۰۲۳۶ | ۰/۱۰۴±۰/۱۰۹۶ |
| | HYP-D | ۰/۰۷۲۹±۰/۰۲۳۲ | ۰/۰۵۷۱±۰/۰۲۱۵ |
| | ISO | ۰/۰۵۴۳±۰/۰۱۸۱ | ۰/۰۳۷۹±۰/۰۱۳۱ |
| | ISO-D | ۰/۰۶۲۱±۰/۰۲۵۴ | ۰/۰۴۸۶±۰/۰۱۹۳ |
| | HYP-O | ۰/۰۶۲۱±۰/۰۱۶۲ | ۰/۰۴۳۶±۰/۰۱۴۹ |
| | HYP-O-D | ۰/۰۵۰۷±۰/۰۲۵۷ | ۰/۰۵۰۷±۰/۰۱۲۰ |

## بحث و نتیجه‌گیری

نشان داده شده است که سالین هیپرتونیک در درمان کم آبی در حیوانات دارای اسهال موثر است. به عنوان مثال، یک مطالعه بر روی بزهای مبتلا به کم آبی ناشی از اسهال نشان داد که استفاده از حجم کمی از محلول نمک هیپرتونیک در مقایسه با سالین ایزوتونیک مفید است (Zafar *et al.*, 2010). به طور مشابه، گوساله‌های اسهالی با اسیدوز متابولیک خفیف با موفقیت با سالین هیپرتونیک درمان شدند (Koch and Kaske, 2008). مطالعه‌ای دیگر نیز بر روی گوسفندان مبتلا به اسیدوز لاکتیک حاد نشان داد که تجویز سریع محلول نمکی هیپرتونیک مفید است (Santos *et al.*, 2020). این یافته‌ها نشان می‌دهد که سالین هیپرتونیک می‌تواند یک جزء مفید مایع درمانی در بره‌های اسهالی باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که بین گروه‌های درمان در طول زمان تفاوت معنی‌داری در ضربان قلب (فواصل ECG) ، حرکات شکمبه و چند پارامتر خونی

(فسفر و منیزیم) وجود نداشت. این موضوع نشان می‌دهد که این عملکردهای فیزیولوژیکی اساسی تحت تأثیر مداخلات مایع درمانی در بره‌های سالم یا اسهالی قرار نگرفته است. فقدان تغییرات قابل توجه در ضربان قلب و حرکات شکمبه نشان می‌دهد که مداخلات مایع درمانی، ایزوتونیک یا هیپرتونیک سالین، با یا بدون ORS، قادر به حفظ این عملکردهای فیزیولوژیکی اساسی در بره‌های سالم و اسهالی بودند (Abutarbush, 2010). این نتیجه نشان می‌دهد که بره‌ها قادر به جبران عدم تعادل مایعات و الکترولیت‌های ناشی از اسهال بوده و درمان‌های مختلف آبرسانی مجدد را بدون اختلالات عمده در فعالیت قلبی و گوارشی تحمل می‌کنند. یافته‌های مشابهی در مطالعات انجام شده بر روی مایع درمانی در نشخوارکنندگان گزارش شده است، جایی که سیستم قلبی عروقی و گوارشی قادر به سازگاری با تغییرات مایعات و الکترولیت ها بوده است (Constable, 2003, Hasanpour, 2009).

سطوح پایدار فسفر و منیزیم در گروه‌های درمانی نشان می‌دهد که مایع-درمانی به طور قابل‌توجهی هموستاز معدنی بره‌ها را مختل نکرده است. این الکترولیت های ضروری به شدت در بدن تنظیم می‌شوند و در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف، مانند متابولیسم انرژی، عملکرد عصبی عضلانی و معدنی شدن استخوان نقش مهمی ایفا می‌کنند (Goff, 2006, Wilms *et al.*, 2024). توانایی حفظ سطوح طبیعی فسفر و منیزیم نشان می‌دهد که مداخلات مایع قادر به بازیابی موثر تعادل مایعات و الکترولیت‌ها بدون ایجاد عدم تعادل در این مواد معدنی کلیدی است (Rezaei Saber, 2017).

حفظ پارامترهای ECG طبیعی برای اطمینان از عملکرد قلبی عروقی و جلوگیری از آریتمی در نشخوارکنندگان بسیار مهم است (Elmi, 2015). عدم تغییرات قابل توجه در فواصل ECG، مانند P-R، QRS، و مدت زمان موج T، نشان می‌دهد که درمان-های مایع به طور قابل ملاحظه ای سیستم هدایت الکتریکی قلب را در بره ها تغییر نداده است. این نتیجه نشان می‌دهد که مداخلات مایع، اختلال عمده‌ای در فعالیت الکتریکی قلب، که برای انقباض هماهنگ میوکارد و برون ده قلبی کارآمد ضروری است، ایجاد نکرده است. این یافته‌ها بسیار مهم هستند زیرا نشان می‌دهند که پروتکل‌های مایع درمانی مورد استفاده در این مطالعه قادر به مدیریت موثر عدم تعادل مایعات و الکترولیت‌های مرتبط با اسهال بدون به خطر انداختن قابل‌توجه عملکردهای فیزیولوژیکی پایه در بره‌ها بودند. این امر از استفاده از این استراتژی‌های آبرسانی مجدد به عنوان بخشی از یک رویکرد جامع برای درمان بیماری اسهالی در نشخوارکنندگان کوچک، همانطور که در دستورالعمل ها و مطالعات مختلف دامپزشکی توصیه شده است، پشتیبانی می‌کند (Constable, 2003; Roussel, 2014b).

با توجه به بیوشیمی خون، سطح گلوکز به طور قابل توجهی در بره‌های سالم دریافت کننده هایپرتونیک سالین، و همچنین بره‌های اسهالی دریافت کننده هایپرتونیک سالین یا هایپرتونیک سالین به اضافه ORS افزایش یافت. این پاسخ هیپرگلیسمی در سایر مطالعات مایع درمانی در نشخوارکنندگان مشاهده شده

است و تصور می شود کـه مکانیسـمی سـازگار بـرای حفظ گلوکز خون در طول کم آبـی اسـت (Smith *et al.*, 2002). تجویز محلول‌های حاوی گلوکز به عنـوان بخشی از مایع درمانی می توانـد بـه پـر کـردن ذخـایر انرژی، حمایـت از فرآینـدهای متابولیـک و کمـک بـه بهبود نشخوارکنندگان آسیب دیده از اسهال کمک کند. افزایش مشاهده شده در غلظت کلـر، پتاسـیم و سـدیم سرم در طول زمان در بره‌های سالم و اسـهالی دریافـت کننده سرم ایزوتونیک یا هیپرتونیک بـا پـودر ORS بـا پاسـخ مـورد انتظـار بـه درمـان جـایگزینی مـایع و الکترولیت مطابقت دارد (Berchtold, 2009; Smith and Berchtold, 2014). افزایش بارزتر این الکترولیت‌ها در بره‌هایی که سرم هیپرتونیک با پودر ORS دریافت می‌کننـد، نشـان می‌دهد که این درمان ممکـن اسـت در بازیـابی سـریع تعادل الکترولیت ها، به ویـژه در حیوانـات دچـار کـم آبی، موثرتر باشد (Constable, 2003).

افزایش قابل توجه بیشتر غلظت سـدیم سـرم در بره‌هـای اسـهالی کـه فقـط سـرم هیپرتونیـک دریافـت می‌کنند، احتیاط را ایجاب می‌کند، زیرا اصلاح بـیش از حد سریع هیپوناترمی می‌تواند منجر به عوارض عصبی جدی شـود (McGee *et al.*, 1999). بنـابراین، هنگـام استفاده از مایعات هیپرتونیـک بـرای آبرسـانی مجـدد، نظارت دقیق بر سطح سدیم و وضعیت عصـبی بسـیار مهم است. با توجه بـه اهمیـت ایـن الکترولیـت‌هـا در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف، عـدم تغییـرات قابـل توجه در غلظت فسفر و منیزیم در طول زمـان در همـه گروه ها تا حدودی تعجب آور است. با این حال، ایـن ممکن است به دلیل مکانیسم های هموسـتاتیکی باشـد که سطح آنهـا را در خـون بـه شـدت تنظـیم مـی‌کنـد (Roussel, 2014). یافته‌های افزایش قابل‌توجه پروتئین توتـال در طـول زمـان در همـه گـروه‌هـا احتمـالاً منعکس‌کننده غلظت خون به دلیل جابجایی مایعـات و کم آبی بـدن اسـت (Fubini and Ducharme, 2016; Constable *et al.*, 2016). با این حـال، فقـدان تعامـل معنی‌دار بین زمان و نوع سرمی نشان می‌دهـد کـه ایـن اثر ممکن است تفاوت اساسی بـین گروه‌هـای درمـانی نداشته باشد.

این مطالعه همچنین کاهش تعداد لنفوسیت‌هـا و افزایش تعداد نوتروفیل های سگمانته را در طول زمـان در بره‌های سالم دریافـت‌کننـده هایپرتونیـک سـالین و بره‌های اسهالی دریافت کننده هیپرتونیـک سـالین تنهـا نشان داد. ایـن تغییـرات لوکـوگرام بـا پاسـخ اسـترس سازگار است و مـی‌توانـد نشـان دهنـده التهـاب باشـد (Theobaldo *et al.*, 2012, Newcomer *et al.*, 2021). این یافته‌ها با تحقیقات قبلی مطابقـت دارد کـه نشـان می‌دهـد اسـترس و التهـاب می‌توانـد منجـر بـه تغییرات مشخصه در لکوگرافی بره‌ها شـود. نشـان داده شده است که هیپرتونیسیته باعث ایجاد پاسـخ اسـترس در بره ها می‌شود (Ross *et al.*, 2005). به عنوان مثال، قرار گرفتن در معـرض پرتـونیکی قبـل از تولـد بـرای برنامه ریزی هایپرناترمی و فشار خون در بره‌های نوزاد مشاهده شده است، و نشان داده شده است کـه تزریـق هیپرتونیک سالین همودینامیک کلیه را در بره ها تغییـر می‌دهد (Aperia *et al.*, 1975). عـلاوه بـر ایـن، یـک مطالعـه روی گوسـفند جنـین نشـان داد کـه تجـویز هیپرتونیک سالین منجر بـه افـزایش سـریع اسـمولالیته سرم مـی‌شـود (Bennett and Rose, 1989). تغییـرات

لوکوگرام مشاهده شده در مطالعه حاضر با لوکوگرام استرس معمولی که در نشخوارکنندگان دیده می شود، مطابقت دارد که با کاهش لنفوسیت ها و افزایش نوتروفیل‌ها مشخص می‌شود (Sartorelli *et al.*, 2003). این پاسخ احتمالاً با ترشح هورمون‌های استرس مانند کورتیزول انجام می‌شود که می تواند باعث توزیع مجدد لنفوسیت ها و نوتروفیل ها در خون محیطی شود (Paula *et al.*, 2013). التهاب همچنین می‌تواند منجر به تغییراتی در لکوگرافی شود. به عنوان مثال، مطالعه ای بر روی بره‌های مبتلا به کوکسیدیوز خود به خودی افزایش نوتروفیل ها و کاهش لنفوسیت ها را نشان داد که نشان دهنده پاسخ التهابی است (Filipenko, 2023). مطالعه دیگری نشان داد که مکمل های غذایی با آرد باقی مانده انگور، که دارای خواص ضد التهابی است، تعداد لنفوسیت ها را در بره ها کاهش می‌دهد (Molosse *et al.*, 2021). یافته‌های ما نشان می‌دهد که تجویز سرم هیپرتونیک یا سالین به بره‌ها باعث ایجاد پاسخ استرس و به طور بالقوه یک پاسخ التهابی می‌شود، همانطور که با تغییرات در لوکوگرام مشهود است. این نتایج پیامدهایی برای استفاده از مایعات هیپرتونیک در درمان بره ها، به ویژه آن‌هایی که اسهال دارند، دارد.

کاهش PCV در بره‌هایی که سالین هیپرتونیک به اضافه ORS دریافت می‌کنند ممکن است به اثرات رقیق کننده مایع درمانی، و همچنین از دست دادن مداوم مایعات به دلیل اسهال نسبت داده شود. پذیرفته شده است که کم آبی باعث افزایش PCV می‌شود و با آبگیری مجدد عادی می‌شود (Van Beaumont *et al.*, 1981; Costill *et al.*, 1974). در مقابل، افزایش اولیه در تعداد گلبول‌های قرمز در بره‌هایی که فقط سالین هیپرتونیک دریافت می‌کنند ممکن است منعکس‌کننده غلظت خونی ناشی از کم‌آبی باشد و با برطرف شدن کم‌آبی، شمارش کاهش می‌یابد. تغییرات دینامیکی در تعداد گلبول‌های قرمز و PCV بر اهمیت نظارت بر پارامترهای خونی در بره‌های اسهالی که تحت مایع درمانی قرار می گیرند تأکید می‌کند.

افزایش اکسیژن اشباع در طول زمان در بره‌های اسهالی دریافت‌کننده سالین ایزوتونیک یا هیپرتونیک سالین به اضافه ORS گزارش شد که می‌تواند به بهبود اکسیژن‌رسانی بافت با احیای مایع نسبت داده شود. این یافته با مطالعه سال ۲۰۲۱ روی گوساله‌های کم سن و گاوهای بالغ مطابقت دارد که در آن مایع درمانی داخل وریدی برای بهبود فشار خون شریانی و اکسیژن‌رسانی توصیه شده است (Constable *et al.*, 2021). استفاده از سالین هیپرتونیک در مقابل سالین ایزوتونیک برای احیای مایع در بره‌های اسهالی در مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۰ در گوسفندان مبتلا به اسیدوز لاکتیک شکمبه مورد بررسی قرار گرفته است، جایی که تجویز سریع محلول سالین هیپرتونیک مؤثر بود (Santos *et al.*, 2020). علاوه بر این، تحقیقات در سال ۲۰۲۲ در مورد مایع درمانی در گوساله‌های اسهالی و اسیدوز در معرض خطر، اهمیت مایع درمانی IV با سدیم را برای اکسیژن‌رسانی بافت برجسته کرد (Lin *et al.*, 2022). این مطالعات در مجموع از نقش احیای مایع در بهبود اشباع اکسیژن در بره‌های اسهالی حمایت می‌کنند و نشان می‌دهند که هم سالین ایزوتونیک و هم هیپرتونیک ممکن است بسته به زمینه بالینی خاص مفید باشد.

به طور کلی، این تحقیق اهمیت نظارت دقیق طیف وسیعی از پارامترهای سلامت و عملکرد را هنگام ارزیابی مداخلات مایع درمانی در بره‌ها نشان می‌دهد، زیرا اثرات آن می‌تواند بسته به شرایط اساسی و رویکرد درمانی پیچیده و متغیر باشد. مطالعات بیشتر در مورد مقایسه پروتکل‌های مختلف آبرسانی مجدد و اثرات بلندمدت آن‌ها بر بهره وری بره ارزشمند خواهد بود.

## سپاسگزاری

بخشی از منابع مالی این مطالعه از محل گرنت مربوط به دکتر شهرام ملکی از اعتبارات پژوهشی دانشگاه لرستان تأمین گردیده است، لذا از معاون پژوهشی، مدیر پژوهش و کارکنان حوزه پژوهشی دانشگاه لرستان به خاطر هماهنگی و همکاری در انجام این تحقیق تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

## تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی در خصوص این مقاله با یکدیگر ندارند.

## منابع

•Abdou, N.E.M.I., Majeed, Q.a.H., El-Azazy, O.M.E., Tahrani, L.M.A., Alazemi, M.S. and Alajmi, A. (2021). Risk factors of diarrhea in small ruminants in Kuwait. Iranian Journal of Veterinary Research, 22(2): 146-149.

•Angelos, S.M. and Van Metre, D.C. (1999). Treatment of sodium balance disorders: water intoxication and salt toxicity. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 15(3): 587-607.

•Aperia, A., Broberger, O. and Herin, P. (1975). Changes in Renal Hemodynamics and Sodium Excretion during Saline Infusion in Lambs. Acta Physiologica Scandinavica, 94(4): 442-450.

•Bennett, T.L. and Rose, J.C. (1989). Effect of cortisol on vasopressin response to hypertonic saline in fetal sheep. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 257(4): 861-865.

•Constable, P. (2003). Fluid and electrolyte therapy in ruminants. Veterinary Clinics: Food Animal Practice, 19(3): 557-597.

•Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done, S.H. and Grünberg, W. (2016). Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. 2nd Edition., Elsevier Health Sciences, pp:151.

•Constable, P.D., Thomas, E. and Boisrame, B. (2001). Comparison of two oral electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea. The Veterinary Journal, 162(2): 129-41.

•Constable, P.D., Trefz, F.M., Sen, I., Berchtold, J., Nouri, M. and Smith, G. (2021). Intravenous and oral fluid therapy in neonatal calves with diarrhea or sepsis and in adult cattle. Frontiers in veterinary science, 7(12): 1-29.

•Costill, D., Branam, L., Eddy, D. and Fink, W. (1974). Alterations in red cell volume following exercise and dehydration. Journal of applied physiology, 37(6): 912-916.

•Dibartola, S.P. (2000). Disorders of sodium and water: hypernatremia and hyponatremia. 2nd Edition., W.B. Saunders, pp:45-72.

•Filipenko, O. (2023). Changes in peripheral blood parameters of lambs with spontaneous eimeriosis. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 25(112): 73-77.
•Fubini, S.L. and Ducharme, N. (2016). Farm Animal Surgery-E-Book. 1nd Edition., Elsevier health sciences, pp:141-144.
•Gaffney-Stomberg, E., Sun, B.H., Cucchi, C.E., Simpson, C.A., Gundberg, C. and Kerstetter, J.E. (2010). The effect of dietary protein on intestinal calcium absorption in rats. Endocrinology, 151(3): 1071-1078.
•Hariharan, H., Coles, M., Poole, D. and Page, R. (2004). Antibiotic resistance among enterotoxigenic Escherichia coli from piglets and calves from piglets and calves with diarrhea. The Canadian Veterinary Journal, 45(7): 605-607.
•Imad, M.T.F. (2022). The interactions of some minerals elements in health and reproductive performance of dairy cows. New Advances in the Dairy Industry. pp: 150-156.
•Lin, H., Passler, T. and Clark-Price, S. (2022). Farm animal anesthesia: cattle, small ruminants, camelids, and pigs. 1nd Edition., John Wiley & Sons. pp: 1052-1064.
•Marcom, N.N., De Camargo Campos, L., Dos Anjos, M.C., Cunha, V.M., Dos Santos, M.G. and Pereira, P.F.V. (2024). Effects of two oral electrolyte solutions in healthy newborn lambs. Research in Veterinary Science, 166(1): 105072.
•Mcgee, S., Abernethy Iii, W.B. and Simel, D.L. (1999). Is this patient hypovolemic? Jama, 281(11): 1022-1029.
•Molosse, V.L., Deolindo, G.L., Cécere, B.G., Marcon, H., Da Rosa, G. and Vedovatto, M. (2021). Effect of dietary supplementation with grape residue flour on weight gain, metabolic profile, leukogram, proteinogram and antioxidant response in suckling lambs. Research in Veterinary Science, 139(1): 112-120.
•Muñoz-Zanzi, C.A., Hietala, S.K., Thurmond, M.C. and Johnson, W.O. (2003). Quantification, risk factors, and health impact of natural congenital infection with bovine viral diarrhea virus in dairy calves. American Journal of Veterinary Research, 64(3): 358-365.
•Nemeth, V.P.N. (2022). Diarrhea. StatPearls. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448082/.
•Newcomer, B.W., Cebra, C., Chamorro, M.F., Reppert, E., Cebra, M. and Edmondson, M.A. (2021). Diseases of the hematologic, immunologic, and lymphatic systems (multisystem diseases) 1st Edition. WB Saunders, pp. 466-502.
•Nichols, I.G. (1922). Action of Hypotonic, Isotonic and hypertonic solutions upon the blood, muscle and nerve tissue cells of living animals. The Journal of the National Dental Association, 9(2): 145-150.
•Paula, E.F.E.D., Souza, D.F.D., Monteiro, A.L.G., Santana, M.H.D.A., Gilaverte, S. and Rossi Junior, P. (2013). Residual feed intake and hematological and metabolic blood profiles of lle de France lambs. Revista Brasileira de Zootecnia, 42(1): 806-812.
•Ross, M.G., Desai, M., Guerra, C. and Wang, S. (2005). Prenatal programming of hypernatremia and hypertension in neonatal lambs. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 288(1): 97-103.
•Roussel, A.J. (2014). Fluid therapy in mature cattle. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 30(2): 429-439.
•Santos, M.M., Bregadioli, G.C., Santos, L.G.C., Curti, J.M., Duarte, C.a.B.G., Cerri, F.M., et al. (2020). Treatment of acute rumen lactic acidosis with intravenous hypertonic sodium chloride or bicarbonate solutions followed by intraruminal water. Research in Veterinary Science, 128(1): 24-34.
•Sartorelli, P., Spagnolo, V., Paltrinieri, S., Giordano, A. and Comazzi, S. (2003). The effect of natural and pharmacological stressors on sheep: haematological, biochemical and granulocytic functional changes. Veterinary research communications, 27(1): 723-727.
•Suttle, N. (2022). Mineral nutrition of livestock, 1nd Edition., Cabi GB, pp: 259-300.

•Tardy, A.L., Pouteau, E., Marquez, D., Yilmaz, C. and Scholey, A. (2020). Vitamins and Minerals for Energy, Fatigue and Cognition: A Narrative Review of the Biochemical and Clinical Evidence. Nutrients, 1 (1): 228-235.
•Theobaldo, M.C., Barbeiro, H.V., Barbeiro, D.F., Petroni, R. and Soriano, F.G. (2012). Hypertonic saline solution reduces the inflammatory response in endotoxemic rats. Clinics, 67(12): 1463-1468.
•Van Beaumont, W., Underkofler, S. and Van Beaumont, S. (1981). Erythrocyte volume, plasma volume, and acid-base changes in exercise and heat dehydration. Journal of applied physiology, 50(6): 1255-1262.
•Zhong, T., Wang, Y., Wang, X., Freitas-De-Melo, A., Li, H., Zhan, S., et al. (2022). Diarrhea in suckling lambs is associated with changes in gut microbiota, serum immunological and biochemical parameters in an intensive production system. Front Microbiol, 13(17): 1-10.