



انسان جهاد کشاورزی استان کرمان



دانشگاه گیلان



۲۸ فروردین ۱۳۹۳ - دانشگاه گیلان کاووس

مروری بر خصوصیات فیزیولوژیک و رفتاری شتر برای مقابله با تنش بی آبی

فربیا فریور^۱ - فرزانه فریور^۲

۱ - استادیار گروه علوم دامی دانشگاه گیلان کاووس و ۲ - دانش آموزانه دکترای بیوفیزیک، مرکز پژوهش های بیوفیزیک

دانشگاه تهران

fariba_farivar@yahoo.com

چکیده

شتر از جانورانی است که با محیط های خشک و بی آب و علف و صحرا سازگار شده و این سازگاری باعث شده است که به خوبی بتواند آب و هوای گرم و خشک، بی آبی و کم خوراکی را تحمل کند. کوهان، عضوی قابل توجه در شتر است که تنها از چربی و عضلات تشکیل شده و در آن استخوانی وجود ندارد و شتر در شرایط بی خوراکی تا چندین روز می تواند با اعتماد به وجود این چربی و سوخت و ساز آن زنده بماند. شتر سازگاریهای آناتومیکی و فیزیولوژیکی ویژه ای برای مقابله با گرما، کم آبی و تنش های حاصله دارد. کلمات کلیدی: خصوصیات فیزیولوژیک شتر، رفتار شتر، تنش بی آبی.

مقدمه

شتر پستانداری فردسم، نشخوارکننده و متعلق به جنس شترسانان (*Camelus*) است. دو گونه زنده شترسانان شامل شتر یک کوهانه (*Camelus dromedary*) که در خاور میانه و شاخ آفریقا سکونت دارد و شتر دوکوهانه (*Camelus Bactrian*) که در آسیای مرکزی یافت می شود است. این حیوان علاوه بر اینکه وسیله اصلی رفت و آمد ساکنین صحراست، از سویی دیگر می تواند خوراکی آدمی و وسایل مورد نیاز دیگر را به انسان عرضه کند و انسان می تواند با تغذیه با شیرشتر و گوشت شتر، تا هفته ها در صحرا زنده بماند. هم چنین می توان از چربی کوهان به جای کره استفاده کرد و پشم شتر را در ساختن خیمه ها، پتو، فرش، لباس های پشمی، طناب و ریسمان به کار برد. هم چنین می توان از مدفوع خشک شده شتر برای روشن کردن آتش استفاده کرد و پس از کشتار شتر می توان از پوست آن برای ساختن کفش و مشک و چیزهای دیگر استفاده کرد.

معاونت علمی و فناوری، معاونت پژوهش های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنیاد ملی تحقیقات، بنیاد ملی تحقیقات



شتر مکانیسمهای سازشی متعددی دارد که اجازه تحمل بی آبی طولانی مدت (دالبرن و همکاران، ۱۹۹۲)، بار حرارتی زیاد (شروتز و همکاران، ۱۹۸۹) و شرایط گرما و بی آبی توام (روبرتسواو و زینه فیلالی، ۱۹۹۵) و ادامه حیات در شرایط نایابی یا بی کیفیتی منابع غذایی (دالبرن، ۱۹۹۲) را می دهد.

استراتژی زندگی در بیابان

سمداران وحشی، نشخوارکنندگان اهلی (بز، گوسفند و گاو)، شتر و الاغ امروز فراوان ترین پستانداران در مناطق گرمسیری و صحرا هستند و به طور گسترده ای در نقاط مختلف پراکنده شده اند برخی از نشخوارکنندگان وحشی (آهوی صحرايي، غزال بزرگ افریقا و گاو کوهی آفریقایی) استراتژی های رفتاری و فیزیولوژیکی مختلفی اتخاذ کرده اند که ظاهراً آنها را قادر به زنده ماندن در دوره های طولانی بدون نوشیدن می سازد. این حیوانات قادر به حفظ تعادل آب توسط استفاده موثر از آب شبم چری، رطوبت مواد غذایی و آب متابولیک هستند. سازگاری فیزیولوژیکی شامل توانایی حفظ تعادل صرفه جویانه انرژی و آب تحمل دمای بسیار بالای بدن در هنگام محدودیت مصرف آب است (اشمیت نیلسن و همکاران، ۱۹۵۶؛ تیلور، ۱۹۷۰، a؛ b؛ کولنیک و سیلانیکوف، ۱۹۸۱). شیردهی تاثیر زیادی بر تعادل انرژی و آب در متابولیسم نشخوارکنندگان وحشی ندارد، از آنجایی که آنها مقادیر کمی از شیر تولید می کنند (مالترز و کولنیک، ۱۹۸۴). با این حال، حفظ تعادل آب در بسیاری از نشخوارکنندگان وحشی بستگی به نوشیدن آب دارد. استراتژی اتخاذ شده در مناطق خشک ترکیبی از حفظ تعادل آب صرفه جویانه و ظرفیت تحمل از دست دادن شدید آب و قدرت آبرسانی مجدد بسیار سریع است. بز کوهی و گوسفند کوهی امریکایی و شتر نمونه های معمول استفاده از این استراتژی هستند (ترنر، ۱۹۷۹، کولنیک و همکاران، ۱۹۸۰).

سازگاریهای آناتومیکی

کف پای شتر حالت مخصوص به خود دارد و از دو بخش تشکیل شده است و کلفت و پهن است و مانع از این می شود که پای شتر در شن های ریز صحرا فرو رود. چشم های شتر دارای مژگان های بلندی است که به همراهی پلک ها، چشم ها را از طوفان های شنی و از تابش شدید آفتاب محافظت می کند. منخرین شتر دارای شکاف های طولی است که شتر در هنگام تنفس می تواند بینی را به خوبی از هم باز کند و بیشترین میزان هوا را وارد ریه های خود کند و در هنگام بروز



طوفان‌های شنی بینی خود را کاملاً ببندد. همچنین شتر دارای فک درازی است که به طور جانبی حرکت می‌کند و می‌تواند عمل جویدن را به خوبی انجام دهد.

در کنار همه اینها، تعلق به دسته نشخوارکنندگان و دارا بودن پیش‌معدة بزرگ یکی از مهمترین مزایای سازگاران در شتر است. نشخوارکنندگان در ائوسن ظهور پیدا کرده و در میوسن گیاهخواران غالب بر روی زمین شدند. این زمان مصادف با ظهور علف‌ها و استرس‌های محیطی شرایط سردتر و خشک‌تر بود (ون سوست، ۱۹۸۲). به نظر می‌رسد که بخش قابل توجهی از تکامل نشخوارکنندگان در طول دوره‌های خشکسالی طولانی مدت بر روی زمین رخ داده است. آناتومی سازگاری - به خصوص توسعه پیش‌معدة بزرگ (شکمبه-نگاری و یا به سادگی شکمبه)، که به عنوان ظرف تخمیر عمل می‌کند - نشخوارکنندگان را قادر به هضم مواد گیاهی فیبری می‌سازد. مواد هضمی در نشخوارکنندگان یک چهارم از وزن بدن حیوان را تشکیل می‌دهد که بسیاری از آن در شکمبه در یک محیط مایع است (با نسبت بین ماده خشک و آب حدود ۱:۱۰). شکمبه با عمل به عنوان یک مخزن آب بزرگ نقش مهمی در سازگاری تکاملی بازی می‌کند و در شرایط از دست دادن آب بدن قابل استفاده است و نیز به عنوان مخزنی که در زمان دسترسی مجدد به آب، آب مصرف شده را در خود جا می‌دهد و از رقیق شدن ناگهانی خون جلوگیری می‌کند. شکمبه همچنین در تنظیم مصرف آب حیوانات نشخوارکننده برای بازیابی میزان دقیق آب از دست رفته در طی دوره کم‌آبی بدن نقش دارد. دستگاه گوارش و اندام‌های مرتبط (غدد بزاقی و کبد)، علاوه بر عملکرد آنها در هضم و جذب مواد مغذی، در حفظ آب، الکترولیت‌ها و تعادل اسید و باز اهمیت حیاتی دارند (شواجنکو و فریدمن، ۱۹۷۹، میشل، ۱۹۸۶، پاول، ۱۹۸۷). نشان دادن نقش این اندام‌ها در تعادل آب و الکترولیتها در حیوانات تک‌معدة، به دلیل اثر غالب کلیه دشوار است. نسبت به پستانداران دیگر، حجم ترشحات گوارشی در نشخوارکنندگان بیشتر است. این امر عمدتاً به دلیل ترشح مستمر بزاق است، که بافر محصولات تخمیری است. مقدار آب و سدیم ترشح شده با بزاق در روز معادل بیش از ۵ برابر مقدار این الکترولیت‌ها در پلاسما است (سیلانیکوف، ۱۹۹۲). بنابراین، نشخوارکنندگان به نظر می‌رسد به ویژه برای نشان دادن نقش غدد بزاقی، دستگاه گوارش، کبد و کلیه در تعادل مایعات و الکترولیتها مناسب هستند. نقش این ارگانها در پاسخ به کم‌آبی و آبرسانی در این مقاله مورد توجه قرار خواهد گرفت.



سازگاریهای رفتاری

رفتارهای تغذیه ای

شتر تنها چند برگ از هر بوته انتخاب می کند و شاخ و برگ گیاهان را می خورد. این حیوان گیاهان نمک دوست را ترجیح می دهد. در پاسخ به استرس کم آبی شتر مصرف خوراک را کاهش می دهد که احتمالاً به منظور کاهش تولید حرارت متابولیک می باشد. الحیدری (۲۰۰۵) گزارش نمود که شترهای مورد آزمایش ۲۴ ساعت پس از قطع مصرف آب خوراک مصرفی را کاهش داده و پس از ۷۲ ساعت مصرف خوراک را کاملاً قطع کردند.

شتر مسافت های طولانی در صحرا به دنبال آب حرکت می کند (جهاد و همکاران، ۱۹۸۹) و می تواند در یک وعده مقدار بسیار زیادی آب را برای جبران مایعات از دست رفته قبلی بنوشد. یک شتر ممکن است بیش از یک سوم وزن بدن خود آب بنوشد (اشمیت نیلسن، ۱۹۹۷). نحوه آبیگری مجدد در پی دوره بی آبی برای ادامه حیات حیوان مهم است. گزارش شده است که شتر قادر به نوشیدن ۲۰۰ لیتر آب در عرض ۳ دقیقه است (یاجیل و همکاران، ۱۹۷۴). این مقدار احتمالاً کمی اغراق آمیز است و مشاهدات ایروین (۲۰۱۰) که رقم ۱۱۰ لیتر در ۱۰ دقیقه را گزارش کرد به واقعیت نزدیکتر به نظر می رسد، اما نرخ مصرف در همین سطح نیز در در حیوانات دیگر منجر به آبیگری بیش از حد بدن و احتمالاً مرگ خواهد شد. توانایی شتر در نرخ مصرف آب در این سطح به دلیل توانایی آن در ذخیره حجم زیادی از آب در دستگاه گوارش خود تا بیش از ۲۴ ساعت و بنابراین جلوگیری از رقیق شدن سریع خون است (ویلر و همکاران، ۲۰۰۶).

فیزیولوژی سازشی به تنش گرما و کم آبی

ظرفیت تنظیم حرارت شتر به طور مستقیم به در دسترس بودن آب و درجه هیدراتاسیون آن مربوط می شود. به همین دلیل ما در این بخش تحمل تنش گرما و کم آبی را توماً مورد بررسی قرار می دهیم.

ساز و کار اقتصاد آب در شتر

نرخ چرخش آب در شتر ۳۸ تا ۷۶ میلی لیتر بر کیلوگرم در روز است که در مقایسه با گونه های دیگر بسیار پایتتر است (اوجاد و کمل، ۲۰۰۹) (جدول ۱). این امر به دلیل پایتتر بودن میزان فیلتراسیون گلوامرولی در شتر در مقایسه با نشخوارکنندگان دیگر (جدول ۲) است. شتر قادر به کاهش تلفات آب به روش های مختلف است:

- پوستی (محدودیت تعریق)،

معاونت ملی وینیات جهوری، معاونت پژوهش وزارت علوم تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنجران، علم شتر ایران،



انسان جهاد کشاورزی ایران کورتان



انگاه کتب کاوس



۲۸ فروردین ۱۳۹۳ - دانشگاه گنبد کاووس

- تنفسی (شتر قادر به نفس نفس زدن نیست)،
- گوارشی: کاهش تمام ترشحات گوارشی، به ویژه ترشح بزاق، که می تواند از اتلاف ۸۰-۱۶ لیتر آب در روز جلوگیری نماید.
- ادرار (کاهش تولید ادرار و افزایش غلظت ادرار).

جدول ۱- نرخ گردش آب در شتر و گونه های مختلف (مک فارلن و همکاران، ۱۹۶۳)

نرخ گردش آب (میلی لیتر بر کیلوگرم در میزان آب بدن (%))	
(روز)	
۷۲	۳۸-۷۶ شتر
۶۰	۶۲-۱۲۷ گوسفند
۶۵	۷۶-۱۹۶ بز
۶۵	۶۳-۱۷۸ گره خر
۶۶	۱۰۸-۲۰۳ گاومیش

سیستم دفع ادرار و صرفه جویی در مصرف آب

صرفه جویی در مصرف آب بدن در شتر در پاسخ به شرایط گرم و خشک از طریق کاهش تولید ادرار و تغلیظ ادرار و ذخیره CO₂ و گلوکز در خون برای کاهش مصرف آب برای خنک کردن بدن انجام می گیرد (یاگیل و همکاران، ۱۹۷۴؛ یاگیل و برلین، ۱۹۷۷ و اوجاد و کامل، ۲۰۰۹). هرچند حیوانات صحرائی بزرگ جثه دیگر مانند گوسفند و بز نیز از استراتژیهای مشابهی مانند دفع مدفوع با دمای بالاتر و کاهش اتلاف آب در شرایط گرم و خشک بهره می برند، بروز این استراتژیها در شتر مشهودتر است (روبرتسواو و زینه فیلالی، ۱۹۹۵).

جدول ۱- میزان فیلتراسیون گلمرولی در گونه های مختلف

فیلتراسیون گلمرولی (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)	
۰/۵-۱	شتر
۱/۳	گوسفند
۴	بز

معاونت علمی و فناوری، معاونت پژوهش و برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنجران، علم شتر ایران،



کلیه شتر نقش اساسی در روند حفظ آب از طریق افزایش اسمولاریتی ادرار بازی می کند. لوپ هنله بلند و نیز مدولای گسترش یافته از ویژگیهای ساختار کلیه شتر است. نسبت مدولا به کورتکس در شتر ۴ به ۱ است (اوجاد و کامل، ۲۰۰۹). به همین دلیل کلیه شتر ظرفیت بالایی برای بازجذب آب و تغلیظ ادرار دارد، که تحمل زیاد شتر به نمک را توضیح می دهد (سیبرت و مک فارلین ، ۱۹۷۴). در شرایط بی آبی ادرار در کلیه شتر قابلیت تغلیظ تا ۳۲۰۰ میلی اسمول در لیتر دارد که در مقایسه با گونه های دیگر مانند بز با توان تغلیظ ادرار تا ۲۲۰۰ میلی اسمول و گاو بوس تاروس در شرایط تشنگی با توانایی تغلیظ ادرار حداکثر ۱۱۶۰ میلی اسمول، بسیار بالاتر است.

گزارش شده است که شتر می تواند بالغ بر ۱۴ روز بدون آب زنده بماند (الخاواد، ۱۹۹۲) اما اشمیت نیلسن (۱۹۹۷) و اوجاد و کامل (۲۰۰۹) این مدت را ۸-۶ روز گزارش کرده اند. تفاوتها در مقالات احتمالا انعکاسی از تفاوت در شرایط آب و هوایی در طی تحقیقات مختلف است. شتر می تواند اتلاف آبی بالغ بر ۳۰ درصد وزن بدن را تحمل کند (اشمیت نیلسن و همکاران، ۱۹۵۶ و ۱۹۶۷؛ مک فارلن و همکاران، ۱۹۶۳)، درحالیکه حداکثر اتلاف آب قابل تحمل دراکثر پستانداران ۱۲-۱۰ درصد است. گونه های دیگر مانند مریخی استرالیایی نیز می توانند اتلاف آبی حدود ۳۰ درصد وزن بدن را تحمل کنند ولی انتظار نمی رود در شرایط گرم (۴۱ درجه سانتی گراد، بدون سایه) بیش از ۱ تا ۲ روز زنده بمانند، در حالیکه شتر در شرایط مشابه برای ۱۵ روز زنده می ماند.

تنظیمات بیوشیمیایی در شرایط کم آبی بدن

سطوح آلبومین، اوره، قند و کلسترول خون در شتر دچار کم آبی افزایش و در مقابل نرخ تصفیه کراتینین کاهش می یابد. در واقع، آلبومین نشان دهنده ظرفیت اسمزی و عامل اصلی نگهداری آب پلاسما است. همچنین مانع از هر گونه اتلاف آب خارج سلولی بدن می گردد. همچنین در این شرایط، کاهش در حجم پلاسما در مقابل افزایش غلظت سدیم پلاسما که نشان دهنده یک سیگنال برای ترشح هورمون مسئول حفظ سطح آب بدن است مشاهده می شود. در واقع نیز، غلظت پلاسمایی آرژنین - وازوپرسین و فعالیت رنین پلاسما به طور قابل توجهی افزایش می یابد (جدول ۳). آرژنین - وازوپرسین کاملا در افزایش غلظت ادرار موثر است و به نظر می رسد نقش آن در شتر بزرگتر از آلدوسترون است. هایپواینسولینمی و هایپوتیروئیدیسم مشاهده شده در شتر کم آب سوخت و ساز پایه را محدود و تجزیه چربی را مهار می نماید (بنگومی، ۱۹۹۳). علاوه بر مکانیسم های سازشی فیزیولوژیکی، ممکن است یک سطح سلولی مولکولی دفاع نیز در برابر از دست دادن آب وجود داشته باشد.



جدول ۳- برخی پارامترهای اندوکرینولوژیکی شتر در شرایط عادی و شتر دچار کم آبی (بنگومی، ۱۹۹۳)

شرایط عادی	شرایط کم آبی
انسولین (میکرو UI بر میلی لیتر)	$20/00 \pm 1/90$
وازوپرسین (پیکوگرم بر میلی لیتر)	$14/00 \pm 2/20$
آلدسترون (نانوگرم بر میلی لیتر)	$5/40 \pm 1/82$
رنین (نانوگرم بر میلی لیتر در ساعت)	$6/32 \pm 2/00$
	$2/03 \pm 0/21$

سیستم گردش خون

ضربان قلب شتر در حدود ۵۰ ضربه / دقیقه و فشار خون آن در محدوده ۷۶-۱۱۵ میلی متر جیوه است. حجم خون در این گونه ۹۳ میلی لیتر / کیلوگرم است، این مقدار بالاتر از مقادیر مشاهده شده در اکثر گونه های دیگر است. پس از کشتار، ما می توانیم تا ۱۵ کیلوگرم خون از شتری به وزن ۴۰۰ کیلوگرم جمع آوری کنیم. شتر می تواند آب بدن را از دست دهد بدون اینکه تغییر قابل ملاحظه ای در ویسکوزیته خون آن بوجود آید. تحقیقات نشان داده اند که برخی خصوصیات خون شتر نقش مهمی در مکانیسمهای سازشی در برابر گرما و بی آبی بازی می کند (اوجاد و کامل، ۲۰۰۹). ترکیب و حجم خون شتر در شرایط استرس بی آبی و گرما نسبتاً ثابت می ماند و عملکرد هموگلوبین در حد نرمال حفظ می شود (ویلمر و همکاران، ۲۰۰۶). نسبت لکوسیت به نوتروفیل در شتر نسبتاً بزرگ (حدود ۵۰٪) است، در حالی که در خون دیگر نشخوارکنندگان، لنفوسیت غالب می باشد. تعداد سلول های قرمز از ۴ تا ۱۰ میلیون در میلی متر مکعب متفاوت است. هماتوکریت حدود ۲۵ تا ۳۰٪ است و خیلی تحت تاثیر وضعیت هیدراسیون قرار نمی گیرد (فی، ۱۹۹۷). اریتروسایتهای خون شتر می توانند بعنوان بافر آب عمل کنند. آنها تخم مرغی شکل، کوچک و نسبتاً باریک هستند، و یک سطح انتقال بزرگ فراهم می کند. این شکل باعث می شود غشای سلولی آن در برابر تغییرات اسمولیتیک مقاومت کند. گلبول های قرمز دارای ظرفیت قابل توجه برای تغییر حجم بسته به وضعیت هیدراسیون حیوانات هستند. گزارش شده است که این سلولها می توانند در طی نوشیدن آب پس از دوره تشنگی شتر دو برابر حجم خود آب جذب کنند بدون اینکه غشای سلولی آنها پاره شود (اوجاد و کامل، ۲۰۰۹؛ ایروین، ۲۰۱۰). پس از آبرسانی سریع، تغییر در شکل گلبول قرمز در عرض ساعت رخ می دهد. مقاوم بودن غشای گلبولهای قرمز می تواند توضیح دهنده نادر بودن همولیز در زمان نمونه گیری از خون شتر باشد (محمد و حسین، ۱۹۹۹).

معاونت علمی و فناوری، معاونت پژوهش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنیاد علمی شتر ایران،



یک جنبه منحصر بفرد دیگر اریتروسیت‌های خون شتر، طول عمر بالای آنها در شرایط بی آبی است. طول عمر اریتروسیتها در شتر آب نوشیده ۹۰-۱۲۰ روز است (یاچیل و همکاران، ۱۹۷۴؛ اوجاد و کمل، ۲۰۰۹). در حالیکه وقتی شتر بصورت حاد دچار بی آبی و گرما باشد (متوسط دمای روزانه ۴۰ درجه و متوسط دمای شبانه ۲۰ درجه سانتی گراد) طول عمر اریتروسیتها تا ۱۵۰ روز افزایش می یابد. از آنجایی که حذف و نوسازی اریتروسیتها مصرف آب و انرژی بالایی می طلبد، بنابراین افزایش طول عمر آنها آب مصرفی را کاهش خواهد داد (یاچیل و همکاران، ۱۹۷۴؛ اوجاد و کمل، ۲۰۰۹).

هموگلوبین در طیف وسیعی از ۱۳ تا ۱۶ گرم بر دسی لیتر تغییر می کند، که نسبتا بالاتر از سایر گونه های پستانداران است. همچنین مشخص شده است که هموگلوبین خون شتر دارای میل ترکیبی بیشتری برای اکسیژن است. افزایش ریشه های آمینواسید باردار موجب افزایش آبدوستی هموگلوبین و مقاومت بیشتر به از دست دادن آب یا بیش آگیری اسمزی می گردد. سازمانبندی مولکولهای آب بارزتر در اطراف هموگلوبین شتر ممکن است بر تقسیم یون های هیدراته داخل سلولی و خارج سلولی مانند K^+ و Na^+ موثر باشد (فی، ۱۹۹۷).

اسمولالیته پلاسما که نشانگر غلظت مواد معدنی در پلاسما است، با قرار گرفتن حیوان در معرض استرس حرارتی یا بی آبی افزایش می یابد. الحیدری (۲۰۰۵) گزارش کرد که همراه با افزایش دمای بدن در طی استرس گرما و بی آبی، غلظت سدیم، پروتئین تام، آلبومین و اسمولالیته پلاسما افزایش یافت. یون سدیم فراوانترین ماده محلول فعال اسمزی در مایع خارج سلولی است و مکانیسمهایی که تعادل یون سدیم را کنترل می کنند، اصلی ترین مکانیسمهای مقابله کننده با تغییرات حجم مایع خارج سلولی هستند. براین اساس الحیدری (۲۰۰۵) پیشنهاد کرد که سطوح بالاتر یون سدیم در طی بی آبی ظاهرا برای حفظ حجم مایع خارج سلولی بوده است. از طرف دیگر آلبومین نقش مهمی در کنترل فشار اسمزی و حفظ حجم نرمال پلاسما بازی می کند. بنابراین، آلبومین بخشی از مکانیسم سازشی است که در حیوانات تحت استرس گرمایی برای حفظ مایع خارج سلولی گسترش یافته است.

آسیبهای سلولی

قرار گرفتن در معرض بار گرمایی بالا ممکن است موجب تخریب اکسیداتیو بافتها شود و هنگامی که این امر با کم آبی همراه شود، ممکن منجر با ناکارایی کبدی نیز بشود. این حالت منجر به افزایش غلظت پلاسمایی آسپاراتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز شود. کاتارینا و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که وقتی شتر در معرض شرایط استرس حرارتی



باشد، غلظت اسپاراتات آمینو ترانسفراز پلاسما تا ۸۲/۷۱ و غلظت الاین آمینوترانسفراز تا ۱۰/۴۹ واحد در میلی لیتر افزایش می یابد. این مقادیر نشان می دهد که شتر در برابر اسبهای سلولی در استرس گرمایی مصون نیست.

سیستم تنفسی

سیستم بینی توسط یک حفره کامل بینی و غدد بینی به خوبی توسعه یافته مشخص می شود. سینوس ها به چند شیار تقسیم می شوند. سوراخهای بینی قادر به بستن شدن کامل و بنابراین اجتناب از خشک شدن غشاء مخاطی و حفظ فضای مرطوب در مجاری تنفسی هستند که تلفات آب در دستگاه تنفسی فوقانی را محدود می کند. این آناتومی اجازه می دهد تا شتر قادر به بازیابی آب در هوای بازدمی باشد.

ساختار ریه ها پیوسته و فاقد لوب و دیافراگم قدرتمند و تا حدودی استخوانی شده است. فرکانس تنفسی ۹-۲ بار در دقیقه و تنفس عمدتاً شکمی است (فی، ۱۹۹۷). در شرایط حرارت شدید، شتر قادر به نفس نفس زدن نیست. شتر به نظر می رسد که یک افزایش تدریجی در تعداد تنفس (حدود ۷ تا ۸۰ تنفس / دقیقه) با افزایش درجه حرارت بدن از ۳۵ تا ۴۱ درجه سانتیگراد دارد (اشمیت نیلسن و همکاران، ۱۹۶۷؛ شروتر و همکاران، ۱۹۸۹). در مقابل گاو بوس تاروس تحت استرس گرمایی می تواند نرخ تنفس بیش از ۱۵۰ تنفس / دقیقه داشته باشد. تعداد تنفس در شتر در شرایط بی آبی کاهش می یابد که همراه با افزایش فشار جزئی دی اکسید کربن و کاهش فشار جزئی اکسیژن در خون است (یاچیل، ۱۹۸۵، ویلسون، ۱۹۸۹). افزایش تدریجی سرعت تنفس در شتر تحت استرس گرمایی به دلیل خنک کننده گی مغز (در مقایسه با درجه حرارت بدن، درجه حرارت مغز حدود ۱.۵ درجه سانتی گراد کمتر بود) (شروتر و همکاران، ۱۹۸۹). شتر دارای یک الگوی جریان هوا دوفازی است، یعنی نرخ جریان هوا در طی دم و بازدم از طریق ترویینانتهای بینی مشابه است (شروتر و همکاران، ۱۹۸۹). الگوی تنفس دوفازی نیز مصرف آب را کاهش می دهد (اشمیت نیلسن و همکاران، ۱۹۶۷).

راه عبور بینی با عبور هوای دمی که در سراسر سطوح بینی جریان می یابد (اشمیت، نیلسن و همکاران، ۱۹۸۱) خنک می شود. اگر چه این مراحل ساده است، در توانایی شتر در حفظ آب که به طور معمول از طریق تبخیر از سطح مجاری تنفسی از دست می رود مهم است.

هنگامی که شتر دچار کم آبی است، مجاری بینی خصلت رطوبت پسندی نشان می دهد. سطح رطوبت پسند مخاط بینی شتر آب را از هوایی که از آن می گذرد جذب می کند (اشمیت، نیلسن و همکاران، ۱۹۸۱). این فرآیند که اجازه جذب



بخار آب را به شتر می دهد، بسیار شبیه به فرآیند تبادل حرارت بینی است. با این حال، تفاوت در این است که به جای گرما بخار آب آزاد شده و پس از آن بازجذب می شود. هنگامی که هوای خشک دمی از راه بینی عبور می کند، رطوبت را از سطح مجاری تنفسی جذب می کند و در طول بازدم، رطوبت این بار توسط مجاری بینی خشک شده بازجذب خواهد شد (اشمیت نیلسن و همکاران، ۱۹۸۱).

هضم و سوخت و ساز بدن

به طور خلاصه، سازگاری متابولیک شتر را می توان در مکانیسم های زیر خلاصه نمود:

- تخمیر کارآمد تر در پیش معده و جذب بالا،
- توان گلرکوندوزن بالا، کتوزن کم و توان نقل و انتقال چربی بالا،
- توان بازیافت اوره بسیار بالا برای سنتز پروتئین.

هضم معدی

پیش معده شترها با حضور تنها سه محفظه در مقایسه با نشخوارکنندگان کامل متمایز می گردد. ظرفیت بالای گوارش سلولز به دلیل حرکات خاص و تخصصی، فلور بسیار فعال و هضم میکروبی بهتر و مخلوط کردن خوب مواد غذایی در پیش معده است (سلیم و همکاران، ۱۹۹۹). آب بسیار به آرامی از معده جذب می شود و روده زمان کافی برای تعادل را بدون مشکل شدید اسهال می کند.

سوخت و ساز چربی

ظرفیت مثال زدنی شتر در مقاومت در برابر تشنگی و کمبود مواد غذایی به دلیل وجود مکانیسم های انطباقی، از جمله بسیج ذخایر چربی بدن (بافت چربی) در طول سوء تغذیه و ذخیره سازی چربی در طول دوره تغذیه مطلوب است (دیالو، ۲۰۰۰؛ طارق و همکاران، ۲۰۰۳؛ درژه و اودن، ۲۰۰۵).

در نشخوارکنندگان، مصرف سریع مواد غذایی منجر به کتوزن قابل توجه در بدن و تجمع اجسام کتون به ویژه هیدروکسی ۳ بوتیرات می گردد که در حالت محرومیت از مواد غذایی به مدت طولانی و یا مصرف ناکافی به اختلالات بالینی جدی (کتوز) خواهد انجامید (گیلیارد و همکاران، ۱۹۹۵). در شتر، کتوزن در هر شرایط ضعیف است و غلظت ۳

معاونت علمی و فناوری، معاونت پژوهش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنجران، علم شتر ایران،



هیدروکسی بوتیرات و استرواستات در مقایسه با گوسفند به ترتیب ۳۳ و ۴ برابر کمتر بود (گیلیارد و همکاران، ۲۰۰۰). بوتیرات جذب شده در طی چرخه تحولات اسیدهای چرب فرار بطور مستقیم توسط کلیه به عنوان یک منبع انرژی استفاده می شود (چاندراسنا و همکاران، ۱۹۷۹).

افزایش غلظت کلسترول در شتر در شرایط کم آبی نتیجه کم کاری تیروئید است (نظیفی، ۱۹۹۹). در شرایط کم آبی چربی کبد شتر ۱۳-۲۵٪ کاهش می یابد، که نشان دهنده بسیج قوی چربی از کبد است. در مقابل، غلظت تری گلیسیرید و اسیدهای چرب آزاد بدون تغییر باقی می ماند (محمود و همکاران، ۱۹۸۴). با این حال، محرومیت شدید آب در طول ۱۴ روز افزایش تجزیه چربی همراه با افزایش در غلظت تری گلیسیرید، اسیدهای چرب آزاد، فسفولیپیدها و کلسترول را نشان داد (بنگومی، ۱۹۹۲).

چربی های کوهان شتر به طور عمده از فسفولیپیدها مقادیر جزئی از تری گلیسیرید تشکیل شده است. حجم کوهان بسته به وضعیت تغذیه ای متفاوت است. فعالیت چربی سازی در کوهان قابل مقایسه با کبد است. تجمع چربی در این محل منجر به محدودیت پراکندگی چربی در بخش های دیگر بدن، محدود کردن توزیع چربی در زیر پوست و در نتیجه تسهیل اتلاف پوستی حرارت می شود.

سهم آب متابولیک حاصل از سوخت و ساز چربی کوهان در تامین آب مورد نیاز بدن در شتر قابل توجه است. کوهان شتر برای مدت طولانی به عنوان یک ذخیره چربی آزاد کننده آب در طول دست دادن آب بدن در نظر گرفته می شد. هرچند اندازه کوهان تحت تاثیر محرومیت از آب قرار نمی گیرد، زیرا کاهش متابولیسم پایه موجب مهار تجزیه چربی خواهد شد (یاچیل، ۱۹۸۵؛ بنگومی ۱۹۹۲؛ آیما و همکاران، ۱۹۹۶ و فولکانیر و همکاران، ۲۰۰۳).

سوخت و ساز قندها

سوخت و ساز انرژی شتر از نشخوار کنندگان متفاوت است. قندخون نرمال شتر در حدود ۵ میلی مول در لیتر است که به طور کامل شیبه به گونه های تک معده است (سبرا و همکاران، ۲۰۰۱). این واقعیت با سطوح بالای گلوکونوزوز و سطح بسیار پایین انسولین قابل توضیح است (سویلیم و همکاران، ۱۹۹۹).

بر اساس مشاهدات برخی از محققان (آزوی و همکاران ۱۹۹۰، بدریه و همکاران، ۲۰۰۵) پس از ۱۰ روز محرومیت از آب، قند خون از ۲۰ تا ۸۰٪ افزایش می یابد بدون اینکه گلوکوزوریا رخ دهد. دفع ادراری قند خون با تلفات آب زیادی همراه است همانند شرایطی که در دیابت مشاهده می شود. بنابراین، یک شتر کم آب با حفظ قندخون بالا بدون دفع



گلوکز در ادرار عملاً دفع آب را کاهش می دهد. سطوح پایین انسولین در خون اجازه می دهد که شکر متابولیسم پایه پایین را با کاهش استفاده از گلوکز حفظ نماید (بنگومی، ۱۹۹۲).

سوخت و ساز نیتروژن

توانایی بالای شتر برای بازیافت نیتروژن درون زا سودمند است با توجه به این که غذای کم کیفیت شتر معمولاً شامل مقادیر کم نیتروژن محلول است. به گفته امانوئل و همکاران (۱۹۷۶)، فون انگلهاردت و اشنایدر (۱۹۷۷) و فون انگلهاردت (۱۹۷۸)، شتر می تواند تا حد ۹۰ درصد نیتروژن اوره خون را بازیافت کند که در مقایسه با نشخوارکنندگان که قادر به بازیافت تنها ۱۰ تا ۳۰٪ نیتروژن اوره خون هستند، بسیار کارآمدتر است. بازیافت نیتروژن در شتر در سطوح پایین پروتئین در رژیم غذایی و / یا کم آبی بدن افزایش می یابد (جهاد و همکاران، ۱۹۸۹؛ سویلم و جگام، ۱۹۹۴). این توان بزرگ بازیافت اوره به علت مکانیسم بسیار قوی است که اثر آن در شرایط کم آبی نیز کاهش نمی یابد (گالاچر و هیل، ۲۰۰۶).

سوخت و ساز اوره به شدت تحت تاثیر کم آبی بدن قرار می گیرد و افزایش قابل توجه در اوره خون در این حالت مشاهده شده است (اورسکوف و ویتلو، ۱۹۸۹؛ بنگومی، ۱۹۹۲ و فی، ۱۹۹۷). بر خلاف پستانداران دیگر، شتر ساختارهای آناتومیکی خاص در کلیه دارد که بطور قابل توجهی دفع اوره در ادرار را محدود می نماید (محمود و همکاران، ۱۹۸۴). اوره به نظر می رسد در طی شرایط کم آبی بدن نقش قابل توجهی در شتر بازی می کند. در واقع، به دلیل اثرات اسمزی قوی، اوره باعث جذب آب از محیطهای دیگر به سمت پلازما می گردد (جهاد و همکاران، ۱۹۸۹). بازجذب توبولی اوره تحت تاثیر هورمونی به نام هورمون ضد ادراری (ADH) است پس باز جذب آب در لوله جمع آوری کننده با بازجذب اوره همراه است (یوگی و اتزیون، ۱۹۷۹). بنابراین، شتر با محدود کردن دفع ادراری اوره به خصوص به کاهش نیتروژن رژیم غذایی به خوبی سازگار شده و از این رو مصرف مکمل اوره در رژیم غذایی می تواند باعث مسمومیت شود.

References

Abima RS, D Prabakaran, C Mantzoros, D Qu, B Lowell & JS Maratos-Flier, 1996, Role of leptin in the neuroendocrine response to fasting. *Nature*, 382: 413-437.



انسان جهاد کشاورزی ایران گویان



انگاه گنبد کاووس



۲۸ فروردین ۱۳۹۳ - دانشگاه گنبد کاووس

Al-Heidary, A. 2005, Effect of dehydration on core body temperature of young Arabian camel (*Camelus Dromedaris*), J. King Soud Univ. 18: 1-7.

Azwai SM, H Saltani, PC Thomas, AM Shareha, F El Gammudi & SO Mohamed, 1990, Note on cholesterol, glucose, urea and total protein concentration in serum of normal camels. Camel Newsletter, Abstract 7: 94.

Badryyah A, R Al-Suwaigh & A Al-Suhaimi, 2005, Comparative study on some biochemical constituents of plasma in male camels and goats. Journal of Camel Practice and Research, 12(2): 141-143.

Bengoumi M, F Riad & J Girry, 1993, Hormonal control of water and sodium in plasma and urine of camels during dehydration and rehydration. Gen. Comp. Endocrinol., 89: 378-386.

Bengoumi M, 1992, Biochemical and clinical mechanisms of dromadaire for adaptation to dehydration. PhD thesis in Sciences; IAV Hassan II, Rabat, Maroc, 125 p.

Chandrasena LG, B Emmanuel & H Gilanpour, 1979, A comparative study of glucose metabolism between the camel (*Camelus dromedarius*) and the sheep (*Ovis aries*). Comp. Biochem. Physiol. 62A: 837-840.

Chilliard Y, M Doreau, F Bocquier & GE Loblely, 1995, Digestive and metabolic adaptations of ruminants to variations in food supply. In Journet M, Grenet E, Farce MH, Thériez MC: Recent developments in the nutrition of herbivores. Proceedings of the IVth International Symposium on the nutrition of Herbivores, 329-360. INRA Editions, Paris, 231 p.

Dahlborn, K., S. Benlamlih, R. Zine-Filali, A. Gueroulali, J. Hossani- Hilali and M. Oukessou. 1992. Food deprivation and refeeding in the camel (*Camelus dromedarius*). American Journal of Physiology 262: 1000-1005.

Dereje M & P Ud'en, 2005, The browsing dromedary camel. Behaviour, plant preference and quality of forage selected. Animal Feed Science and Technology, 2005, 121, 297-308.

معاونت علمی و فناوری، معاونت پژوهش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنجران، علم و شتر ایران،



انسان جهاد مشاورتی اسان کورمان



انگاه کربه کاوس



Diallo BC, 2000, L'élevage du dromadaire en Mauritanie. Revue Méd. Vét., 2000, 151(3): 231-238.

Emmanuel B, BR Howard & M Emady, 1976, Urea degradation in the camel. Can. J. Anim. Sci., 56: 595-601.

Faulconnier Y, C Delavaud & Y Chilliard, 2003, Insulin and (or) dexamethasone effects on leptin production and metabolic activities of ovine adipose tissue explants. Rep. Nutri. Dev., 43:237-250.

Faye B. 1997, Le guide de l'élevage du dromadaire, Sanofi Ed., Libourne, France, 126 p.

Gallacher DJ & JP Hill, 2006, Effects of camel grazing on the ecology of small perennial plants in the Dubai (UAE) inland desert. Journal of Arid Environments, 66: 738-750.

Gihad EA, TT El-Gallad, AE Sooud, MFA Farid & HM Abou El-Nasr, 1989, Feed and water intake, digestibility and nitrogen utilization by camels compared to sheep and goats fed low protein desert by-products. Options Méditerranéennes - Série Séminaires, 2:75-81.

Irwin, R. 2010. Camel. Rektion Books Ltd., London, UK.

Kataria, N., Sareen, M., Bhatia, J.S. 1991. Effect of climatic condition, sex and age on serum ASAT and ALAT levels in dromedary camel. Indian Vet Journal 68:596-598.

Macfarlane WV, RJH Morris & B Howard, 1963, Turnover and distribution of water in desert camels, sheep, cattle and kangaroos. Nature, 197: 270- 271.

Mahmud HM, HM Abdulhamid & A Locatelli, 1984, Water deprivation effects on the haematological and haematochemical pictures of (*Camelus dromedarius*). Rev Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 37: 313-317.

Maltz, E. and Shkolnik, A. 1984. Lactational strategies of desert ruminants: The Bedouin goat, ibex and desert gazelle. Symposia of the Zoological Society of London 51, 193-213.

Michel, A. R. 1986. The gut: The unobtrusive regulator of sodium balance. Perspectives in Biology and Medicine 29, 203-213.

معاونت علمی و فناوری، معاونت پژوهش وزارت علوم تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنجران علی شتر ایران،



انسان جهاد کشاورزی ایران گویان



سازمان اسناد و کتابخانه ملی



Mohamed HA & AN Hussein, 1999, Studies on Normal Haematological and Serum Biochemical

Values of the 'Hijin' Racing Camels (*Camelus dromedarius*) in Kuwait. Veterinary Research Communications, 23: 241-248.

Nazifi S, R Gheisari & H Poorabbas, 1999, The influence of Thermal Stress on Serum Biochemical Parameters of Dromedary Camels and Their Correlation with Thyroid Activity. Comparative Haematology International, 9: 49-53.

Oujad, S., Kamel, B. 2009. Physiological particularities of Dromedary (*Camelus dromedarius*) and experimental implications. Scand. J. Lab. Anim. Sci. 36:19-29.

Orskov ER & FG Whitelaw, 1989, Le recyclage de l'azote dans les tractus gastro-intestinal. Options Méditerranéennes - Série Séminaires, abs. 2: 99.

Powell, D. W. 1987. Intestinal water and electrolyte transport. In Physiology of the Gastrointestinal Tract, 2nd edn, ed. Leonard, R. Raven Press, New York.

Robertshaw, D., Zine-Filali R. 1995. Thermoregulation and water balance in the camel: a comparison with other ruminant species. pp. 563-578. In: Ruminant physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. (eds) W. von Engelhardt, S. Leonhardt-Marek, G. Breves, D. Giesecke. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart Germany.

Sawchenko, P. E. and Fridman, M. I. 1979. Sensory fuction of the liver - a review. American Journal of Physiology 236, R5-20.

Schmidt-Nielsen K. 1997, Animal Physiology: Adaptation and environment, Fifth Ed. Cambridge UP: Cambridge, UK.

Schmidt-Nielsen, K. 1997. Animal Physiology – Adaptation and environment. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Schmidt-Nielsen, K., Crawford Jr., E.C., Newsome, A.E., Rawson, K.S., Hammel, H.T. 1967. Metabolic rate of camels: effect of body temperature and dehydration. Am. J. Physiol. 212:341-346.

معاونت علمی و فناوری، معاونت پژوهش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنجران، علم و شتر ایران،



انسان جملہ آسٹارزی انسان کو تمان



انگاہ کربہ کاوس



۲۸ فروردین ۱۳۹۳ - دانشگاه گنبد کاووس

Schmidt-Nielsen, B., Schmidt-Nielsen, K., Houtp, T.R., Jarnum, S.A. 1957. Am. J. Physiol. 188:103-112.

Schmidt-Nielsen K, EC Crawford & HT Hammel, 1981, Respiratory water loss in camels. Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences, 211: 291-304.

Selim HM, S Imai, AK El-Sheikh, H Attia, E Okamoto, E Miyagawa & Y Maede, 1999, Rumen Ciliate Protozoal Fauna of Native Sheep, Friesian Cattle and Dromedary Camel in Libya. J. Vet. Med. Sci, 61(3): 303-305.

Siebert BD & WV Macfarlane, 1971, Water turnover and renal function of dromedaries in the desert. Physiol. Zool, 44: 225-240.

Souilem O & M Djegham, 1994, La digestion gastrique chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*). Rec. Méd. Vét., 172 (4/5): 199-208.

Schroter, R.C., Robertshaw, D., Zine-Filali, R. 1989. Brain cooling and respiratory heat exchange in camels during rest and exercise. Respiration Physiology 78:95-105.

Shkolnik, A., E. Maltz and I. Choshniak. 1980. The role of the Ruminants Digestive Tract as a Water Reservoir. In: Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants (Edited by Ruckebusch J. and Thivendp.) Lancaster Medical Technical Press.

Silanikove, N. (1992). Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. Livestock Production Science 30, 175-194.

Shkolnik, A. and Silanikove, N. 1981. Water economy, energy metabolism and productivity in desert ruminants. In Nutrition and Systems of Goat Feeding, vol. 1, ed. MORAND-FEHR, P., BOURBOUZE, A. & DE SIMIANE, M., pp. 236-246. ITOVIC-INRA, Tours, France.

Tarik NR, MZ El-Faer & SA Koreish, 1994, Fatty Acid Composition of the Meat and Fat of the One- Humped Camel (*Camelus dromedarius*). Meat Science, 37: 149-155.

معاونت علمی و فناوری، معاونت پژوهش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، بنجران، علمای شهر ایران،



Turner, J. 1979. Osmotic fragility of desert bighorn sheep red blood cells. *Comparative Biochemistry and Physiology* 64A, 167-175.

Taylor, C. R. 1970a. Strategies of temperature regulations: effects on evaporation in East african ungulates. *American Journal of Physiology* 219, 1131-1135.

Taylor, C. R. 1970b. Dehydration and heat: effects on temperature regulation of East African ungulates. *American Journal of Physiology* 219, 1136-1139.

Van Soest, P. J. 1982. *Nutritional Ecology of Ruminants*. 0 & B Brooks Inc., Corvallis, OR, USA

Von Engelhardt W & W Schneider, 1977, Energy and nitrogen metabolism in the llamas. *Anim. Res. Dev.*, 5: 68-72.

Willmer, P., Stone, G., Johnston, I. 2006 *Environmental Physiology of Animals* 2nd Edn. Blackwell Publishing, Malden MA, USA.

Wilson RT, 1989, *Ecophysiology of the camelidae and desert ruminants*. Ed. Springer Verlag (Berlin), 120 p.

Yagil R, 1985, *The desert camel: Comparative physiological adaptation*. Comparative animal nutrition. Ed. Karger, Basel, 163 p.

Yagil, R., Berlyne, G.M. 1977. Glucose loading and dehydration in the camel. *J.*

Yagil, R., Sod-Moriah, U.A., Meyerstein, N. 1974. Dehydration and camel blood. I. Red blood cell survival in the one-humped camel. *Am. J. Physiol.* 226:298-300.