المجلة الليبية للعلوم الزراعية
المجلد (29): العدد (2) 2024: 1 - 16

مقالة مرجعية

البصمة المائية للمنتجات الحيوانية في ليبيا وكفاءة استخدام المياه

أحمد المجدوب القماطي

قسم الانتاج الحيواني - كلية الزراعة - جامعة طرابلس / ليبيا

المستخلص

البصمة المائية (Water foot print, WFP) مفهوما جديداً يحدد من خلاله كمية المياه العذبة المستخدمة على مستوى الدولة والأفراد والمنتجات الصناعية والزراعية والحيوانية خطوة بخطوة ضمن سلسلة تكوين المنتج (صناعيا أو زراعيا) من أول نقطة من المياه عند بدأ التكوين وصولاً لآخر نقطة عند المستهلك. يدخل في حسابها: المياه الزرقاء (blue water) والمياه الخضراء(green water) والمياه الرمادية (grey water)، بالإضافة إلى المياه الافتراضية (Virtual water) التي يطلق عليها أيضا بالمياه المخفية(embedded water) وهي تشمل البصمة المائية، تأخذ في حسابها المياه التي تدخل في تكوين المنتجات داخل الدول المصدرة الغنية بالمياه إلى الدول فقيرة المياه عن طريق التبادل التجاري؛ ولذلك يطلق عليها أيضا بالمياه الافتراضية التجارية. كثيرا من دول العالم التي تفتقر المياه العذبة تقوم باستيراد السلع ذات الإحتياجات المرتفعة من المياه وتقتصر على زراعة تلك السلع التي تحتاج أقل من المياه داخلها؛ وبذلك توفر كمية المياه التي كانت لا بد من استخدامها فيما لو انتجت تلك السلعة داخل البلاد. ترتفع قيمة البصمة المائية للمنتجات الحيوانية بشكل كبير عن المنتجات النباتية (م^3 / طن من المنتج): بلغت في لحوم الأبقار حوالي 15400 ، لحوم الضأن 10400 ، لحوم الماعز5500، ولحوم الدواجن 4300، وبيض الدواجن 3330، والحليب 1000، والجبنة والزبدة والسمن 8308. بينما بلغت في المحاصيل والحبوب النباتية، القمح 1692، الشعير 3118، الذرة الصفراء 1390، الشوفان 2301، الفول السوداني 3359، فول الصويا 2077، الذرة الرفيعة 1107، بصل 349، بطاطس 421، طماطم 235، بقوليات 4055. يلاحظ أن البصمة المائية للمنتجات الحيوانية أعلى من النباتية وأن الخضروات هي الأقل. أهمية تحديد البصمة المائية للمنتجات المختلفة تكمن في إعطاء مؤشرا يساعد في اتخاذ ما يلزم من قرارات لتوجيه الاستخدام الأمثل لمصادر المياه داخل الدولة. في بلد مثل ليبيا، ستواجه عجزاً في المياه مع حلول العام 2050 قدر بحوالي 60% من الإحتياجات المائية الكلية لقطاع الإنتاج الزراعي منها حوالي 39% لأنشطة الإنتاج الحيواني ليس لها خيار إلا أن تقوم بوضع سياسات سريعة وواضحة لتقنين استخدام المياه في الإنتاج الحيواني بإيجاد بدائل تقلل من كمية استنزاف المياه. مع تحديد البصمة المائية للمنتجات الحيوانية تحت الظروف البيئية المحلية يمكن تحديد كمية المياه المستخدمة في إنتاج المنتجات المختلفة التي من خلالها يمكن تقليل حجم استهلاك المياه كالاستعاضة بمصادر مائية ذات جودة متدنية مياه المنابع الفوارة (الكبريتية)، الاستفادة من المنتجات النباتية (البقوليات والحبوب) في الحصول على بعض من احتياجات البروتين والطاقة. استيراد الإحتياجات من المنتجات الحيوانية لخلق موازنة مائية إيجابية للمياه بسبب ما تضيفه من مياه افتراضية كامنة. توجيه الإنتاج الزراعي نحو استزراع محاصيل ذات كفاءة استخدام وإنتاجية مائية مرتفعة قابلة للتصدير تضمن إضافة اقتصادية للناتج المحلي (الذرة، الطماطم، البطاطس، البصل، البقوليات، الأعلاف الخشنة)، كلما كانت احتياجات الأعلاف قليلة البصمة المائية كلما انخفضت البصمة المائية للمنتج. تعظيم الاستفادة من المياه الخضراء عبر حصاد مياه الأمطار والتقليل من استنزاف المياه الزرقاء المخزنة جوفيا. ترشيد الاستهلاك وتغيير نمط السلوك الغذائي بالابتعاد عن المنتجات الحيوانية ذات البصمة المائية المرتفعة كاللحوم والالبان ومشتقاتها والاستعاضة عنها بالبقوليات والخضراوات. استنباط أصناف من المحاصيل ونباتات رعوية لها بصمة مائية منخفضة تتحمل الجفاف

للاتصال: أحمد المجدوب القماطي. قسم الإنتاج الحيواني - كلية الزراعة - جامعة طرابلس - ليبيا

هاتف: 913129622 218+ البريد الالكتروني: ahmedalmajdob@gmail.com

استلمت بتاريخ: 2024/6/4 أجيزت بتاريخ: 15 /2024/8

مع زيادة كثافة النباتات الرعوية والاستفادة من الأعلاف غير التقليدية المحسنة غذائياً كالقوالب العلفية. استنباط سلالات حيوانية جديدة تمتاز بارتفاع معدل كفاءة تحويلها الغذائي مع العمل على فرز واستبعاد الأعداد الزائدة من الحيوانات لتقليل الحمولة الرعوية وتخفيض المتطلبات على المادة الجافة من الأعلاف. الاستفادة من التقنيات الحيوية الحديثة في تحسين جودة الأعلاف وإدخال تقنية النانو(Nanotechnology) التي تساهم في توفير الجزيئات الغذائية الدقيقة والأدوية مباشرة إلى خلايا الجسم(drug delivery) دون المرور على التخمر الميكروبي.

الكلمات الدالة: البصمة المائية،المياه الافتراضية، المنتجات الحيوانية، المنتجات النباتية، النانو تكنولوجي.

المقدمة

تتعرض ليبيا كغيرها من دول العالم الواقعة ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة إلى نقص حاد في المياه العذبة لتغطية الزيادة في مستوى استهلاك المياه للأغراض المنزلية والزراعية والصناعية، ذلك بسبب انخفاض منسوب المياه الجوفية وقلة تساقط الأمطار وإلى تدني جودة المياه خصوصا في المناطق الساحلية بسبب تداخل مياه البحر وتأثيره السلبي على استعمالات المياه عموما وعلى نحو إنتاجية المحاصيل. الزيادة في عدد السكان المتوقعة خلال العقود القادمة سيصحبها زيادة في الطلب على الغذاء الذي يتطلب كميات كبيرة من المياه العذبة. التفكير في رسم سياسات حقيقية من خلال استراتجية وطنية شاملة للحفاظ على المخزون الجوفي من المياه وكذلك مياه الأمطار والأنهار والتقيد باستخدامها في الحصول على منتجات نباتية وحيوانية ذات استهلاك منخفض من المياه والتي أصبحت ضرورة ملحة من أجل التنمية المستدامة وتأمين الغذاء بأقل خسارة من المياه. مفهوم البصمة المائية (Water foot print, WFP)، مصطلح تم إدخاله حديثا بواسطة العالم(1993) Allen كوسيلة من الوسائل التي تساعد في تقنين استخدام المياه ورفع كفاءة الاستفادة منها وإضافة قيمة اقتصادية في استخدامها. يتم حساب وتحديد حجم البصمة المائية على مستوى الدولة أو الأفراد أو منتج صناعي أو زراعي(نباتي أو حيواني) عن طريق تتبع سلسلة المنتج من أول قطرة ماء تدخل في مراحل تكوينه إلى آخر قطرة ماء ينتهي بها المنتج وهي في متناول المستهلك. من مزايا حساب البصمة المائية أنها تأخذ في الاعتبار نوعية وحجم المياه المستخدمة خلال كل مرحلة من مراحل الإنتاج (Mokennen and Hoekstra, 2012). تصنف البصمة المائية وفقا لمصادر المياه إلى مياه زرقاء (Blue water) وهي المياه السطحية والجوفية وما يضاف إليها من الأنهار والوديان والبحيرات، المياه الخضراء (Green water) وهي المياه التي تمثل كمية الأمطار المتساقطة التي تدخل في عملية الإنتاج وما يفقد منها من رطوبة ناتجة عن نتح وتبخر المياه وما قد يسببه ارتفاع منسوب المياه الجوفية في ارتفاع رطوبة التربة. المياه الرمادية (Grey water) وهي تستخدم في إزالة وتخفيف التلوث الناجم عن الأسمدة والروث وبقايا التملح ومياه الصرف الزراعي والصحي وغيرها. في دراسة سابقة (Mokennen and Hoekstra, 2011) بلغ حجم البصمة المائية لبعض المنتجات الحيوانية والنباتية (م^3/ طن) كالتالي : لحوم الأبقار 15415، لحوم الأغنام (ضأن وماعز) 8763، لحوم الدواجن 4325، البيض 3265، الحليب 1021، الزبدة الحيوانية 5553، الخضروات 322 والحبوب 1644، ولاحظ أن البصمة المائية للمنتجات الحيوانية خاصة اللحوم كانت أعلى بكثير عن النباتية، وذلك يرجع إلى أن إنتاج وحدة وزنية من المنتج الحيواني أو ما تحتويه من وحدة بروتين أو سعرات حرارية تحتاج حوالي 1/3 من إجمالي المياه المستخدمة في الإنتاج الزراعي في العالم مقارنة بالمنتجات النباتية، ذلك بسبب انخفاض الكفاءة التحويلية للغذاء للمجترات (Mokennen and Hoekstra, 2012). مع تطور استخدامات البصمة المائية في شتي المجالات الإنتاجية، ظهر مفهوم المياه

الافتراضية (Virtual Water)، مشتملة على المياه الزرقاء والخضراء والرمادية تهتم بصورة خاصة بحجم المياه المباشر وغير المباشر للمنتجات المتداولة من خلال التجارة بين الدول، وبذلك يطلق عليها أيضا بالمياه الافتراضية التجارية أو بالمياه المدفونة (Embedded water) (Virag *et al.*, 2019). كمية المياه الافتراضية هي حجم المياه الذي استخدم خلال سلسلة تكوين المنتج في الدولة المصدرة، وهو بالتالي يعكس تماما حجم المياه التي كان من المفترض استخدامها في إنتاج نفس السلعة في الدولة الموردة. لهذا تهتم كثير من الدول بهذه التجارة كسياسة لتقليل حجم ما يفقد من مياه عذبة محلية في إنتاج سلع غذائية تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه. في ظل غياب معلومات عن البصمة المائية للمنتجات الحيوانية في ليبيا تستعرض هذه الدراسة أهمية البصمة المائية في مجال الإنتاج الحيواني وإمكانية الاستفادة منها في تعظيم الفائدة من استخدام المياه العذبة والبحث عن بدائل تساهم في المحافظة على المخزون المائي.

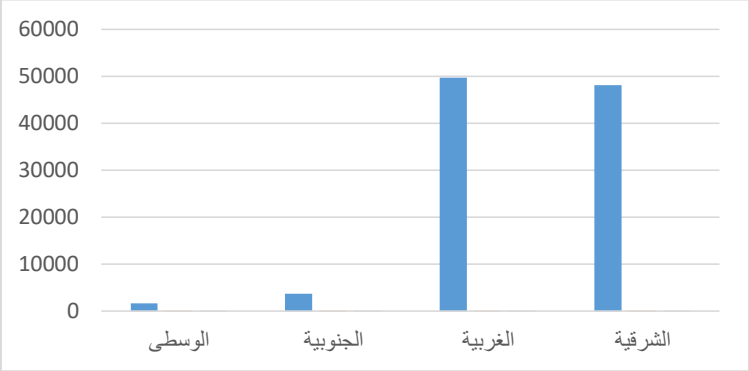
الإنتاج الحيواني في ليبيا

الوضع القائم:

أشارت آخر الإحصائيات الصادرة عن الهيئة العامة للمعلومات (التعداد الزراعي، 2007) بأن أعداد الحيوانات في ليبيا بلغ حوالي 4 مليون رأسا من الضأن و مليون من الماعز و102 ألف من الأبقار وحوالي 110 ألف خفا من الإبل (حسب تقديرات تقرير لجنة الموارد الوراثية الحيوانية 2020 من خلال ما ورد في التعداد الزراعي العام 2007 ، توقعت بأن أعداد الحيوانات في العام 2020 سيكون 60 ألف رأساً من الأبقار، 3 مليون رأساً من الضأن، 799 ألف رأساً من الماعز و81 ألف خفاً من الإبل)، وتظل البيانات متضاربة ومتباينة وتقديرية. تتوزع هذه الثروة على 4 مناطق حسب الظروف المناخية (Koppen,1884): الغربية، الجنوبية، الوسطى والشرقية. وأن العدد الأكبر من الأغنام (ضأن وماعز) في المنطقة الغربية، تليها المنطقة الشرقية ثم الجنوبية وأقلها الوسطى بينما يلاحظ أن عدد الأبقار كان أعلى في المنطقة الغربية والشرقية، وهناك أعداد متفاوتة من الإبل فيما بين المناطق أقلها المنطقة الشرقية. أما بالنسبة للكثافة الحيوانية (وحدات حيوانية) يلاحظ أن المنطقة الغربية هي الأكثر كثافة تليها الشرقية ثم الوسطى (شكل1)، وهذا يتلائم والكثافة السكانية وظروف المناخ، ولكنها تتناسب عكسيا مع المخزون المائي الجوفي كما أوضحه Ben-Mahmoud *et al.*, (2000) في مناطق مختلفة من ليبيا، فهو مرتفع في حوض الكفرة ومرزق ومنخفض في سهل الجفارة والجبل الأخضر.

وهذا يعني أن الحجم الأكبر من أعداد الحيوانات يتواجد في أقل المناطق وفرة في المياه (BenMahmoud *et al.*, 2000) بالرغم من وجود مصادر مياه جوفية (مياه كبريتية) يمكن معالجتها والاستفادة منها (Magdub *et al.*, 1992). يخضع 90% من نشاط الثروة الحيوانية في ليبيا لنظام التربية المفتوحة الرعوية أو المختلطة ويعتبر المصدر الرئيسى للدخل. يعتمد على المراعي وأحيانا بعض من الأعلاف التكميلية في صورة أعلاف خشنة ومركزة. يعتبر هذا النوع الأكثر عرضة للظروف البيئية الصعبة نظرا لتنقلها مسافات بعيدة بحثا عن الغذاء والماء والظل وما يتعرض له من ارتفاع كبير في درجة حرارة المحيط والإشعاع الشمسي وندرة المرعى ونقص المياه إضافة إلى الأمراض والطفيليات. هذا النمط من التربية يسبب انخفاضاً في القيمة الغذائية للنباتات الرعوية، وبذلك تحتاج الحيوانات إلى كميات أكبر من المادة الجافة، وبالتالي كميات أكبر من المياه.

لا توجد إحصائيات دقيقة عن إنتاج اللحوم والألبان في ليبيا إلا إنه في تقرير للمنظمة العربية للتنمية الزراعية(2019) أوضح أن القطاع الخاص يساهم بحوالي 113.38 ألف طن من اللحوم الحمراء سنويا، منها حوالي 56 % من الأغنام و 42 % من الأبقار وحوالي 2% من الإبل، ومن الألبان حوالي 310 مليون لتر سنويا.



شكل 1. إجمالي عدد الوحدات الحيوانية بالألف رأس(الوحدة الحيوانية تكافئ 1 بقرة حلوب أو حوالي 0.8 ناقة منتجة أو 5 رؤوس من الأغنام المنتجة) . المصدر: القماطي، 2023 .

في دراسة أخرى، أوضح محمد (2015) أن كمية الإنتاج من اللحوم الحمراء في ليبيا خلال العام 2010 بلغت حوالي 113 ألف طن، وبلغت كمية الاستهلاك حوالي 102 ألف طن والعجز بحوالي 11 ألف طن. أشار تقرير لجنة الموارد الوراثية الحيوانية في ليبيا (2003) بأن إنتاج اللحم ارتفع من 70 ألف طن في العام (1990) إلي حوالي 79 ألف طن في العام (2000)، كذلك ارتفع إنتاج الحليب من 250 إلى 290 ألف لتر في العامين على التوالي. في دراسة حديثة أشار الجزيري (2022) وفقا للإحصائية الصادرة عن (FAO 2019 - 1995) إلى أن متوسط إنتاج اللحوم الحمراء بلغ 57.7 ألف طن منها 30 من لحوم الأغنام (52%)، 10 من لحوم الماعز (18%)، 12 من لحوم الأبقار (12%) و 5 من لحوم الإبل (9%)، و بلغ متوسط حجم الاستيراد حوالي 59.79 ألف طن ليصبح حجم المتاح للاستهلاك حوالي 117.5 ألف طن بنسبة اكتفاء بلغت حوالي 50%. تتباين الإحصائيات الخاصة بإنتاج الحليب في ليبيا حيث بلغ حوالي 310 ألف طن سنويا (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2019) وحوالي 290 ألف طن في عام 2000 بنسبة اكتفاء ذاتي قدرت بحوالي 37% (تقرير لجنة الموارد الوراثية الحيوانية، 2003). أما (Libyan milk industry outlook, 2022 – 2026) فقدر زيادة في إنتاج الحليب من 243 ألف طن، ليبلغ حوالي 254 ألف طن في عام 2026. تقديرات لجنة الموارد الوراثية الحيوانية (2020) أشارت أن إنتاج اللحوم في العام 2020 يبلغ 168.4 ألف طن وأن الاحتياجات منها حوالي 312 ألف طن بعجز قدر بحوالي 46 %. وقدر إنتاج الحليب لنفس السنة بحوالي 110 ألف طن والإحتياجات منها 617 ألف طن بعجز قدر بحوالي 82%. وفي نفس التقرير تمت الإشارة بأن متوسط الواردات من اللحوم المجمدة والمبردة خلال 10 سنوات (2010 - 2019) حوالي 89 ألف طن منها 12 ألف طن من لحوم الابقار، 2 ألف طن من لحوم الأغنام، 75 ألف طن من لحوم مذبوحة محليا. بينما بلغ متوسط الواردات من الحليب ومشتقاته لنفس الفترة كانت حوالي 150 ألف طن منها 4 آلاف حليب طازج، 25 ألف طن حليب مجفف، 7000 طن حليب مركز، 105 ألف طن أجبان متنوعة و8 ألف طن من الزبادي. أهمية معرفة الإنتاج من اللحوم والألبان محليا وما يصاحبها من استيراد لتغطية العجز لنفس السلع يعطي مؤشرا هاما لكمية المياه اللازمة لإنتاجها محليا أو خارجيا كما سيتم بيانه.

الموازنة المائية:

لتغطية العجز في منتجات الإنتاج الحيواني من لحوم وألبان مع المحافظة على استمرارية الزيادة الطبيعية في عدد الحيوانات يتطلب وفرة من المياه والأعلاف. في ملخص تقرير عن الهيئة العامة للمياه حول الوضع المائي في ليبيا (1990 – 2025) كما أورده تقرير الإدارة المتكاملة للموارد المائية ودورها في الأمن المائي (عمار والمائل، 2017) بوجود عجز في المياه مع نهاية العام 2025 قدر بحوالي 6031 مليون م^3. ولقد قدرت احتياجات الإنتاج الحيواني من المياه (القماطي، 2023)

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (29)، العدد (2) 2024: 1 - 16

فكانت حوالي 2562 مليون متر مكعب من المياه سنويا، فهي تشكل حوالي 38% من احتياجات القطاع الزراعي (6640 مليون م^3) وحوالي 42 % من العجز الكلي في المياه. أما بالنسبة لإنتاج الأعلاف قدرت بحوالي 248 ألف طن سنويا، منها حوالي 38 % المنطقة الجنوبية، 36 % المنطقة الغربية، 18% المنطقة الشرقية و 8 % المنطقة الوسطى. وعند حسابه للإحتياجات الحيوانية من الأعلاف وجدها حوالي530 ألف طن/ السنة بعجز قدر بحوالي 248 ألف طن/السنة بنسبة اكتفاء حوالي 50%. في تقرير سابق عن لجنة الموارد الوراثية الحيوانية في ليبيا (لجنة الدراسات الزراعية، 2003) أوضح أن إجمالي إنتاج المادة الجافة من الأعلاف في السنة حوالي 1,288,693 وحدة علفية، منها حوالي 884,693 وحدة علفية من الأعلاف الخشنة (تبن شعير، وقمح، وشوفان، ونباتات رعوية، وحبوب)، وحوالي 404,000 وحدة علفية من الأعلاف المركزة. وأن إجمالي احتياجات الحيوانات قدرت بحوالي 580,2,000 وحدة علفية/ السنة، (منها 1.6 مليون للضأن، 476 ألف للماعز و 280 ألف للأبقار و 102 ألف للإبل)، أي بعجز قدر أيضا بحوالي 50%.

لتغطية احتياجات الحيوانات من العلف مع العام 2025 يتطلب الأمر مضاعفة الإنتاج، وهو ما يتطلب مضاعفة الاحتياجات من المياه. البحث عن بديل مناسب يظمن زيادة كفاءة استخدام المياه في مجال الإنتاج الحيواني كاستخدام البصمة المائية (water finger print) للمنتجات النباتية (أعلاف وحبوب) والحيوانية (لحوم، وألبان ومنتجاتها) تحت الظروف البيئية في ليبيا سيساعد في تحديد استخدام المياه بشكل دقيق ويزيد من كفاءة استخدامها من خلال اختيار البدائل النباتية والحيوانية التي تتماشى مع النقص المتزايد في المياه العذبة.

البصمة المائية وتقييم كفاءة استخدام المياه في الإنتاج الحيواني:

هناك العديد من الطرق يمكن الاستفادة منها في تعظيم الاستفادة من استخدام المياه العذبة، ولقد ظهر حديثا مفهوم البصمة المائية (water finger print, WFP) ، الذي أهتم بالتحديد تتبع استخدام المياه علي مستوى الدولة و الأفراد ولكل منتج من المنتجات النباتية والحيوانية والصناعية. البصمة المائية مصطلح تم إدخاله بواسطة Allen (1993) وهو يعبر عن حجم الماء العذب الذي يدخل في سلسلة إنتاج أي منتوج نباتي أو حيواني أو صناعي، من أول قطرة من المياه تستخدم عند بداية الإنتاج أو التصنيع إلى آخر قطرة من المياه يكون فيها المنتج زراعياً أو حيوانياً جاهز للأستهلاك.

تتكون البصمة المائية من قسمين (Vanhan and Bidogio, 2013) : البصمة الداخلية (internal water fingerprint WFPI) ، وتشمل حجم المياه المستخدمة داخل الدولة للحصول على المنتجات الزراعية والحيوانية والصناعية، والبصمة الخارجية (external water fingerprint WFPe) ، وهي حجم المياه التي يتم استخدامها خارج الدولة في الحصول على المنتجات التي يتم توريدها وتداولها بين الدول من خلال الأنشطة التجارية. فكل المنتجات (زراعية، حيوانية أو صناعية) التي يتم توريدها من الدولة المصنعة إلى الدولة المستهلكة تحتوي حجم من المياه استخدم في إنتاجها في البلد المصدر وهو نفس الحجم فيما لو تم إنتاجها داخل البلد المورد. تسمى هذه المياه المضمنة (embedded water) لأنها غير منظورة وأطلق عليها لأول مرة (Allen, 1993) بالماء التجاري الافتراضي (Virtual trading water) وهو يتناول البصمة المائية بشكل أكثر شمولا عند تداول المياه في صورة تصدير واستيراد للمنتجات المختلفة بين الدول، وعادة ما ينتج عنه موازنة سالبة للمياه للدولة المنتجة المصدرة، وموازنة إيجابية للدولة الموردة المستهلكة. لذلك حساب المياه الافتراضية يساهم في تأمين قسط كبير من المياه للدولة الموردة و استقرار الأمن المائي لها، بحيث تمكنها من وضع إستراتجيات واضحة لاختيار المنتجات والسلع الأقل استهلاكا للمياه داخل البلاد واستيراد المنتجات الأكثر استهلاكا للمياه من خارج الدولة، وبالتالي زيادة

المردود الاقتصادي من خلال مضاعفة القيمة الاضافية لاستخدام وحدة المياه.

حساب البصمة المائية :

لحساب البصمة المائية للمنتجات الحيوانية (Virag *et al.*, 2019), (Ridout *et al.*, 2010), (Mokennen and Hoekstra, 2011), (Fan Jiao *et al.*, 2023), (Mokennen and Hoekstra ,2012), نحتاج: (El-marsafawy and Mohamed, 2021) تحديد البصمة المائية (حجم المياه الزرقاء + حجم المياه الخضراء + الرمادية) لكل المحاصيل التي يستهلكها الحيوان (أعلاف خشنة ومركزة وحبوب ومرعي). ويمكن الحصول على ذلك من خلال البصمة المائية لهذه المحاصيل التي تم نشرها وتبويبها محليا وعالميا.

- كمية الماء المستهلكة في الشراب.
- كمية الماء المستخدمة في التنظيف والغسيل اللازمة لإعداد المنتج.
- كمية المياه المستخدمة في الأغراض الأخرى.

ولقد تم عرض معادلة لحساب البصمة المائية (Mokennen and Hoekstra, 2012), (Mokennen and Hoekstra, 2011), (Hoekstra and Hung, 2002) كالتالي:

البصمة المائية للمنتج (م^3) = البصمة المائية للغذاء (أ، ب،ج) + البصمة المائية للشراب (أ، ب، ج) + البصمة المائية للخدمات (أ ، ب، ج).

حيث أ = نوع الحيوان، ب = نوع التربية (مرعى، مختلط أو مكثف) ، ج = نوع الغذاء.

وتعتمد قيمة البصمة المائية للمنتج الحيواني على 3 عوامل رئيسية (Ibidhi and Ben Salem, 2020):

كفاءة التحويل الغذائي للحيوان: تختلف الحيوانات عن بعضها في إمكانية تحويل المادة الجافة إلى منتج حيواني ويعتمد ذلك على الاختلاف في التركيب الوراثي والبيئي ونوعية التربية فيما إذا كانت تعتمد على الرعي المفتوح أو في تربية مختلطة بين المغلقة والمفتوحة أو كونها في نظام مقفل (تربية مكثفة أو صناعية)، وكذلك على نوعية الأعلاف خشنة كانت أم مركزة وغيرها.

مكونات الغذاء: يختلف المكون الغذائي للعليقة على حسب طبيعة تكوينها، فهناك اختلاف في مكونات الأعلاف فيما بينها، اختلاف في العلف الخشن بين الشعير والقمح والذرة والشوفان والبرسيم وحبوبها وكذلك بين العلف الخشن والعلف المركز.

مصدر الغذاء: تختلف الأعلاف عن بعضها من حيث مصدر إنتاجها، أعلاف مروية أو بعلية، من مناطق باردة أو جافة، طبيعية أو مصنعة.

البصمة المائية للمنتجات الحيوانية:

عديد الدراسات من مختلف دول العالم قامت بتحديد قيمة البصمة المائية للمنتجات الزراعية أما بالنسبة للمنتجات الحيوانية فهناك دراسات محدودة نشرت في مصر (El-Marsafawy and Mohamed, 2021)، تونس (Ibidhi and Ben Salem, 2020)، (Sezen *et al.*, 2013) ، إيطاليا (Roberto *et al.*, 2014)، الصين، اليابان، الهند و أمريكا (Sudheer *et al.*, 2020) وفي هولندا (Mekonnen and Hoekstra, 2010). في ليبيا تم تحديد البصمة المائية للمنتجات الزراعية بواسطة (Ali, 2019)، الذي قام بحساب البصمة المائية لبعض المحاصيل العلفية(الشعير، القمح، والذرة) والطماطم والبصل والدلاع وغيرها وحدد نوعية المياه المستهلكة (الزرقاء والخضراء) كما حدد الموازنة المائية ونسبة العجز في المياه من خلال تحديد حجم البصمة الداخلية والخارجية بمفهوم تجارة المياه الافتراضية. ستكون هذه الدراسة مدخلا مهما للقيام بشكل دقيق تحديد البصمة المائية للمنتجات الحيوانية في ليبيا تساهم ربما في رسم إستراتجيات جديدة لاختيار المنتجات المناسبة (نباتية أو حيوانية أو فيما بينهما) تتمشى مع الوضع المائي في ظل رفع كفاءة استخدام المياه وكذلك للاستفادة من تجارة المياه الافتراضية للمحافظة على الموازنة المائية. أوضحا كل من Vanhan and Bidoglio (2013) و Hastings and Pegram **(2012)** أن إجمالي المياه المستهلكة لأي منتوج نباتي أو حيواني(حجم/ وحدة وزن)، تشمل إجمالي حجم المياه الزرقاء والخضراء والرمادية، وذلك بحسب ظروف

الإنتاج. أشار Eva Aless (2014) أن هناك اختلاف في البصمة المائية ونصيب الفرد بين دول العالم ففي إيطاليا مثلا كان حجم إجمالي البصمة المائية حوالي 70 بليون م^3 من الماء/ السنة، وحوالي 3353 لتر/ الشخص/ اليوم منها حوالي 85 % للزراعة (75% محاصيل و 10% إنتاج حيواني و 15% للصناعة). حوالي 63 % من المياه الافتراضية في إيطاليا مصدرها من السلع المستوردة وهذا يشير على اعتماد إيطاليا على المصادر المائية من خارج البلاد في شكل مياه افتراضية كإستراتجية للمحافظة على المياه المحلية واستخدامها فيما يضيف قيمة اقتصادية. بلغ متوسط البصمة المائية للفرد في السنة(م^3) في دول مختلفة من العالم حوالي: تركيا 1385، ليبيا 2038، مصر 1314، المغرب 1725، تونس 2217، أوروبا الجنوبية 2300، أوروبا الشمالية 1414 و أمريكا الشمالية 2588. ولقد أشار Roberto *et al.,* (2014) أن لدى ليبيا فائضا من المياه الافتراضية بسبب استيرادها لكثير من السلع المختلفة تقدر بحوالي 20 بليون م^3. من خلال حساب كميات المياه الافتراضية المستخدمة في كمية اللحوم والألبان ومشتقاتها التي تم استيرادها خلال 2010 - 2019 (تقرير لجنة الموارد الوراثية الحيوانية، 2020)، بلغت كمية المياه كما قدرتها هذه الدراسة (جدول 1) بحوالي 1.5 مليار م^3 هذه الكمية من المياه تعتبر إضافة إيجابية للمخزون الجوفي المائي المحلي كان من المفترض استخدامها محليا لإنتاج نفس الكمية من هذه السلع.

جدول 1. كمية المياه الافتراضية (م^3) المستخدمة في استيراد المنتجات الحيوانية خارج البلاد والتي كان من المفترض استخدامها محليا لإنتاج نفس الكمية من المنتجات.

السلعة*	البصمة المائية م^3 / الطن**	إجمالي المياه المستخدمة مليون م^3***
12000 طن لحوم أبقار مجمدة	**15400**	**184,800**
2000 طن لحوم أغنام	**10000**	**20,000**
75000طن لحوم مذبوحة	**10000**	**750,000**
4322 طن حليب طازج	**1000**	**4,322**
25108 طن حليب مجفف	**1000**	**25,108**
7166 طن حليب مركز	**1000**	**7,166**
105122 طن أجبان مختلفة	**5000**	**525,610**
8043 طن زبادي وغيرها	**1000**	**8,043**
الإجمالي		**1,525,049**

***تقرير لجنة الموارد الوراثية 2020.**

****متوسطات البصمة المائية) من الدراسات المذكورة أعلاه).**

***** تقديرات هذه الدراسة.**

ولقد أشير أن نصيب الفرد من البصمة المائية (Mokennen and Hoehstra, 2010) كانت مرتفعة للمنتجات الحيوانية مقارنة بالنباتية فكانت حوالي 275م^3/ السنة/ للفرد للحوم الأبقار و240م^3 للحليب و220م^3 للقمح و180م^3 لزيت الزيتون، و أن إنتاج المنتجات الحيوانية خاصة اللحوم الحمراء يحتاج إلى كمية كبيرة من المياه منها حوالي 98 % لإنتاج الأعلاف و1.1% للشراب والباقي للخدمات الأخرى. إنتاج 1 كجم من اللحم يحتاج إلى حوالي 20 مرة من المياه مقارنة بإنتاج نفس الوزن من البقوليات والحبوب والفاكهة التي تحتوي نفس الجودة والقيمة الغذائية. لإنتاج واحد كجم من البروتين الحيواني تحتاج إلى حوالي 100 مرة من المياه مما يحتاجه إنتاج 1 كجم من البروتين النباتي. أما بالنسبة لمحتوى الطاقة (كالوري) فإن

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (29)، العدد (2) 2024: 1-16

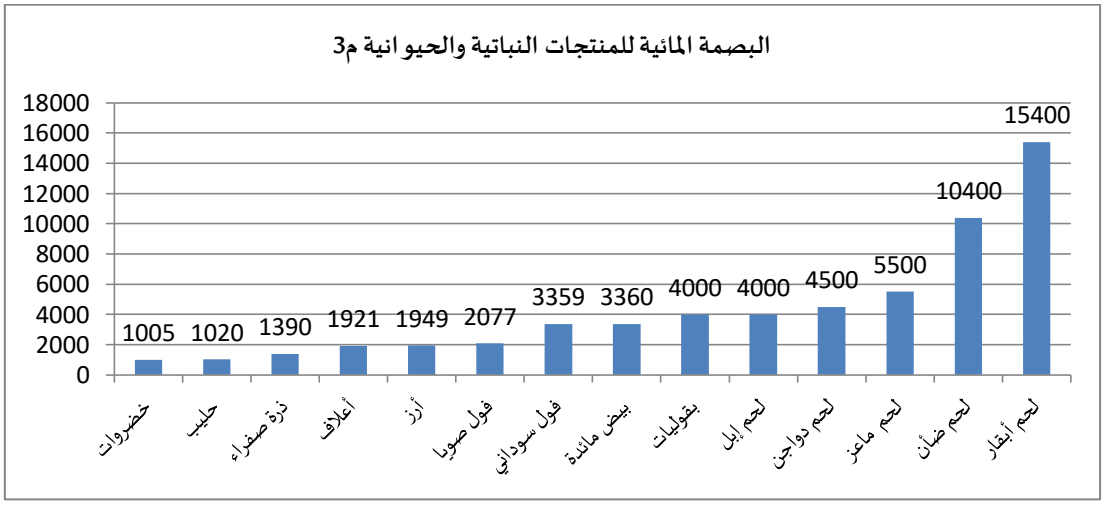
الحصول على1 ميجا جول من لحوم الأبقار يحتاج إلى حوالي 2500 لتر من المياه بينما يحتاج فقط إلى 200 لتر من المياه لإنتاج 1 ميجاجول من الخضراوات والفواكه. لإنتاج 1 لتر من الحليب الحيواني يحتاج إلى حوالي 400 لتر من المياه وهو حوالي 4 مرات ما يحتاجه إنتاج 1 لتر من حليب الصويا بنفس المواصفات الغذائية. في دراسة أخرى لمقارنة احتياجات المنتجات النباتية والحيوانية باستخدام البصمة المائية (كنعان، 2014) كما في جدول(2) أوضح أن المنتجات الحيوانية (خاصة اللحوم الحمراء) تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه مقارنة بالمنتجات النباتية. في الوقت الذي ترتفع فيه حجم البصمة المائية للمنتجات الحيوانية يلاحظ انخفاضا كبيرا ومعنويا في احتياجات الطماطم والبصل والبطاطس والبرتقال مقارنة بالمحاصيل النباتية الأخرى كما أن هناك اختلافا في البصمة المائية أيضا فيما بين المحاصيل. وللمقارنة بين هذه المنتجات من حيث استخدامها الآمن للمياه (من الأقل إلى الأعلى في الاستهلاك) حسب المتوسط العالمى (Global water fingerprint) كما لخصتها هذه الدراسة من المصادر المذكورة، يمكن ترتيبها من الأقل احتياجا للمياه للأكثر كالتالي، شكل(2): خضراوات (بطاطس، طماطم، بصل)، حليب، حبوب وأعلاف (قمح، شعير، ذرة صفراء وذرة رفيعة، شوفان، فول سوداني، و أرز)، بيض مائدة، بقوليات، لحوم إبل، لحوم دواجن، لحوم اغنام، لحوم أبقار. بمعنى أنه من الناحية النظرية يمكن استخدام كمية المياه المستخدمة في إنتاج 1 طن من اللحوم الحمراء (15400 م^3 ماء/ طن لحم)، اقتصاديا في إنتاج سلع إستراتجية أخرى قابلة للتصدير تقدر بحوالي: 15 طن من الخضروات أو 15 طن من الحليب، أو 11 طن من الذرة الصفراء أو 8 طن من أتبان القمح والشعير والشوفان أو 7 طن من الأرز، أو 7 طن من فول الصويا أو 4 طن من البقوليات أو خليط فيما بينها. لكن من الناحية الواقعية والعملية، فإن 90 % من الثروة الحيوانية يمتلكها القطاع الخاص خاصة تربية الأغنام وهو مصدر دخله الرئيسي وأن ما يتطلبه السوق 56 % من لحوم الضأن، لذلك يتطلب الإبقاء على هذه الثروة وتطويرها، وإيجاد حلول علمية لزيادة إنتاجها وزيادة معدلات تحويلها الغذائي بأقل تكلفة من المياه العذبة، وذلك باختيار أعلاف قليلة الإحتياجات المائية مع تكثيف تحسين السلالات المحلية لتصبح عالية الكفاءة الغذائية. في دراسة أخرى (Mokennen and Hoekstra, 2010) لأربعة دول (الصين، الهند، هولندا و أمريكا) وجد أن إجمالي المتوسط الكلي للبصمة المائية (مياه زرقاء وخضراء ورمادية) للمنتجات الحيوانية المختلفة كانت كالتالي (م^3 / الطن): لحوم الأبقار 15400، لحوم الضأن 10400، لحوم الماعز 5521، لحوم الدواجن4325، بيض دواجن 3265، حليب 1020، زبدة 5553، حليب مجفف (بودر) 4745، الجبنة 5060، الجلود 17093. كما أن البصمة المائية للمياه الخضراء(النظام الرعوي) كانت الأعلى في جميع هذه المنتوجات عن المياه الزرقاء (النظام المروي) ويبقي الحليب أقلهما في استخدام المياه الخضراء، بينما هناك انخفاض في حجم المياه الرمادية في كل هذه المنتجات. في دراسة أخرى (Ibidhi and Ben Salem, 2020) في تونس بلغت قيمة البصمة المائية للحوم الأبقار 15400م^3/الطن، والأغنام 10400 ولحم الدواجن 4300، والبيض 3300، والحليب 1500، وبالنسبة لوزن الذبيحة بلغت 6222 م^3/الطن في الضأن بينما 4521 في الماعز وهذا يشير أن الماعز هو الأقل احتياجا للمياه بسبب ارتفاع كفائته في التحويل الغذائي تحت الظروف القاسية من المناخ والبيئة. تختلف الإحتياجات المائية أيضا على حسب الظروف المناخية (Bosire *et al.*, 2015)، حيث بلغت البصمة المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة (arid and semiarid) حوالي 2000 لتر/كجم وهي أعلى من المناطق الاستوائية الرطبة (tropical) 1200 لتر/ كجم.

جدول 2. البصمة المائية (م³/ طن) لبعض المنتجات النباتية والحيوانية.

السلعة	البصمة المائية م³/ الطن
المنتجات النباتية:	
- القمح	1692
- الشعير	3118
- الذرة الصفراء	1390
- الشوفان	2301
- الفول السوداني	3359
- عباد الشمس	2922
- فول الصويا	2077
- الذرة الرفيعة	1107
- البطاطس	421
- الطماطم	235
- البصل	349
- زيت الزيتون	10095
- الأرز	1948
- البرتقال	756
المنتجات الحيوانية	
- لحم أبقار	18419
- لحم أغنام (ضأن وماعز)	8649
- لحم دواجن	5839
- زبدة و سمن	8308
- الجبنة	5000

المصدر : كنعان عبد الجبار

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (29)، العدد (2) 2024: 1-16



شكل 2. مقارنة بين البصمة الحيو انية والنباتية، م³ من المياه / طن من المنتج (كما وردت من الدراسات المشار إليها).

في تونس وجد Ibidhi and Ben Salem (2020) أن حجم البصمة المائية للأغنام كانت حوالي 12800 لتر/ كجم من اللحم في المناطق الرطبة و 19300 في المناطق الجافة و 24500 في المناطق شبه الجافة والاختلاف يعود إلى الارتفاع في درجات الحرارة التي تؤثر على عمليات االبخر- نتح (evapo-transpiration)، الزيادة في عملية البخر الحراري بسبب ارتفاع درجة حرارة البيئة ينتج عنه انخفاض في إنتاج المرعى كما ونوعا وبالتالي ارتفاع حجم البصمة المائية (Palhares *et al.*, 2017) . نظام تربية الحيوان كان له دورٌ أيضا في حجم البصمة المائية حيث إنها تنخفض في نظم التربية المكثفة (الصناعية أو المغلقة) عنها في الرعوية، وذلك لأن الحيوانات في الأنظمة المغلقة تعتمد على أعلاف ذات قيمة غذائية عالية تمتاز بارتفاع معدل كفاءة التحويل الغذائي، وبالتالي تنخفض كمية الأكل و البصمة المائية. في المقابل تعتمد الحيوانات في المرعى على نباتات منخفضة القيمة الغذائية مما يزيد من معدل أكلها و قيمة البصمة المائية لها. معدلات سقوط الأمطار كان لها الأثر أيضا في تحديد البصمة المائية، في تشيلي (Toro-Mujica *et al.*, 2016) بلغت البصمة المائية حوالي 5369 لتر/ كجم من لحوم الأغنام عند مستوى 700 مم من الأمطار وحوالي 7086 لتر/ كجم عند مستوى 400 مم. أوضح Sudheer *et al.*, (2020) أن الوحدة الحيوانية الاستوائية (Tropical live unit stock, TLU) ، وهي تكافئ بقرة تزن 250 كجم وزن حي تحتاج إلى حوالي 450 م³ من المياه في السنة كما أشار أن البصمة المائية للعلف المركز تبلغ حوالي 5 مرات ما يحتاجه طن من العلف الخشن، بشكل عام ما يحتاجه طن من الأعلاف الخشنة حوالي 200 م³ من المياه أي ما يقابل حوالي 1000 م³/ للطن من المياه لإنتاج 1 طن من المركز. كما أشارت نفس الدراسة أن إجمالي البصمة المائية لبقرة اللحم من ولادتها (35 كجم) إلى عمر تسويقها عندعمر 3 سنوات (545 كجم) حوالي 9611 م³، و أن ما تحتاجه بقرة اللبن (تبدأ في إنتاجها بعد مرور 3 سنوات وتستمر لمدة 10 سنوات بمتوسط إنتاج سنوي 7393 لتر من الحليب) حوالي 358.39 م³/ لتر. ويحتاج الضأن(عمر 1.5 سنة لإنتاج 53 كجم من الوزن الحي) حوالي 2974.29 م³ ، والماعز(عمر سنة لإنتاج حوالي 40 كجم وزن حي) حوالي338.544 م³. وفي دراسة لمقارنة الاحتياجات السنوية من البصمة المائية للأنواع المختلفة من الحيوانات الزراعية وتباينها في كمية ماتحتاجه من مياه (Mokennen and Hoekstra, 2012) جدول(3)، يلاحظ أن أكبر حجم من البصمة المائية كان من نصيب أبقار اللحم (33%) تليها أبقار اللبن (19%) ثم دجاج اللحم (11%). ووجد أن هناك

فروق في البصمة المائية فيما بين نظم تربية الحيوان رعوية (grazing)، مختلطة (mixed)، صناعية (industrial) في كل من الصين والهند و أمريكا؛ حيث كانت مرتفعة في النظام الرعوي ومنخفضة في النظام الصناعي(المكثف). وأن ما تحتاجه المنتجات الزراعية والحيوانية من البصمة المائية لكل وحدة من الوزن من المنتج والطاقة والبروتين والدهن لاحظ Mokennen and Hoekstra (2012) أن البصمة المائية للمنتجات الحيوانية كانت أعلى أيضا من المنتجات النباتية، وأن نسبة ما تساهم به المنتجات الحيوانية كوحدة وزنية من البروتين والطاقة كان أيضا أعلى من المنتجات النباتية، فمثلا البصمة المائية لجرام واحد من البروتين كان أكبر بحوالي 1.5 مرة في الحليب والبيض ولحوم الدواجن و3 مرات في لحوم الأغنام و 6 مرات في لحوم الأبقار مقارنة بالبقوليات. كذلك لكل وحدة سعر حراري (كالوري) كان أيضا أعلى في المنتجات الحيوانية عنها في النباتية، حيث بلغت حوالي 9 مرات في لحوم الأبقار، و4 مرات في لحوم الأغنام، و 2 مرة للبيض و2.5 مرة للحوم الدواجن و 1.5 مرة للحليب. كذلك نلاحظ ارتفاع البصمة المائية للمنتجات الحيوانية بحوالي 20 مرة مقارنة بالحبوب (جدول4).

جدول3. متوسط إجمالي البصمة المائية حسب نوع الحيوان على المستوى العالمي خلال 1996 – 2005 .

نوع الحيوان	إجمالي أعداد الحيوانات عالميا (بالمليون)	المتوسط السنوي للبصمة المائية لكل حيوان (م³/حيوان)	حصة كل حيوان من البصمة المائية (بليون م³/السنة)	نسبة حصة الحيوان من الاجمالي (%)
أبقار اللحم	1,267	630	798	33
أبقار اللبن	228	2,056	469	19
دجاج لحم	9,923	26	255	11
خيول	112	1,559	180	7
دجاج بيض	5,046	33	167	7
ضأن	1,052	68	71	3
ماعز	750	32	24	1
الإجمالي	18,378		2,377	100

المصدر: (Moknnen and Hoekstra, 2012)، (FAO Data Base, 2009)

جدول 4. البصمة المائية للمنتجات النباتية والحيوانية على المستوى العالمي.

المنتج	لتر من الماء/ كجم	لترماء/سعرحراري (كالوري)	لترماء/جرام بروتين	لترماء/جرام دهن من المنتج
حبوب	1644	0.51	21	112
خضراوات	322	1.34	26	154
بقوليات	4055	1.19	19	180
حليب	1020	1.82	31	33
بيض	3265	2.29	29	33
دواجن	4325	3.00	34	43
لحم ضأن وماعز	8763	4.26	63	54
لحم أبقار	15415	10.19	112	153

المصدر: (Mokennnen and Hokstra, 2012)

الوضع القائم وكيفية الاستفادة من البصمة المائية:

يعاني الوضع القائم للإنتاج الحيواني كغيره من الأنشطة الزراعية عدم وجود قاعدة بيانات دقيقة وصحيحة تعكس الأعداد الحقيقية للحيوانات وكميات الأنتاج التي يمكن أن تساهم بها في تغطية الاحتياجات من البروتين الحيواني. هناك تباين في البيانات والإحصائيات فيما بين التقارير المنشورة بسبب اعتمادها على تقارير سنوية تقديرية صادرة عن هيئات دولية كمنظمة الأغذية والزراعة (FAO)، البنك الدولي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية وغيرها. لرسم أي سياسات مستقبلية لمعرفة إمكانية هذا القطاع المساهمة في التنمية يحتاج الأمر إلى رسم إستراتجية واضحة المعالم تحدد من خلالها الأولويات اللازمة للنهوض بهذا القطاع من خلال توفر قاعدة بيانات الكترونية قابلة للتداول والتجديد.

ولكن نستطيع من خلال ما توفر من بيانات و إحصائيات ومقارنتها بدراسات عالمية و وطنية أخرى معرفة احتياجات المنتجات الحيوانية من الماء ومقارنتها بالمنتجات الزراعية لتحديد كفاءة استخدام المياه. يتضح أن إنتاج اللحوم الحمراء يحتاج إلى كميات كبيرة من المياه مقارنة بالحبوب والأرز والخضروات والبقوليات والأعلاف الإستراتجية كالذرة الصفراء والذرة الرفيعة (شكل 2). إنتاج ليبيا من اللحوم الحمراء قدرها الجزيري (2023) في دراسة حديثة منبثقة عن إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (FAO) بحوالي57 ألف طن و إذا كان متوسط البصمة المائية عالميا (لحوم أبقار و ضأن و ماعز) حوالي 12000م^3/ الطن فإن الاحتياجات من المياه تصل إلى حوالي 684 مليون م^3 ولتغطية العجز في الإحتياجات من اللحوم الحمراء كما أشارت نفس الدراسة نحتاج إلى ضعف كمية اللحوم المنتجة (117 ألف طن) وبالتالي إلى ضعف المياه ليصبح إجمالي المياه اللازمة لإنتاج هذه الكمية من اللحوم حوالي (1.4 مليار م^3) وهي كمية تمثل حوالي 23% من كمية العجز الكلي في المياه وحوالي 33% من العجز المتعلق بالإنتاج الزراعي (القماطي، 2023).

تخفيض حجم البصمة المائية لإنتاج اللحوم الحمراء ببدائل أخرى يبدوا ممكنا - بعد إجراء دراسات فنية واجتماعية واقتصادية تحدد من خلالها الأثار الإيجابية والسلبية لاختيار البديل الأمثل - من خلال عرض التوجهات (السيناريوهات) التالية:

1. استيراد العجز من احتياجات اللحوم الحمراء في صورة مجمدة ومبردة يعمل الحفاظ على مخزون المياه المحلية كانت لازمة لإنتاج أي كان كمية العجز من المنتجات الحيوانية محليا. و يضيف نفس الكمية من المياه(كمياه افتراضية) استخدمت في إنتاج هذه الكمية في البلد المصدر محدثا بذلك موازنة إيجابية للمخزون المائي المحلي. وكذلك يسهم في تعظيم قيمة الاستفادة من هذه المياه في إنتاج نوعية من اللحوم أو سلع منخفضة الاحتياجات المائية تساهم في توفير المتطلبات على المنتجات الحيوانية الأخرى كلحوم الدواجن والبيض والحليب. (اجتناب استيراد الحيوانات الحية لأن ذلك سيزيد من احتياجات المياه من الأعلاف والشراب والخدمات وغيرها).
2. استبدال ما توفره اللحوم من بروتين وطاقة بمنتجات نباتية ذات احتياجات منخفضة من المياه كالحبوب والبقوليات والخضار.
3. التركيز على إنتاج السلع الاستراتجية منخفضة الاحتياجات المائية القابلة للتصدير كالذرة الصفراء والقمح والشعير والشوفان والأرز والطماطم والبصل والبطاطس كمبادلة تجارية لاستيراد اللحوم والحليب ومشتقاته وغيرها.
4. تعظيم الاستفادة من المياه أثناء موسم سقوط الأمطار والتقليل من استنزاف المياه الجوفية والاستفادة من المياه غير التقليدية (الكبريتية) في تغذية المجترات في المناطق الرعوية (Magdub *et al.*, 1992).
5. ترشيد الاستهلاك وتغيير نمط السلوك الغذائي بالابتعاد عن المنتجات الحيوانية ذات البصمة المائية المرتفعة والاستعاضة عنها بالبقوليات والخضراوات.
6. استنباط أصناف من محاصيل ونباتات رعوية لها بصمة مائية منخفضة تتحمل الجفاف مع زيادة كثافة

النباتات الرعوية والاستفادة من الأعلاف غير التقليدية (Magdub, 1999).

7. استنباط سلالات حيوانية جديدة تمتاز بارتفاع معدل كفاءة تحويلها الغذائي مع العمل على فرز واستبعاد الأعداد الزائدة وغير المنتجة من الحيوانات لتقليل كثافة المرعى وتخفيض المتطلبات على المادة الجافة من الأعلاف.

8. الاستفادة من التقدم الملحوظ في مجال التقنية الحيوية في مجال تحسين الحيوان وتحسين القيمة الغذائية للأعلاف وإدخال تقنية النانوتكنولوجي (Nanotechnology) في توصيل الجزيئات الدقيقة من الغذاء والدواء (Drug delivery) مباشرة إلى الخلايا المستهدفة دون تعرضها للهضم الميكروبي.

المراجع

القماطي ، أحمد . 2023. التغيرات المناخية علي الانتاج الحيوانى. ندوة الأمن الغذائي (4). كلية الزراعة - جامعة طرابلس/ ليبيا.

التعداد الزراعي العام 2007 . الهيئة العامة للمعلومات - ليبيا .

المنظمة العربية للتنمية الزراعية. التقرير السنوي 2019.

تقرير لجنة الموارد الوراثية الحيوانية. 2003. وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية.

تقرير عن حالة الموارد الوراثية الحيوانية في ليبيا. 2020. وزارة الزراعة والثروة الحيوانية.

محمد، جاهر. 2015. درلسة تحليلية لانتاج واستهلاك السلع الزراعية وأثرها على تحقيق الامن الغذائي "دراسة حالة الأمن الغذائي قي ليبيا". كلية الزراعة جامعة عمر المختار.

عمار، فرج و المائل، عبد السلام المائل. 2017 . الإدارة المتكاملة للموارد المائية ودورها في الأمن المائي. بحوث اقتصادية عربية، العددان 78- 79.

عبدالجبار، كنعان. 2014. لجنة الزراعة والري، المنتدى العراقي للبحث والكفاءات. بغداد – العراق.

الجزيري، نجاة مصطفى. 2021. تقدير نموذج الطلب شبه الأمثل لاستهلاك اللحوم الحمراء في ليبيا دراسة حالة بلدية حي الأندلس. رسالة ماجستير، قسم الاقتصاد الزراعي - كلية الزراعة - جامعة طرابلس – ليبيا.

Ali, L. O. 2019. Examining the water footprint concept in relation to sustainable water management. Libya. A Sheffield Hallam University thesis. United Kingdom.

Allen, J. A. 1993. "Fortunately there substitutes for water otherwise our hydropolitica futures would be impossible" In priorities for water resources allocations and management. London, United Kingdom. ODA: 13 – 26.

Ben-Mahmoud, R.; Mansur, S. and Algomati, A. 2000. Land degradation and desertification in Libya. Land Degradation and Desertification Research Unit. Libyan Center for remote Sensing and space Science, Tripoli – Libya.

Bosire,C. K.; Ogutu, J. O. ; Said, M .Y.; Krol , M. S.; Leewu, J. D.; Hoekstra, A. Y. 2015. Trends and spatial variation in water and land footprints of meat and milk production in Kenya. Agriculture, ecosystems and environment 205: 36 - 49.

Chapagain, A. K. and Hoekstra , A. Y. 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of water research report series # 13 UNESCO – IHE. The Netherlands.

EL-Marsafawy, S. H.; Mohamed, A. I. 2021. Water footprint of Egyptian crops and its economics.2021 Alexandria Engineering Journal 60: 4711 – 4721.

Magdub, A. B. 1999. The use of conventional feeds in ruminant nutrition. The first conference on natural resources of Sirt gulf area. 28 -30/11/1999.

Magdub, A. B.; Aboaysha, A. and Magid, A. 2000. Study of the existing situation of livestock in Libya and methods to improve productivity .National Acedemy of Scientific Research 2000.

Magdub, A. B.; Latif, T. A. and Alruk. A. 2000. Effect of age, sex, season on physiological features of new-born calf-camel under desert conditions. The Libyan Journal of Agriculture 2000.

Magdub, A. B.; Salim, K. S. and Biala, A. 1992. Effects of high sulfer water on the growth performance of Barbary lambs. The Libyan Journal of Agriculture. 13: 47-51 .

Mokennen , A. A. and Hoekstra , A. Y. 2012. A global assessment of water footprint of farm animal products .Ecosystem.15: 401 - 415.

Monkennen, A. A. and Hoekstra, A. Y. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and crop byproducts. Hydrol .Earth. Syst .SCI. 15:1577 -1600.

Mokennen , A. A. and Hoekstra, A. Y. 2010. The green, blue and grey water finger print of farm animals and animal products . Value of water research report series No. 48 UNESCO. IHE,Delt - Netherlands.

Palhares, J. C. P.; Morelli, M.; Junior, C. C. 2017. Impact of roughage – concentrate ratio on the water footprint of beef feedlots. Agricultural Science. 155: 126 – 135 .

Eva Aless. 2014. Water footprint: Italy the one planet food program of WWF. Italy.

Fan Jiao ; Lili Nie ; Jiayuan Shao; Ying Wang ; Yihan Du; Xiaofeng Guo; Honf Feng and Zhenyu Liu. 2023. Water footprint analysis of sheep and goat from various production systems in Northern China. Sustainability. 15, 10504.

FAO. FAODATA BASE. 2009. Rome: Food and Agriculture Organization .

Hastings , E.; Pegram , G. 2012. Literature review for the applicability of water fingerprint in South Africa. WRC report 2099\p .Water research commission, ezina, South Africa .

Hoekstra, A. Y.; Hung, P. Q. 2002. A quantitation of virtual water flows between nations in relation to crop trade. Water Res. 49: 203 - 2009.

Ibidhi, R. and Ben Salem, H. 2020. Water footprint of livestock products and production systems: a review. Animal Production Science, 60: 1369 - 1380.

Koppen , W. 1884. The thermal zones of the eart according to the duration 0f hot . moderate ,and cold periods and to the impact of heat on the organic world. Meteorologische Zeitschrift. 20: 3.

Libyan milk industry out-looks (2022 – 2026).

Magdub, A. B. 2000. Environmental factors affecting meat production in the Arab world. The conference on the use of new techniques to improve meat production in the Arab world. The Arabic institute of development and investment. 8 - 10 /2/2000.

المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (29)، العدد (2) 2024: 1-16

Ridoutt, B. G.; Williams, S. R. O.; Baud, S.; Fravel, S. and Marks, N. 2010. Short comunications: The water footprint of dairy products: A case study involving skim milk powder. J. Dairy Sci. 93: 5114 - 7117.

Roberto Capone, Philip Debs, Hamid ElBilali, Gianluigi Cardone ,Nicola Lamaddalena. 2014. Water footprint in the Mediterranean food chain: Implications of food consumption patterns and food wastage. 3: 26 - 36.

Sezen Ocak, Sinan Ogun, Ebru Emsen. 2013. Turkey's animal production water footprint: Heading in the wrong direction. Procedia Technology. 8: 255 - 263.

Shiklomanov, I. A. 2000. Appraisal and Assessment of world water resources. Water Intr. 23: 11 - 32.

Sudheer Bhagat, AK. Santra ; Sharad Mishra ; VN Khune; MD BOBADE; Ashtush DUBEY; Aayush YADAV; Anupam Soni; Sweta Banjare and Gagendra Yadav. 2020. The water footprint of livestock production system and livestock products: A dark area: A review. International Journal of Fauna and biological studies. 7: 83 -88.

Toro-Mujica, P.; Aguilar, C.; Vera, C. and Cornejo, K. 2016. A simulation -based approach for evaluating the effects of farm type, management, and rainfall on the water footprint of sheep grazing systems in a semi-arid environment .Agriculture systems. 148: 75 - 85.

Vanhan, D. and Bidoglio, G. 2013. A review on the indicator of water footprint for the EU28. Ecological indicators. 26: 61 - 75.

Virag, N.; Edit, M.; Imne, C. and Cecilla, H. 2019. Water footprint. A new approach for a more sustainable future. Anatecta Technica Szegedinsa. 13: 12 -20.

THE LIBYAN JOURNAL OF AGRICULTURE
Volume (29) No. (2) 2024: 1 - 16

Review Article

Water fingerprint of animal products in Libya and efficiency of water use.

Ahmed Al-Magdub Gomatti

Animal Environmental Physiology

Animal Production Department – Faculty of Agriculture – University of Tripoil.

Abstract

Water foot print (WFP) is a new indicator used to determine precisely the amount of fresh water required for country per capita utilization as well as for crop animal or industrial products starting from cradle to grave. It includes the calculation of 3 types of water: blue, green and grey. Virtual water is the embedded water that was used to produce the products in the exporting country and refers to world trade between countries; it results in a positive water balance for the importing countries and a negative to the exported. Usually, countries deficient in water resources depend on virtual water trade. Globally, it was reported that the water footprint of animal products is largely greater than crop and vegetable products as M^3/ Ton: beef meat 15400, sheep meat 10400, goat meat 5500, broilers 4300, eggs 3330, milk 1000, cheese, butter and ghee 8308. For plant products: wheat 1692, barely 3118, corn 1390, oats 2301, peanuts 3359, soy beans 2077 , sorghum 1107, onions 349, potatoes 421, tomatoes 235 and legumes 4055 . It was also found that the water footprint for production of a unit gram of protein and a unit of calorie was higher for animal products than those for cereals vegetables and legumes. In Libya, water footprints for some plant and crop cereals and forages were recently investigated but no information is available for animal products. Determining WFP for animal products will help increasing benefits of better utilizing fresh water in animal and plant productions. Efforts can be afforded to: 1. Use other underground waters as sulfur water to meet livestock requirement under range conditions. 2. Replace crop products to get similar requirements of protein and energy instead of animal sources. 3. Import frozen and/or cold meat from countries rich in water sources to help keep positive water balance internally. 4. Encourage producing strategic exportable crops with low requirement of water as forage crops, cereals, peanuts, rice and vegetables. 5. Encourage consumer habits to replace their animal diets with crops or vegetables having similar nutritive values. 6. Range reclamation and improve varieties of range plants adapted to scarcity of water.7. Improve performance of animal species through extensive genetic ،physiological selection to attain higher feed conversion ratio with feeds at lower water requirements. use of new biotechnology techniques such as Nanotechnology to improve diet quality, deliver minor feed particles and drugs (Drug delivery) directly to cells without being subjected to rumen fermentation.

Key words: water foot print, virtual water, animal products, crop products, nanotechnology.

***Corresponding Autho: Ahmed Al-Magdub Gomatti. Dep. of Animal Production , Fac. Of Agric. Univ. of Tripoli.**

Phone: +218913129622 **E-mail:** ahmedalmajdob@gmail.com

Received: 4/6/2024 **Accepted: 15 /8/ 2024**