مجلة العلوم والتقانة ـــ

إعداد:

عمر مساعد البشير [1] وحسن مَيرغني موسي [2]

1- قسم التشريح-كلية الطب البيطري والإنتاج الحيواني- جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، 2- قسم الكيمياء الحيوية -كلية العلوم البيطرية -جامعة الخرطوم.

الملخص:

إن التغيرات التي حدثت في شكل وحجم الإبل بعد أن كانت صغيرة الحجم ترجع إلى التفاعل بينها وبين البيئة التي تعيش فيها، وتشمل التغيرات في مختلف الأجهزة الفسيولوجية تبعاً لتغير البيئة، مما أتاح لهذا الحيوان البقاء علي قيد الحياة، وهذه التغيرات تفسر قدرته علي توفير الغذاء لمواليده. تتيح التغيرات في الأجهزة الفسيولوجية لهذا الحيوان البقاء علي قيد الحياة لفترات طويلة تتجاوز الأسبوعين دون أن يشرب، وأن يتغذى علي أفقر أنواع النباتات، وتتصل كل هذه العمليات بحفظ الماء. كما تتحمل الإبل ظروف الجفاف الشديد فيمكن أن تفقد 30% من وزنها نتيجة لنقص الماء، علاوةً على ذلك يمكنها أن تستعيد ما فقدت خلال دقائق.

تستطيع الإبل أن تنظم المتحصل من المياه والملح من القولون والكلي، مع تقليل كمية العرق لتقليل فاقد ماء الجسم. كما أن لها المقدرة علي زيادة درجة حرارة جسمها من 34درجة مئوية في الصباح الباكر إلى41 درجة مئوية في المساء. في حالات ارتفاع درجة حرارة البيئة وجفاف الجسم تقلل الجمال من عملية التمثيل الغذائي لتقلل من فقد الماء. بالإضافة إلى نماذج التكيف الفسيولوجي، هنالك أيضا عمليات تكيف للسلوك ويتمثل ذلك في تعريض أقل جزء ممكن من الجسم لأشعة الشمس، كما يتغير غطاء الجسم في الشتاء إلى وبر كثيف لحماية الجسم وإلى صوف لامع عاكس للحرارة في الصيف، ويلاحظ أن الإبل الاستوائية تحتفظ بغطاء جسم أملس عاكس لأشعة الشمس طوال العام. يعمل السنام كخزان للشحوم تاركاً الأنسجة تحت الجلد خالية من الشحوم وذلك ليتم تبادل الحرارة من وإلى جسم الحيوان.

عدد خاص بالندوة العلمية الأولى عن الإبل - الخرطوم ـــ

المقدمة:

كرم الله الإبل حين ذكرها في القرآن في أكثر من سورة وآية. ولشدة ارتباطها بحياة الإنسان العربي صارت جزءاً من ثقافته العامة، فضرب بها الأمثال تارةً وتغني بها شعراً تارة أخرى.

وفي البيان والتبيين ينقل الجاحظ عن أم هاشم السلولية قولها: "ما ذكر الناس مذكوراً خير من الإبل، أحناه علي أحد بخير، إن حُمّلت أثقلت، وإن مشت أبعدت، وإن نحِرَت أشبعت، إن حُلبت أروت". ومن طبع الإبل الاهتداء بالنجم، ومعرفة الطرق، والغيرة، والصولة، والصبر على الحمل الثقيل وعلى العطش، وهي تتعرف على النبات المسموم بالشم وتتجنبه.

وقال حكيم العرب أكثم بن صيفي في وصية: "لا تسبّو الإبل ولا تضعوا رقاب الإبل في غير حقها، فإن فيها مهر الكريمة، ورقود الدم، وبألبانها يتحف الكبير ويغذي الصغير، ولو أن الإبل كلفت الطحن لطحنت" (اللامي ، 1998).

أورد وردة (1982) أن الإبل نشأت في أمريكا الشمالية ، ومن هناك هاجرت إلى جميع أنحاء العالم، ولكنها اختفت من منشأها الأصلي تماماً. تشتمل عائلة الإبليات على الجمل ذي السنام (dromedary)، والجمل ذي السنامين (bacterian)، والالباكا (albaca)، واللاما (llama)، والفيكونة (vicuna) والغوناكو (guanaco). تندرج جميع أنواع الإبل تحت فصيلة مزدوجات الأصابع (Artiodactyle) أي ذات الحوافر ومتساوية أصابع القدم، والفصيلة الفرعية هي ذات القدم الغليظة (Tylopoda).

كانت الإبل تلائم حياة العرب مقاماً وترحالاً، وبيئتهم تناسب حياة الإبل ووظائفها الفسيولوجية. وهي أقرب حيوانات الصحراء لذهن البدوي، ولما تعلمه في حياته من مقاييس للمتعة. لقد ظلت الإبل صامدة معطاءة في ظروف صعبة جافة وقاحلة، وسارت مع الإنسان البدوي رحلة حياة طويلة قبل اكتشاف وسائل النقل الحديثة. كما

ظلت تعطي وتساعد في الحل والترحال والحمل ولا تبخل بلبنها ولحمها. في ظل الوقت الراهن أصبح الجمل وسيلة ترفيه عن الإنسان وذلك بإقامة السباقات والمصارعة، قد يكون دورها قد تقلص نسبة للتغيرات الاقتصادية والاجتماعية، إلا أن مكانتها ستبقي علي مر الزمن في المناطق الجافة والقاحلة ، وتعتمد هذه المكانة علي أن الإبل حيوانات متعددة الأغراض تستطيع استغلال النباتات الفقيرة المالحة والمرة وتحولها إلى مواد مغذية ونافعة. كما ثبت أن لها طاقة معتبرة كحيوانات اقتصادية تنتج الحليب واللحم والوبر بكميات مقدرة. ستبقي الإبل تقدم خدمات النقل والترحال والغذاء للإنسان حيث لا يستطيع أي حيوان آخر تقديمها في ظروف المناطق الصحراوية القاحلة (Knoess ,1977).

تقدر أعداد الإبل في العالم بحوالي 18 مليون رأس، يوجد منها في الوطن العربي حوالي 70%، وأكثر الإبل تعداداً توجد في القرن الأفريقي في الصومال، إثيوبيا وجيبوتي. يبلغ تعداد الإبل في السودان حوالي 4 مليون رأس (El Amin ,1979) وتوجد في المناطق الجافة والقاحلة.

جدول يوضح أعداد الإبل في العالم العربي (اللامي، 1998)

الدولة	تعداد الإبل	الدولة	تعداد الإبل
الصومال	6.000.000	العراق	250.000
السودان	4.000.000	السعودية	160.000
موريتانيا	800.000	الأردن	140.000
الجزائر	150.000	سوريا	7.000
اليمن	207.000	مصر	90.000
المغرب	230.000	عمان	6.000
ليبيا	135.000		

تصنف الإبل في السودان كالآتي :

- إبل الحمل الثقيل وتقسم إلى الإبل العربية وإبل الرشايدة.
- إبل الركوب وهي إبل مهجنة للركوب ويتم اختيارها لسرعتها وهي اقل حجماً، تتواجد في شمال شرق السودان ومنها الإبل العنافي والإبل البشارية.
- إبل السباق (الهجن) مثل الإبل العنافي وهي ذات أهمية كبرى في العديد من دول العالم خاصة دول الخليج العربي.

أهداف البحث:

إلقاء الضوء وإظهار مقدرة الإبل علي التكيف علي العيش في المناطق الصحراوية الجافة القاحلة وذلك لأن:

- الإبل حيوان متعدد الأغراض يستطيع استغلال النباتات الفقيرة والمالحة وتحويلها إلى مواد مغذية في جسمه ، وبالتالي تتحول إلى مواد نافعة للإنسان من لبن ولحم ووبر، وقد أثبتت الدراسات أن الإبل لها طاقة كامنة، تنتج الحليب بكميات تتراوح مابين 2000 – 5000 لتراً في الموسم الواحد، وكحيوان لحم تنمو إلى 500-750 كيلوجراما . كما تلد النوق بعمر لا يتجاوز الثلاث سنوات بمعدل مره كل 13 شهراً تحت الظروف المحسنة، كما تنتج الإبل الوبر والصوف بكميات تستحق الدراسة والتطوير.
- تلعب الإبل دوراً مهماً كوسيط للبقاء لسكان الصحراء وكذلك في التراث الاجتماعي والثقافي للقبائل.
- تمثل الإبل حالياً دوراً مهماً في الترفيه عن الإنسان بإقامة سباقات الهجن والمصارعة في العديد من الدول.

حقائق علمية عن التكيف الفسيولوجي للإبل:

تتميز الإبل عن غيرها من الحيوانات بخصائص علمية وهبها الله إياها حتى تستطيع العيش في الظروف الحارة والجافة، ولتكون آية للإنسان دالة علي خلقه تعالي، وتعتبر الخصائص معجزات في حد ذاتها وهي:

	فسيولوجيا التكيف
الخف	عبارة عن نسيج مرن طري كالعجين يساعد في السير علي الرمال والصخور الساخنة التي تصل درجة حرارتها إلى 70درجة مئوية ولا تؤذيها كثيراً.
السنام	عبارة عن كتلة من الدهن، يزن 10% من وزن الجسم، ويعتبر مخزن للشحوم لاستخدامها للطاقة عند اللزوم.
دم الإبل	الكريات الحمراء بيضاوية ليست بها نواة، محدبة الجانبين حيث تبقى ثابتة ولا تنفجر عندما يشرب الإبل الماء. ▪ حجم السائل الدموي ثابت في كل الأحوال وكثافته تبقى طبيعية وسيولته عادية. ▪ لون الدم أحمر فاتح وتقدر كمية الدم بـــ 7% من وزن الحيوان.
الضرع	▪ يتوضع في عمق المنطقة الإربية ولا يصل إلى الأرض عندما تبرك الناقة، جلد الحلمات مجعد ورقيق ، عدد فتحات الحلمة 2-3 فتحات ، في كل حلمة يوجد اثنين من مخازن الحليب. ▪ في رأس الحلمة توجد غدد مفرزة لمواد مضادة للبكتريا.
الجهاز البولي	▪ النسيج النخاعي في الكلية أكبر من نسيج القشرة بأربع مرات وذلك للسماح بأكبر قدر من إرجاع الماء للجسم مرة أخري. ▪ يتبول كلٍ من الجمل والناقة باتجاه الخلف، لكنه يمارس التزاوج والقضيب منتصب قحفياً. ▪ طول القضيب في الجمل 50 سم والحشفة مدببة.

الجهاز الهضمي	▪ الشفة العليا مشقوقة وهي مرنة وقوية أما السفلى فهي مرنة رقيقة. ▪ الأسنان اللبنية 22 أما الدائمة 34سناً، لا توجد قواطع في الفك الأعلى. ▪ جدار البلعوم مغطى بغشاء مخاطي غني جداً بالغدد المخاطية المفرزة للمادة المخاطية التي تساعد في انزلاق الطعام الجاف والنباتات الشوكية. ▪ المرئي طوله حوالي مترين. ▪ المعدة مؤلفة من ثلاثة تجاويف وهي الكرش، والشبكية والتجويف الأنبوبي (الورقية والانفحة) وهذا يجعل معدة الإبل قادرة على الاحتفاظ بالنباتات الفقيرة البروتين لمدة ثلاثة أيام لإضافة البروتين الذي يصنّـــع من اليوريا. ▪ الكرش كبير يسع 100لتر وإبعاده 100×70سم، يحيط بالكرش سلسلة من الجيوب المائية على شكل كأس بفتحة علوية عضلية، له جيوب في الجدران وتتألف من مجموعتين الأولى 13- 17جيباً والمجموعة الثانية 13-19جيباً وسعة الجيوب 5-7لترات ماء. ▪ طول الأمعاء الدقيقة والغليظة 45متراً وسعتها 140لتراً. ▪ الكبد لا يحتوي على كيس مرارة.
شرب الماء	يمكن للإبل العطشى شرب 120لتراً من الماء مرة واحدة عذباً أو مالحاً، كما يمكنه شرب ثلث وزنه 200لتر في دقيقتين.
الجهاز التنفسي	▪ عدد مرات التنفس في الدقيقة منخفض حيث يقلل الفاقد من الماء وهو يتراوح مابين 8 – 10مرات مقارنة بالأبقار 25مرة. ▪ الأنف صغيرة بالنسبة للجسم وهي في شكل شق طولي، مزودة بطبقات عضلية قوية تتحكم في إغلاقها وفتحها عند الحاجة، الغشاء المخاطي المبطن للتجويف الأنفي له مساحة واسعة.
الجلد	▪ قابل للتمدد والانكماش ـ خاصة في منطقة السنام. ▪ جلد الوسادة القرنية سميك خال من الوبر. ▪ جلد الجسم متين ومساحته كبيرة. ▪ جلد الخف لا يتمزق ولا يتبدل طوال عمر البعير. ▪ الغدد العرقية تعمل لمدة قصيرة، ساعة أو ساعتين في النهار فقط عند الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة لتقليل فاقد الماء.

الوبر	عازل للحرارة بالدرجة الأولى.
العين	▪ صغيرة نسبياً، صافية نقية، حاسة النظر قوية، تستطيع السير في الظلام دون أن تضل طريقها. ▪ التجويف الحجاجي معزول بطبقتين من العظام بينها تجويف هوائي. ▪ الغدد الدمعية غدد نشطة تفرز الدمع على الدوام لنظافة العين من الرمال. ▪ الجفون طويلة الأهداب تمنع وصول الرمال للعينين.
الهيكل العظمي	▪ القوائم طويلة للسير بخطوات واسعة لمسافات طويلة، كما تساعد على تبادل الحرارة من وإلى الجسم. ▪ الرقبة طويلة جداً للوصول إلى الأشجار العالية. ▪ العظام قوية ضخمة وملتحمة. ▪ الأضلاع 24ضلعاً والفقرات 44 فقارة.
الرعي	عندما تترك الإبل ترعى باختيارها فإنها تختار النباتات قليلة الألياف كثيرة البروتين كما تختار النباتات الأكثر ماءً، والوقت المناسب للرعي في الصباح الباكر وبعد العصر وفترة الليل.

(الزروقي ومدني، 1992)

تنظيم درجة حرارة الجسم:

تستطيع الإبل تنظيم درجة حرارة جسمها داخلياً. لكل الحيوانات درجة حرارة تسمى درجة الحرارة المثلي، وهي الدرجة التي عندها يعمل الجسم بالصورة المثلى. عند درجات حرارة أقل أو أكثر من هذه الدرجة يعاني جسم الحيوان كثيراً، إذا لم يستطع رفع أو خفض درجة حرارة جسمه. في البيئة الصحراوية تكون درجة الحرارة الحرجة لجسم الحيوان أقل من درجة حرارة الهواء في الصيف، فيكون الحيوان تحت تأثير درجة الحرارة العالية. تتغلب الحيوانات الصحراوية علي التأثير الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة برفع درجة حرارة الجسم وخاصة إذا لم تكن متأقلمة على الجو الحار. ويمثل الدب القطبي مثالاً حياً للحيوانات القطبية خاصة في فترة البيات الشتوي، حيث تنخفض درجة حرارة

جسمه بدرجة كبيرة ، وذلك لتقليل الفاقد من عمليات الايض. حتى الإنسان عندما يتعرض لدرجة حرارة منخفضة يخلد إلى النوم وبالتالي يقلل من عملية الايض وبذلك تنخفض درجة حرارة الجسم، هذه الخاصية مرتبطة بعمل هرمون الغدة الدرقية (Thyroxine) (الزروقي ومدني، 1992). هنا وقد أوضح شميدت ونيلسون (Schmidt & Nielsen ,1981) أن الإبل المحرومة من الماء تعتبر من الحيوانات المنظمة لدرجة حرارة الجسم بدرجة كبيرة وتستجيب لتغيير درجة حرارة البيئة. ففي الصباح الباكر في المناطق الصحراوية حيث تنخفض درجة حرارة البيئة فإن درجة حرارة الجسم تنخفض إلى 34 درجة مئوية وعندما ترتفع درجة حرارة البيئة بعد منتصف النهار، ترتفع درجة حرارة جسم الحيوان إلى 41 درجة مئوية ، ويعتبر هذا التغيير في درجة حرارة الجسم مؤثر لحد كبير لأغلب الثديات، حيث أن درجة حرارة الثديات ثابتة لأغلب الوقت. تساعد الإبل في هذا التغير الكبير الخصائص الفسيولوجية الخارجية والداخلية والسلوكية مثل ارتفاع جسم الحيوان عن الأرض، عندما يكون الجمل باركاً على الأرض بواسطة الزوائد القرنية الموجودة على الصدر والأرجل تاركة فراغاً بين سطح الأرض وجسم الحيوان مما يساعده على التخلص من الحرارة من الجسم. فعندما تبرك الإبل تجعل دائماً وجهها قبالة الشمس وذلك للتقليل من مساحة الجسم المعرضة لأشعة الشمس (Elkhawad , *et al.*, 1990).

أثبت شميدت ونيلسون (Schmidt & Nielsen , 1981) أن الجمل الذي يصل وزنه إلى 600 كيلو جراماً يمكن أن يوفر خمسة لترات ماء/ الساعة بتقليل كمية العرق، التي كانت تلزمه لخفض درجة حرارة جسمه 6 درجة مئوية وفقاً لارتفاع درجة حرارة البيئة . بهذه الطريقة يمكن للإبل تقليل معدل الحرارة المكتسبة من البيئة، كما يمكنه تقليل الحرارة الناتجة من عمليات الايض في جسمه.

كل هذه الخصائص لا تكون ذات جدوى في تقليل الحرارة الناتجة والمحافظة على كمية الماء في الجسم إذا كان نشاط الغدة الدرقية مرتفعاً والتي تفرز هرمون(Thyroxine) الذي يتسبب في زيادة العرق، لذلك فإن للإبل خاصية خفض إفراز هذا الهرمون لتقليل كمية العرق المفرزة والاستعاضة عنها بطرق التبريد السلوكية مثل البروك قبالة الشمس مرتفعة عن الأرض بواسطة الزوائد القرنية الموجودة على الصدر والأرجل. يساعد غطاء الصوف والوبر الجسم في الحفاظ على درجة حرارة الجسم الداخلية في فصل الشتاء ويقلل من فقدانها في الصيف بتغيره إلى غطاء لامع عاكس لأشعة الشمس. كما يقلل الوبر والصوف من فقدان الماء بخلق تدرج في درجة الحرارة بين سطح الجلد والجو المحيط. إذا أزيل هذا الغطاء فإن الإبل تعاني كثيراً عند ارتفاع درجة حرارة البيئة وانخفاضها (Ingram & Mount , 1975). أثبتت أبحاث ياجيل وآخرين (Yagil *et al*; 1975) أن درجة حرارة سطح غطاء الشعر قد تصل في منتصف نهار الشتاء إلى 65 درجة مئوية، وفي فصل الصيف عندما يتم تغيير غطاء الشعر الكثيف بغطاء لامع خفيف عاكس لأشعة الشمس فإن درجة حرارة سطح الجلد تنخفض إلى أقل من 46 درجة مئوية. هذا وتكون الألوان البيضاء والرملية الناصعة ذات فعالية أكثر في المناطق الصحراوية لعكس أشعة الشمس، وتقليل تأثير الحرارة الواقعة على جسم الحيوان (Folk , 1966).

حفظ الماء وتحمل العطش :

تأثير نشاط الغدة العرقية : أثبتت التجارب أن للإبل غدد عرقية نشطة ، تلعب دوراً أساسياً في عملية حفظ الماء وفقدانه في الجسم، وهي تتميز بأنابيب متعرجة ومغروسة في داخل الجسم بدرجة أعمق من الحيوانات الأخرى وهي تعادل تقريباً غدد الإنسان في كثافتها، وتتوزع على جميع أجزاء الجسم ماعدا جدار الشفة العليا. لقد أثبتت التجارب أن الغدد العرقية تكون نشطة في فصل الصيف أكثر من فصل الشتاء. تبدأ عملية العرق بعد وصول درجة حرارة الجسم إلى الدرجة الحرجة ويتبخر العرق وبذلك يساعد على فقدان

الحرارة من سطح الجلد مما يؤدي لخفض حرارة الجسم (Yagil *et al*; 1981). كما أثبتت الأبحاث أن نسبة فقد الماء عن طريق العرق ينخفض إلى 65% في حالة العطش لمدة طويلة وذلك نسبة لتأثير هرمون الغدة الدرقية المؤثر في عملية العرق (Zine & Shaw , 2004).

يتأثر تنظيم درجة الحرارة الداخلي كثيراً بوجود الماء وعدمه، وعند انعدام الماء تتأرجح درجة حرارة الجسم كثيراً وتبطئ عملية الايض لتقليل ناتج الحرارة لمنع ارتفاعها كما يعمل فرو الإبل كعازل لمنع فقدانها عند انخفاض درجة حرارة الجسم. نسبة لقلة نشاط الغدة العرقية فإن فاقد الماء عن طريق العرق ينخفض كثيراً ويحفظ الماء لتنظيم العمليات الحيوية الداخلية ولتنظيم درجة الحرارة في جسم الحيوان (Macfarlane, 1964).

في دراسة أجراها الخواص (Elkhawad, 1992) عن تأثير درجة الحرارة العالية على دماغ الجمال ودرجة حرارة الجسم، وجد أن حرارة الدماغ أقل من درجة حرارة الجسم بمعدل 1.5 درجة مئوية ووجد أن هذا الاختلاف ناتج عن تأثير إفراز هرمون الابينفرين الذي يعمل على توسع الشعيرات الدموية في الجسم ومنها الشعيرات الموجودة في رأس الجمل التي تمر عبر التجويف الأنفي الرطب في العظام الملفوفة وبذلك تمكن أكبر قدر من الدم أن يبرد وتعمل على تبريد الدماغ. كما أن حركة رأس الجمل المتواصلة تساعد في تنشيط الدورة الدموية مما يساعد في كمية الدم الوارد للرأس عبر الجيوب الأنفية والعظام الملفوفة.

مكونات عرق الإبل: الأس الهيدروجيني لعرق الإبل يتراوح ما بين 8.2 – 8.4. يحتوي العرق على كربونات كالسيوم، وكلور، وبوتاسيوم وصوديوم.

جدول يوضح مكونات عرق الإبل

المكـــــون	القيمـــة
الأس الهيدروجيني	8.2 - 8.4
نسبة البوتاسيوم : الصوديوم	4.1 : 4.5
تركيز البوتاسيوم	40.1 ملي مكافئ / لتر
تركيز الصوديوم	9.5 ملي مكافئ / لتر

(Yagil *et al.*, 1983)

يعزي ماكفرلين (Macfarlane, 1964) هذا التركيز العالي للبوتاسيوم لمحتوي مكونات نباتات المرعي في المناطق القاحلة، أما ياجيل وآخرون (Yagil *et al*; 1983) فيعزون هذا التركيز العالي لارتباطه بالهرمون المضاد لإدرار البول ADH وهرمون الالدسترون Aldosterone.

وظيفة الكلية وايض الماء :

تلعب الكلي دوراً مهماً في عملية توازن الماء داخل الجسم ولكنها ليست وحدها المسئولة عن عملية التوازن المائي في جسم الحيوان حيث يتم إخراج الماء عن طريق الجهاز التنفسي القناة الهضمية والجلد. أثبتت التجارب أن الجمل يمكنه تحمل العطش لمدة ثلاثين يوماً في حالة وجود مرعي مخضر، وتقدر كمية الماء التي تأتي من نباتات المرعى بحوالي 30 لتراً يومياً وفي خلال الأشهر الباردة لا تشرب الإبل كثيراً. تعتمد كمية الماء المتناول علي درجة حرارة الطقس، نشاط الحيوان وكمية الماء في نباتات المرعى. لقد أوضحت الأبحاث أن الإبل يمكن أن تسير لمدة ثلاثين يوماً ولمسافة 6000 كيلومتراً دون توفر ماء الشرب (Yagil *et al*; 1983).

عند تناول الحيوان للماء تبدأ عملية الامتصاص إلى داخل الجسم في الفم والغدد وذلك لأن مستقبلات الإحساس بشرب الماء تبدأ من فم الإبل، ثم يتواصل الامتصاص في المعدة والأمعاء. لا تعتمد الإبل كثيراً على الماء الناتج من الايض داخل الجسم وخاصة في حالات العطش وذلك بخفض معدل عمليات الايض لتقليل الحرارة الناتجة منها (Hafez,1968).

تشمل وظيفة الكلية إرجاع قدر كبير من الماء للجسم، ويظهر ذلك جلياً في حالات الإبل العطشى، حيث تتلخص وظيفة الكلية في إرجاع الماء مرة أخرى للجسم. بحساب البول المفرغ من الإبل العطشى وجد أن كمية البول المفرغة يومياً تساوي 0.001 من وزن الجمل، مقارنة بالأغنام العطشى والتي تفرغ 0.005 من وزن جسمها أي أكثر بمعدل خمس مرات عن الإبل. تأتي مقدرة الكلية علي استرجاع أكبر قدر ممكن من الماء، وبذا يكون البول المفرغ عالي التركيز ويعزى ذلك للتركيب التشريحي لكلية الإبل التي تتميز بنسبة أعلى من النيفرونات التي تحتوي على عرو هنلى الطويلة مقارنة مع الحيوانات الأخرى، هذا الطول يساعد في إعادة امتصاص أكبر قدر من الماء من الأنابيب الجامعة في الكلية إلى الدم.

وجد أن كمية الماء المخرجة في البول تنخفض من 5لترات إلى 1.5لتر في اليوم في حالة العطش. في دراسة على الكلية وجد أن معدل الترشيح الكبيبي انخفض في حالة الحرمان من الماء بنسبة 75% أي من 81مللتر/كيلوجرام إلى 22مللتر/كيلوجرام، وانخفض معدل جريان بلازما الدم إلى الكلية بنسبة 72% (Yagil, 1974). ووجد أيضا أن مقدرة كلى الإبل على تركيز البول يعزى إلى استجابة الكلى للهرمون المضاد لإدرار البول ADH.

ومن الدراسات تبين أن كلى الإبل لها القدرة علي إخراج الملح بتركيز أكثر من تركيز الملح في ماء البحر وذلك في حالة اعتماد الإبل في غذائها على النباتات المالحة في المناطق القاحلة.

يتم التحكم في امتصاص الماء والصوديوم في الأنابيب القاصية والجامعة، ثم يعاد امتصاصه مرة أخري إلى داخل الأنابيب الجامعة وتقوم الكلي بعكس معادلة الضغط الأزموزي وإرجاع الماء مرة أخري إلى الأنابيب. يتم إخراج البوتاسيوم تحت تحكم هرمون الالدسترون Aldosterone. في عروة هنلى يتم امتصاص الماء واليوريا تحت تأثير الهرمون المضاد للأبالة. في تجربة أجراها (Yagil & Berlyne, 1977) لمعرفة ما إذا كان تكيف

كلية الإبل اكتسبت هذه الخصائص الفسيولوجية منذ سنين طويلة للجو الحار والحرمان من الماء، أم هل يمكن أن تتكيف للظروف المستجدة للمحافظة على ماء الجسم. أجريت التجربة صيفاً في وجود الماء وحقنت الإبل بالجلوكوز، ارتفع تركيز الجلوكوز في الدم إلى 130ملغرام/مل وبعدها ظهر الجلوكوز في البول ثم زاد إدرار البول. كررت التجربة مع إبل حُرمت من الماء لمدة خمسة عشر يوماً وحقنت بالجلوكوز حتى وصل التركيز إلى 130ملغرام/مل، هذه المرة لم يظهر الجلوكوز في البول وارتفعت نسبة الأنسولين في الدم. عندما أعطي الجمل الماء تبول بكثرة واستعاد الجلوكوز معدله الطبيعي في الدم.

تعتبر اليوريا للحيوانات البحرية ذات أهمية قصوى، للحفاظ على الحياة في المياه المالحة، لذا يكون تركيزها عالياً دائماً داخل أجسامها لمنع فقدان الماء. أما في الإنسان فيعتبر ارتفاع تركيز اليوريا حالة غير طبيعية ومؤشر لحالة مرضية ويجب التخلص منها.

اكتشف ريد (Read, 1925) أن بول الإبل ذو تركيز منخفض من اليوريا وذلك لانخفاض نسبة البروتين في نباتات المناطق القاحلة ولذا يعاد امتصاصها مرة أخرى من الكلي إلى داخل الجسم ليُصنّع منها البروتين. في دراسة أجراها ياجيل وآخرون (Yagil *et al;* 1977) وجد أن انخفاض تركيز اليوريا في البول مرتبط بإعادة امتصاص الماء من الكلية إلى الدم، عند انخفاض نسبتها في البول إلي 76% انخفضت كمية البول المخرج بنسبة 78%. وفي تجربة أجراها (Emmanuel *et al;* 1976) وجد أن الإبل التي أطعمت علفاً ذا تركيز منخفض من البروتين أدي إلى ارتفاع تركيز اليوريا في الدم، كما أجرى نفس الباحثون (Emmanuel *et al* ;1976) تجربة على الحمير حيث تم حقنها باليوريا زادت كمية البول المخرجة عن المعدل الطبيعي. من هنا يتضح أن مقدرة الكلية على إعادة امتصاص الماء يرتبط ارتباطا وثيقاً بوجود كمية كافية من اليوريا.

ايض الماء في المعدة والأمعاء:

التركيب التشريحي للمعدة والأمعاء: تنقسم المعدة إلى ثلاث غرف ظاهرة بالرغم عن وجود أربع كما في المجترات الأخرى، يدخل المرئي الكرش ويكوّن الأخدود المرئي وتوجد به شفة نامية من جانب واحد. الكرش مقسمة بطنياً بواسطة زوائد عضلية إلى كيسين قحفي وذيلي وجزأين أيمن وأيسر. الأكياس الغدية الإضافية القحفية والذيلية مقسمة بواسطة زوائد عضلية إلى أجزاء أصغر. النسيج الطلائي للكرش الأول والثاني حرشفي مصفف لا توجد به حلمات. الجزء البطني والجزء الثالث مغطاة بنسيج طلائي غدي، توجد خلايا امتصاص في النسيج المخاطي. الشبكية صغيرة، المعدة الثالثة والرابعة عبارة عن أنبوب طويل منتفخ في الجزء الأعلى، المعدة الثالثة ليست بها طبقات (Rubsamen ,1978). يبلغ طول الأمعاء الدقيقة 20متراً تقريباً والأمعاء الغليظة حوالي 19متراً وهي أشبه بأمعاء الخنازير في التصاقها.

ايض الماء في المعدة والأمعاء: تختلف الإبل عن المجترات الأخرى في ايضها للماء بالمعدة والأمعاء وذلك للاختلاف التشريحي والوظيفي لهما. ويمكنها أن تخزن في معدتها وأمعائها حوالي 25% ماء من وزنها . هنالك روايات عن مسافرين في الصحراء تعرضوا للعطش وبقوا على قيد الحياة بشرب الماء من معدة الجمل بعد ذبحه (وردة، 1982).

يمكن أن تتحمل الإبل المحرومة من الماء العطش لمدة 3 أسابيع دون فقدان شهية استهلاك الغذاء، بينما نجد الأبقار مثلا تفقد الشهية للأكل في حالة الحرمان من الماء لمدة يومين فقط. وجد انه بالرغم من فقدان الماء لمدة طويلة يكون هنالك إفراز للماء المتبقي في جدار المعدة الثالثة (الورقية) وهذا الإفراز المائي هو الذي يجعل الهضم في الإبل المحرومة منها يعمل بصورة طبيعية. ويلاحظ أن عدم وجود الحلمات والطيات في الغشاء الداخلي للمعدة يقلل من فقدان الماء من المعدة، كما يساعد طول الأمعاء الغليظة علي إرجاع اكبر قدر من الماء للجسم مرة أخري مما يساعد في إخراج البراز جافاً (البشير، 1998). يحتوي

سائل الكرش على الماء وتركيز عالٍ من الصوديوم والبيكربونات، التي تلعب دوراً مهماً في استغلال الإبل للماء المتوفر في القناة الهضمية، ويعزى هذا التركيز العالي لتلك المكونات لاحتواء النباتات المفضلة للإبل في المناطق القاحلة على نسبة عالية من ايونات الصوديوم، البوتاسيوم، البيكربونات والكلوريد. توجد غدد صماء في جدار المعدة الرابعة (الانفحة)، ويعتقد أنها ذات أهمية كبري بالتحكم في مرور اليوريا، الأملاح والماء من وإلى جدار المعدة (Yagil *et al*; 1977).

عملية الايض كمصدر للماء: كان يعتقد في السابق أن السنام يشكل مصدراً للماء، وأنه يتكون نتيجة لأكسدة الشحوم بواسطة الأكسجين، وإذا فرض أن الأكسدة للشحوم مصدراً مهماً لنقص الماء في الجسم، فإن معدل فقدان الماء يمكن أن يرتفع لتغطية العجز في بيئة الصحراء بدلاً من اكتسابه. وقد خلص بعضهم أن السنام يعتبر مصدراً للماء وإذا صح هذا الافتراض لكان للجمل الصحراوي سنامين بدلاً عن سنام واحد.

أجريت تجربة على جملٍ حُرم من الماء لمدة 10 أيام فقد فيه الجمل 10% من وزنه، وكان يتم قياس حجم السنام يومياً والملاحظ أنه لم يطرأ تغيير يذكر ياجيل وبرلين (Yagil & Berlyne, 1977). أثبتت الأبحاث أن السنام يعتبر مصدرا للطاقة في حالة عدم توفر الغذاء الكافي وفي حالات المرض. كما أن تركيز الشحوم بصفة خاصة في منطقة السنام وعدم تواجدها تحت الجلد يساعد على فقدان الحرارة واكتسابها من إليه الجسم.

الغدد اللعابية وايض الماء: يقدر الناتج الطبيعي للعاب بحوالي 21 لتراً/ اليوم وذلك في حالة توفر الماء، ينخفض هذا الناتج إلى 0.64 لتراً/اليوم فقط في حالة العطش، ويعزى هذا النقصان في إنتاج اللعاب إلى زيادة تركيز الأملاح في الدم. بالرغم من انخفاض كمية اللعاب في حالة العطش فإن عمليات تناول الغذاء، والمضغ، والبلع والاجترار تستمر بصورة طبيعية. وفي تجربة أجراها ياجيل وآخرون (Yagil *et al* ; 1977) اثبت أن اليوريا تؤثر على كمية

تجربة أجراها ياجيل وآخرون (Yagil *et al* ; 1977) اثبت أن اليوريا تؤثر على كمية إفراز اللعاب وذلك بزيادة تركيزها، حيث تؤثر على خاصية إعادة اجتذاب الماء من الغدد اللعابية والحفاظ عليه داخل الجسم.

عملية تعويض فقدان الماء: تعتبر الإبل من الحيوانات التي تعوض فقدان الماء بسرعة، حيث تتم عملية الاكتفاء من الشرب لديها بتأثير الماء علي المستقبلات الحسية في الفم والبلعوم والكرش، أما في الحيوانات التي تعوض تعويضاً بطيئاً فإنها تعتمد علي وصول الماء إلى أنسجة الجسم حتى تتم عملية التعويض الكاملة والاكتفاء من شرب الماء ولذلك يتناول الحيوان كميات كبيرة منه لشعوره بالعطش لمدة طويلة حتى يتم الاكتفاء. في تجربة أجريت على جمل يزن 600كيلوجراماً وفقد 200كيلوجراماً في فترة حرمان من الماء لمدة 14يوماً، عوض ذلك الفقد في مدة 3دقائق، وقد كررت التجربة مع حيوان الغوناكو الذي فقد 1كيلوجراماً من وزنه لم يشرب الفاقد مرة واحدة بل عوض ثلثي الفاقد في 8دقائق ثم عوض الثلث الباقي في يومين (Macfarlane, 1964). أما الأغنام التي حُرمت من الماء لمدة 4أيام عوضت الفاقد في فترة وجيزة وبعدها نفقت بعد الشرب مباشرة وذلك بسبب انحلال الدم (Heamolysis) نتيجة للتخفيف السريع لبلازما الدم لمستوى اقل من معدل تركيز الملح الطبيعي الذي يتراوح مابين 0.85 – 0.9%.

أما كريات الدم الحمراء في الإبل تتميز بشكلها البيضاوي وبقابلية لمقاومة تخفيف بلازما الدم إلى درجة تصل إلى 0.24% وتصبح الكريات مستديرة بدلاً عن الشكل البيضاوي (Perk ,1963).

إن التغيرات الفسيولوجية التي تحدث في الإبل في حالات العطش تقلل من دورة الماء داخل الجسم وينخفض الفاقد وذلك عن طريق تغير درجة حرارة الجسم تبعاً للتغير في درجة حرارة البيئة المحيطة بالحيوان ، وبإبطاء معدل الايض لتقليل استهلاك الأكسجين،

مجلة العلوم والتقانة ـــ

المراجـــــــــع:

1- **البشير، عمر مساعد،** (1998)، الخصائص الفسيولوجية للإبل، رسالة ماجستير جـــامعة أم درمان الإسلامية.

2- **الزروقي السنوسي ومدني محمد،** (1992)، خصائص الإبل وحيدة السنام، معهد الإنماء العربي الجمهورية العربية الليبية – طرابلس.

3- **اللامي، جمعة،** (1998)، الإبـــل في الإمارات المتـــحدة/اتحـــاد ســـباقـــات الهـــجن.

4- **وردة، محمد فاضل،** (1982)، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، أهمية الإبل في الوطن العربي.

5- **مراد، محمد مصطفي،** (2000)، نظرات وحقائق علمية مدهشة في الإبل، الشوكاني للطباعة والنشر، صنعاء – اليمن.

6- **Elamin, F.M.** (1979). The dromedary camel of the Sudan. In: IFS Symposium Camels. Sudan. [35-54].

7- **ElKhawad, A.O.** (1992). Selective brain cooling in desert animals: The camel. Dept. of Physio. School of Biological Sciences, South Hampton, U.K.

8- **ElKhawad, A.O.; AL-Zaid, N.S; Boy Resli, M.N.** (1990). Facial Vessels Dept. of Pharm. Faculty of Medicine, Kuwait University, Safat. Am. J. Physiol.

9- **Emmanuel, B.; Howerd, B.R.; Emadym, M.** (1976). Urea degregation in the camel. Can. J. Anim. Sci. [56-595-601].

10- **Folk, G. E.** (1966). Introduction to environmental Physiology. [308], lea aid Febiger, Philadelphia.

11- **Hafez, A.A.** (1966). Adaptation of Domestic Animals: 72. lea and febiger, Philadelaphia

12- **Ingram, D: Mount, L. E.** (1975). Man an animal in hot environments, [185] Springer, New York,

13- **Knoess, K.H.** (1977). Milk production of the dromedary. In: Camel. IFS Symposium, Sudan. [201-214].

14- **Macfarlane, J. M.** (1964). The effect of feed and water preservation in camels. Anim. Sci. Philadelaphia **36:** 112-125.

15- **Perk, K.** (1963). The camels erythrocyte. Nature. London. 2000; [272-273].

126 ـــ

عدد خاص بالندوة العلمية الأولى عن الإبل – الخرطوم ـــ

مجلة العلوم والتقانة ـــ

مجلة العلوم والتقانة ـــ
16- **Read, M.R.** (1925). The effect of heat on the dromedary camel. Can. J. Sci. **21:** [54-59].
17- **Rubsamen, K.; Engelardt, W. Von** (1978). Bicarbonate secretion in Llama. Am. J. Physiol. **235:** [1-6].
18- **Shmdit, I: Nielsen, K.** (1981). Counter Systems in animals. J. Sci. Am. **244:** [118-128].
19- **Yagil, R.: Berlyne, G. M.**; Glucose loading and dehydration in the camel. J. Applid Physiol. **421:** [680-683].
20- **Yagil, R.; Etzion, Z.; Oren, A.** (1977). Camel thyroid metabolism: Effect of season and dehydration: J. App. Physiol. **421:** [680-683].
21- Yagil, R.; Sod. Morieh, U.A.; Meyerstain, N. (1981). Dehydration and camel blood. Int. J. Physiol. 226: 289-301
22- **Yagil, R.; Etzion, Z. Ganani, J.** (1983). Physiology of camel. Compared. Bioch. Physio, **74:** [189-193].
23- **Zine, R. and Shaw, R.** (2004). Water balance in camels *(Camelus dromedarius)*. Dept of Physiol., Hassan 11 Institute, Rabat, Morocco.

127 ـــ