نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال هشتم، شماره سوم، بهار۱۳۹۸

ISSN 2251-7480

استفاده از مفهوم ردپای آب مجازی در تولیدات دامی برای حفاظت منابع آب

احسان موحدنژاد[۱]، هادی رمضانی اعتدالی[۲*] و علیرضا شکوهی[۳]

۱) فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد منابع آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

۲*) استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir

۳) استاد گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۰

چکیده:

ردپای‌آب کشاورزی بیش از ۹۰ درصد از منابع آب شیرین کشور را شامل می‌شود که ۳۰ درصد آن به عنوان تغذیه برای دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. صنعت دامداری یکی از صنعت‌های آب‌بر جهان و به‌خصوص در ایران محسوب می‌شود. در این تحقیق متوسط تغذیه گاو در سه استان تهران، البرز و قزوین برآورد و سپس با بکارگیری روش مکانن و هوکسترا ردپای آب‌مجازی محاسبه گردید. سپس با متوسط ردپای آب کشورهای جهان (هلند، آمریکا، روسیه، مکزیک، هند و متوسط جهان) مقایسه شده است. میزان ردپای آب‌مجازی به‌ترتیب در استان‌های تهران، البرز و قزوین برای تولید گوشت گاو برابر با ۴۴/۴۹، ۴۵/۱۸ و ۴۵/۵۱ مترمکعب در کیلوگرم و در تولید شیر نیز برابر با ۲/۲۴، ۲/۲۵ و ۲/۴۳ مترمکعب در لیتر برآورد گردید. این در حالی است که متوسط آب مورد نیاز برای تولید هر کیلوگرم گوشت گاو در سطح دنیا ۱۵/۴ مترمکعب بر کیلوگرم و برای هر لیتر شیر، ۱ مترمکعب بر لیتر گزارش شده است. نتایج کلی این مطالعه ردپای آب مجازی در تولیدات دام در ایران نسبت به متوسط جهانی بسیار بیشتر است. علت این امر در درجه اول بالا بودن ردپای آب مجازی در تولید علوفه حیوانات و در مرحله دوم ناشی از مدیریت ضعیف دامداری‌ها در ایران می‌باشد. پیشنهاد می‌شود با توجه به سهم بالای تغذیه در ردپای بالای گوشت گاو و شیر، یا ردپای آب در تولید علوفه داخلی کاهش یابد یا سهم قابل توجهی از علوفه مصرفی از طریق واردات تامین شود.

کلید واژه‌ها: تجارت آب مجازی؛ شیر؛ گوشت گاو؛ مدیریت منابع آب.

مقدمه

آب یکی از مهمترین منابع مورد نیاز در جوامع بشری و در عین حال یکی از بزرگترین چالش‌های قرن حاضر است که می‌تواند سر منشا بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد. عدم انطباق بین تامین و تقاضای آب می‌تواند بحران آفرین باشد. این بحران می‌تواند در بعد محلی، منطقه‌ای، ملی و حتی در بعد جهانی اتفاق افتد. عدم تعادل در بخش منابع آب می‌تواند ناشی از چرخه‌ی هیدرولوژی و محدودیت طبیعی منابع آب و نیز فعالیت‌های بشری نظیر استفاده‌ی بی رویه از منابع و آلوده کردن منابع باشد (کانی گلزار، ۱۳۹۱).

رشد روز افزون جمعیت و به‌تبع آن افزایش نیاز به تولیدات کشاورزی از مسائل مهمی است که بشر امروز با آن مواجه است. مطالعات نشان می‌دهد که در سال ۱۹۵۰، ۱۲ کشور در جهان با جمعیتی در حدود ۲۰ میلیون نفر با

کمبود آب مواجه بوده اند. با گذشت ۴۰ سال این رقم به ۲۶ کشور با جمعیتی در حدود ۳۰۰ میلیون نفر افزایش پیدا کرد و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ تعداد ۶۵ کشور با جمعیتی بیش از ۷ میلیارد نفر با کمبود آب مواجه گردند. در حال حاضر جمعیتی در حدود ۸۴۰ میلیون نفر در جهان در شرایط کمبود غذایی به سر می‌برند که عمده‌ی این جمعیت یعنی رقمی در حدود ۸۰۰ میلیون نفر در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند (IWMI, 2000).

اصطلاح آب‌مجازی اولین بار در اوایل دهه نود میلادی توسط آنتونی آلن در سمیناری در SOAS در سال ۱۹۹۳معرفی شد (قبل از آن مفهومی نسبتا نزدیک با این موضوع وجود داشت که به آن آب پنهان گفته می‌شد) . که تاحدود ده سال بعد توجه بین‌المللی را در میان کارشناسان به خود جلب نکرد. در دسامبر سال ۲۰۰۳ اولین اجلاس بین‌المللی درباره‌ی این موضوع در کشور هلند شهر دلف برگزار شد و بعد از آن، رسانه‌ها این اصطلاح را در هر جا که بحث‌ها روی حمایت و حفاظت از منابع آب در سطح ملی و جهانی بوده است، به کار برده‌اند (Hoekstra, 2003).

تجارت آب‌مجازی در سال‌های اخیر در جهان و ایران رشد داشته است. مقدار کل آب‌مجازی ناشی از صادرات در جهان از حدود ۴۳۸ کیلومتر مکعب در سال ۱۹۸۶به ۹۸۳/۸ کیلومتر مکعب در سال ۲۰۱۱ افزایش یافته است. که آمریکا با ۳۴ درصد بیشترین و آفریقا با ۳/۸ درصد کمترین سهم را در سال ۲۰۱۱ به خود اختصاص داده‌اند (Schwarz *et al.*, 2015).

شکوهی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای که در مورد کشاورزی در استان قزوین صورت گرفته است به این نتیجه رسیدند که کشاورزی به عنوان عمده‌ترین مصرف کننده آب در دشت قزوین بیشترین حساسیت را نسبت به خود برانگیخته است. در این تحقیق از مفاهیم حسابداری آب و تجارت آب مجازی برای تعیین ترکیب کشت بهینه در دشت قزوین برای مدیریت بهتر آب کشاورزی استفاده شده است. مجموع ردپای آب مجازی و ردپای منابع آبی در تولید محصولات اصلی منطقه برای دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۳، به ترتیب حدود ۲۰۵۳ و ۱۴۱۱ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردید. سهم صادرات از ردپای آب مجازی، ردپای منابع آبی و سود خالص منطقه به ترتیب حدود ۴۹/۸، ۵۵/۵، ۵۵ درصد است. حذف صادرات محصولات اصلی کشاورزی باعث افزایش میانگین ردپای اقتصادی آب از ۷۰۷/۲ به ۷۸۰/۳ مترمکعب بر میلیون ریال خواهد شد.

محصولات گوشتی و لبنی آب مصرفی بیشتری نسبت به محصولات گیاهی مصرف می‌کنند که دلیل آن میزان تغذیه، شرب و خدمات آبی مورد نیاز حیوانات است (Hoekstra and Hung, 2005). عدم توجه دانشمندان و سیاستمداران به میزان آب مصرفی در محصولات آببری مانند محصولات گوشتی و لبنی سبب افزایش تولید این گونه محصولات آببر در گذر زمان شده است چنانکه تولید محصولات دامی جهان از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۴ افزایشی دو برابری داشته است (FAO, 2005). این روند افزایشی ادامهدار بوده و تولید محصولات گوشتی تا سال ۲۰۵۰ دو برابر خواهد شد (Steinfeld *et al.*, 2006).

در کشورهای آسیایی، ایران بعد از قرقیزستان و هم‌تراز با عراق دارای بیشترین و چین و کره‌ی شمالی دارای کمترین محتوای آب‌مجازی گوشت می‌باشند. در میان کشورهای آفریقایی، چاد و تونس به ترتیب کمترین و بیشترین محتوای آب‌مجازی در گوشت را دارند. کشورهای آمریکایی، کانادا و ونزوئلا به ترتیب کمترین و بیشترین محتوای آب‌مجازی در گوشت را دارا هستند. در میان کشورهای اروپایی، لهستان و هلند کمترین و پرتغال و یونان بیشترین محتوای آب‌مجازی در گوشت را دارند (نصرآبادی و همکاران، ۱۳۹۵).

در تحقیقات فائو (۲۰۱۱) که در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷ انجام شده است نشان داده شد که به‌طور متوسط ۳۷

درصد از غلات در جهان برای استفاده به عنوان غذای حیوانات تولید می‌شود.

مصرف محصولات دامی بیش از یک چهارم ردپای آب در زندگی انسان‌ها را شامل می‌شود. آب مورد نیاز برای تولید غذا یکی از فاکتورهای مهم ردپای آب محصولات دامی است، براین اساس بررسی ترکیبات مختلف غذایی و مواد خوراکی برای یافتن راه‌هایی برای کاهش آب مصرفی در گوشت و لبنیات ضروری است (Hoekstra, 2012).

مطالعات صورت گرفته در مورد آب‌مجازی در محصولات کشاورزی از گستردگی و عمق نسبتاً مناسبی برخوردار است و شامل همه سطوح بین‌المللی، ملی و منطقه‌ای می‌باشد اما در بخش دام با وجود آنکه ردپای آب مصرف شده بیشتر از بخش کشاورزی است، مطالعات کمتری صورت گرفته است و مقیاس آنها هم محدود به مقیاس ملی و بین‌المللی بوده و کمتر به بخش منطقه‌ای و استانی آن توجه شده است. با توجه به این موضوع در این پژوهش سعی شده میزان ردپای آب‌مجازی و تجارت آب-مجازی در بخش دام و طیور بصورت استانی و در سه استان تهران، البرز و قزوین مورد بررسی قرار داده شود.

مواد و روش‌ها

استان‌های مورد مطالعه در این مقاله استان‌های تهران، البرز و قزوین می‌باشند. استان تهران با وسعتی حدود ۱۲۹۸۱ کیلومترمربع، بین ۳۴ تا ۳۶/۵ درجه‌ی شمالی و ۵۰ تا ۵۳ درجه‌ی طول شرقی واقع شده است استان با جمعیتی که طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۱۳۲۶۷۶۳۷ نفر بوده است در سال ۱۳۹۵ در تولید شیر رتبه دوم کشور را داراست (بی‌نام، ۱۳۹۷؛ بی‌نام، ۱۳۹۵). استان البرز با مساحت ۵۸۳۲ کیلومترمربع و با جمعیت حدود ۵۵۹۵۴۹۲ نفر (سرشماری شده در سال ۱۳۹۵) به عنوان سومین شهر پر جمعیت ایران بعد از تهران و مشهد شناخته می‌شود. استان قزوین با مساحت ۱۵۸۲۰ کیلومترمربع ۱/۳ میلیون نفر جمعیت (طبق سرشماری سال ۱۳۹۵) ، در سال ۱۳۹۵ در تولید شیر، مقام پنجم کشور را احراز نمود (بی‌نام، ۱۳۹۷؛ بی‌نام، ۱۳۹۵). در جدول ۱ میزان تولید شیر و گوشت قرمز طبق آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی برای سال ۱۳۹۵ در سه استان مورد مطالعه به تفکیک آورده شده است (بی‌نام، ۱۳۹۷).

جدول۱- تولید فراورده‌های دام (بی‌نام، ۱۳۹۷)

قزوین	البرز	تهران	محصولات (هزارتن)
۲۵	۱۱	۲۹/۶	گوشت قرمز
۴۹/۸	۳۵/۹	۱/۱	شیر

محاسبه‌ی ردپای‌آب در دام:

برای محاسبه‌ی ردپای آب‌مجازی دام و مشتقات آن (شیر) لازم است در اولین مرحله‌ی بررسی، ردپای آب-مجازی موجود در حیوان زنده بدست آید و سپس توزیع این آب در محصولات به دست آورده شود. هر حیوان زنده سه مولفه‌ی ردپای آب‌مجازی دارد که عبارتند از: مقدار آب مورد نیاز برای رشد و مصرف غذا، سرویس و نظافت، نوشیدن و آماده کردن غذای حیوان. رابطه‌ی ۱ که توسط مکانن و هوکسترا (۲۰۱۲) استخراج شده است مقدار این سه مولفه برای تولید گوشت، شیر و تخم مرغ را نشان می‌دهد:

$$VWC_a = VWC_{feed} + VWC_{drink} + VWC_{service} \quad (1)$$

در رابطه بالا، VWC_a، نشان دهنده‌ی محتوای آب‌مجازی در واحد مترمکعب/حیوان زنده است. مقدار ردپای آب-مجازی از مصرف خوراک (VWC_{feed}) شامل دو بخش است. نخست، مقدار آبی است که برای مخلوط کردن خوراک استفاده می‌شود. دوم، ردپای آب‌مجازی مواد مختلف غذایی است که حیوان مصرف می‌کند. (VWC_{drink}) ردپای آب‌مجازی در نوشیدن و ($VWC_{service}$) ردپای آب‌مجازی برای سرویس و نظافت است.

محاسبه‌ی ردپای آب‌مجازی در نوشیدن دام:

ردپای آب‌مجازی از نوشیدن برای تولید گوشت، مقدار آب آشامیدنی در تمام طول عمر یک راس دام و طیور است که برای هر کیلوگرم حیوان زنده از رابطه۲ محاسبه می‌شود:

$$VWC_{drink} = \frac{\int_{brith}^{slaughter} q_{drink}\, dt}{w_a} \quad (۲)$$

در رابطه‌ی بالا q_{drink} آب آشامیدن مورد نیاز حیوان بر حسب لیتر در روز است و w_a وزن حیوان زنده در پایان زندگی حیوان بر حسب کیلوگرم می‌باشد.

ردپای آب‌مجازی از نوشیدن برای شیر، مقدار آب آشامیدنی از شروع شیردهی یک راس دام در طول یک دوره یکساله است (Mekonnen and Hoekstra, 2012). رابطه مورد استفاده همانند رابطه ۲ می‌باشد و تنها تفاوت آن در کران‌های انتگرال‌گیری است که از شروع شیردهی تا یک سال بعد می‌باشد.

محاسبه‌ی آب مورد نیاز برای سرویس و بهداشت دام:

این مقدار آب برای تمیز کردن حیوان و شست و شوی محل نگهداری حیوان استفاده می‌شود و از رابطه۳ بدست می‌آید.

$$VWC_{service} = \frac{\int_{brith}^{slaughter} q_{service}\, dt}{w_a} \quad (۳)$$

در این رابطه $q_{service}$ آب مصرف شده برای نظافت دام و مکان نگهداری است و w_a وزن حیوان زنده در پایان حیات بر حسب کیلوگرم است. در مورد شیردهی نیز رابطهای مانند بالا وجود دارد (Mekonnen and Hoekstra, 2012).

متوسط ردپای‌آب در خوراک دام و طیور:

متوسط ردپای‌آب خوراک مصرفی برای دام به تفکیک برای استان‌های مورد مطالعه بدست آمده و نتایج آن در جدول ۲ برای استان‌های قزوین، تهران و البرز آورده شده است. در مورد استان البرز با توجه به این که این استان تا سال ۱۳۸۹ جزو استان تهران بوده و اطلاعات تفکیکی در مورد آب مصرفی محصولات کشاورزی در این استان وجود ندارد، برای این استان از متوسط ردپای آب‌مجازی محصولات کشاورزی استان تهران استفاده شده است.

جدول۲. متوسط ردپای‌آب در خوراک دام استان قزوین، تهران و البرز (مترمکعب بر تن) (برگرفته از شکوهی و همکاران*، ۱۳۹۵؛ رمضانی اعتدالی و همکاران*، ۱۳۹۵؛ ؛ Ababaei et al., 2016)**

خوراک	ردپای آب‌مجازی (استان قزوین)	ردپای آب‌مجازی (استان‌های تهران و البرز)
گندم	۲۶۷۳*	۱۷۷۱**
ذرت دانه‌ای	۱۱۷۷*	۱۴۸۶**
ذرت علوفه‌ای	۱۸۵*	۳۱۰**
*یونجه	۱۷۸۴	۱۷۸۴
**تفاله چغندرقند	۳۰۰	۳۰۰

محاسبات آماری:

در این پژوهش از ۹۸ پرسشنامه که توسط افراد متخصص تکمیل گردید برای بدست آوردن اطلاعات لازم یعنی میزان تغذیه و حجم آب مصرفی دام در سطح سه استان استفاده شد.

با توجه به این موضوع که اطلاعات بدست آمده توسط پرسشنامه از افراد مختلف، نرمال نیستند و داده پرت نیز در آنها دیده می‌شود، بجای استفاده از میانگین و انحراف معیار بجای آن دو به ترتیب از میانه و قدر مطلق انحراف از میانه استفاده گردید.

$$d_i = x_i - Median \quad (۴)$$

$$MAD(x_i) = Median\,|d_i| \quad (۵)$$

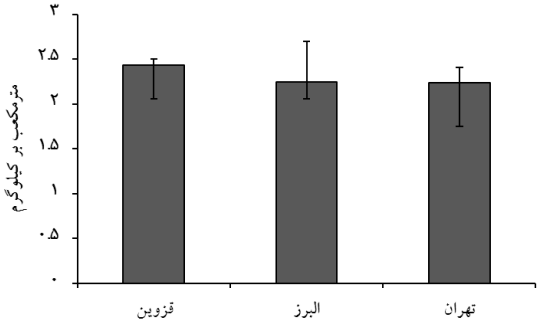
میانه به دلیل آنکه منحصرا از طریق رتبه مشاهدات تعیین می‌شود به مقدار خیلی جزئی از مقدار یک مشاهده‌ی منفرد متاثر شده و لذا داده‌های پرت اثر کمی بر نتیجه حاصله می‌گذارند. قدر مطلق انحراف از میانه، معیاری باثبات برای پراکندگی است که برای محاسبه‌ی آن نخست مقدار قدرمطلق تمام اختلاف‌های بین هر مشاهده و میانه بدست می‌آید (رابطه ۴). انحراف مطلق از میانه در واقع

میانه‌ی قدر مطلق انحراف از میانه است (رابطه ۵) (Hesel and Hirsch,1992).

۳. نتایج و بحث:

ردپای آب در تولیدات دام:

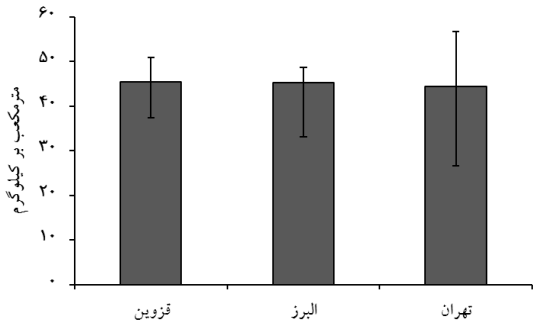
در شکل‌های ۱ و ۲، به بررسی میانه ردپای آب‌مجازی در تولیدات دامی به تفکیک استانی پرداخته شده است. در شکل ۱ ردپای آب‌مجازی برای تولید شیر در استان تهران برابر با ۲/۲۴ مترمکعب بر لیتر با مقادیر ۱/۷۵ مترمکعب بر لیتر تا ۲/۴۱ مترمکعب بر لیتر به عنوان حدود باند اعتماد ۹۵٪ می‌باشد. ردپای آب‌مجازی برای تولید شیر در استان البرز برابر با ۲/۲۵ مترمکعب بر لیتر با مقادیر ۲/۰۶ مترمکعب بر لیتر تا ۲/۷۰ مترمکعب بر لیتر به عنوان حدود باند اعتماد ۹۵٪ بوده است. ردپای آب‌مجازی برای تولید شیر در استان قزوین برابر با ۲/۴۳ مترمکعب بر لیتر با مقادیر ۲/۰۶ مترمکعب بر لیتر تا ۲/۵ مترمکعب بر لیتر به عنوان حدود باند اعتماد ۹۵٪ بوده است. استان تهران با مصرف ۲/۲۴ مترمکعب بر لیتر کمترین و استان قزوین با مصرف ۲/۴۳ مترمکعب بر لیتر آب به ازای هر لیتر شیر بیشترین ردپای آب مجازی را دارا است.



شکل۱. مقایسه ردپای‌آب به ازای هر لیتر شیر گاو بصورت منطقه‌ای در سه استان کشور

در شکل ۲ ردپای آب‌مجازی در دام برای تولید گوشت گاو در استان تهران برابر با ۴۴/۴۹ مترمکعب بر کیلوگرم با حدود باند اعتماد۹۵ درصد با ارقام ۲۶/۵۶ مترمکعب بر کیلوگرم تا ۵۶/۶۶ مترمکعب بر کیلوگرم نشان داده شده است. ردپای آب‌مجازی در دام برای تولید گوشت گاو در استان البرز برابر با ۴۵/۱۸ مترمکعب بر کیلوگرم با حدود باند اعتماد۹۵ درصد معادل ۳۳/۰۶ مترمکعب بر کیلوگرم تا ۴۸/۷۲ مترمکعب بر کیلوگرم است. و ردپای آبمجازی در دام برای تولید گوشت گاو در استان قزوین برابر با ۴۵/۵۱ مترمکعب بر کیلوگرم با حدود باند اعتماد۹۵ درصد با ارقام ۳۷/۳۳ مترمکعب بر کیلوگرم تا ۵۰/۸۶ مترمکعب بر کیلوگرم قابل ملاحظه است.

استان تهران با مصرف ۴۴/۴۹ مترمکعب آب برای تولید یک کیلوگرم گوشت نسبت به دو استان دیگر آب کمتری مصرف می‌کند که این مقدار نسبت به استان البرز ۱/۵ درصد و نسبت به استان قزوین ۲/۳ درصد می‌باشد.



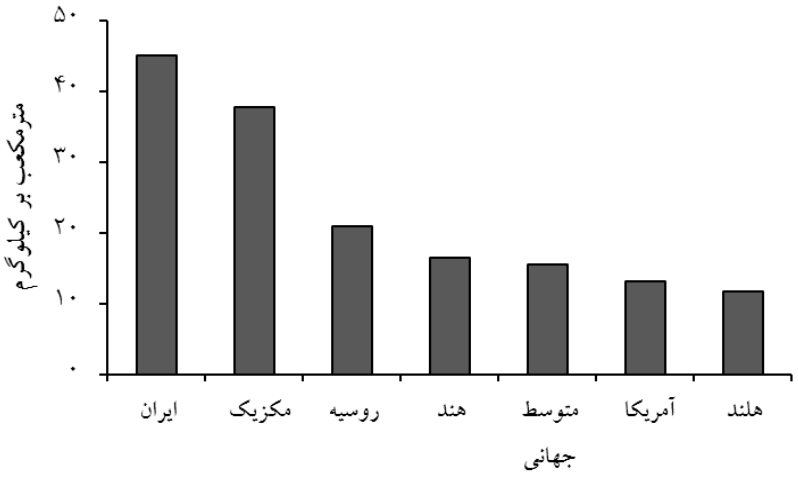
شکل۲. مقایسه ردپای‌آب به ازای هر کیلوگرم گوشت گاو بصورت منطقه‌ای در سه استان کشور

مقایسه ردپای آب مجازی در محصولات دامی ایران و سایر نقاط جهان:

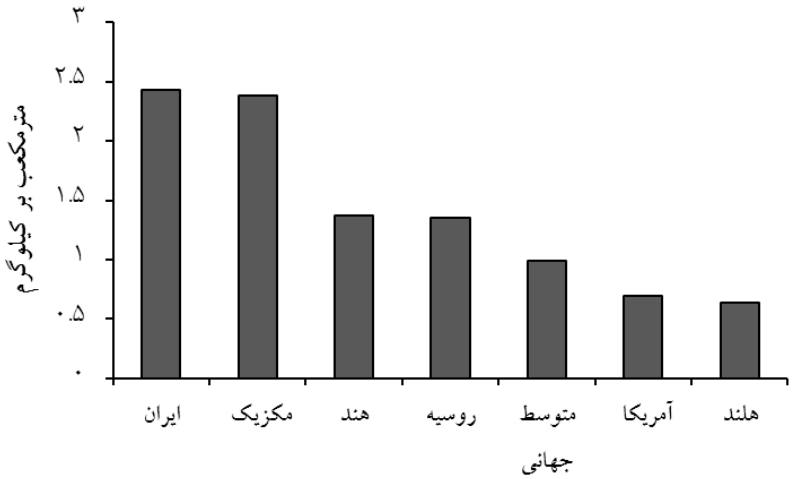
در شکل ۳ و ۴ به‌ترتیب به مقایسه‌ی ردپای آب-مجازی در گوشت گاو و شیر گاو، در سه استان مورد پژوهش (که از این پس ایران نامیده می‌شود) با متوسط جهانی و کشورهای آمریکا، هند، روسیه، مکزیک و هلند پرداخته شده است. متوسط ردپای آب‌مجازی گوشت گاو در ایران (سه منطقه مورد مطالعه) بیش از سایر مناطق دنیاست. همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می‌گردد متوسط ردپای آب مجازی برای تولید گوشت گاو درایران ۴۵/۱۵ مترمکعب بر کیلوگرم می‌باشد اما این مقدار در جهان، آمریکا، هند، روسیه، مکزیک و هلند به ترتیب برابر با

۱۵/۵، ۱۳/۲، ۱۶/۴۹، ۲۱/۰۳، ۳۷/۷۷ و ۱۱/۶۹ مترمکعب بر کیلوگرم است. به نظر میرسد که علت اصلی این اختلاف، تغذیه بیشتر دام با محصولات کشاورزی در ایران، بالا بودن مصرف آب‌مجازی در محصولات کشاورزی و راندمان کم آب مصرفی در کشور نسبت به سایر مناطق مورد بحث می‌باشد. در هلند آب کمتری نسبت به سایر کشورها در کشاورزی مصرف می‌کنند. در این کشور، ردپای آب مجازی در گوشت گاو در بهترین جایگاه قرار می‌گیرد. مکزیک با توجه به آن‌که کشوری خشک می‌باشد در جایگاه دوم مصرف آب در گوشت گاو بعد از ایران قرار می‌گیرد.

متوسط ردپای آب مجازی در ایران برای تولید شیر ۲/۴۳ مترمکعب بر لیتر است، حال آنکه متوسط ردپای آب-مجازی برای تولید شیر در جهان، آمریکا، هند، روسیه، مکزیک و هلند به ترتیب برابر با ۰/۹۹، ۰/۷، ۱/۳۷، ۱/۳۵، ۲/۳۸ و ۰/۶۴ مترمکعب بر لیتر می‌باشد. نکته جالب توجه در این شکل آن است که درکشور مکزیک در تولید شیر، میزان آب مصرف شده تقریبا برابر ایران است.



شکل ۳. مقایسه ردپای آب به ازای هر کیلو گوشت گاو در ایران و در کشورهای مختلف جهان (اطلاعات مربوط به سایر کشورها برگرفته از Hoekstra and Chapagain, 2006 می‌باشد).



شکل۴ مقایسه ردپای‌آب به ازای هر لیتر شیر در ایران و کشورهای مختلف جهان (اطلاعات مربوط به سایر کشورها برگرفته از Hoekstra and Chapagain, 2006 می‌باشد)

نتایج حاصل از این تحقیق را می‌توان این‌طور خلاصه کرد که آب مجازی محصولات دام در ایران اوضاع بسیار نامساعدی را نه تنها در مقیاس بین المللی بلکه در مقیاس منطقه‌ای داراست. اما با توجه به این موضوع که اکثر خوراک دام و طیور در کشور بصورت وارداتی است از فشار بر منابع آب جلوگیری می‌شود.

تفکیک ردپای آب مجازی دام:

در حدود ۸۰ درصد خوراک مورد استفاده در تغذیه دام وارداتی می‌باشد چنان‌که ۸۲ درصد ذرت دامی، ۹۰ درصد کنجاله، ۱۶ درصد گندم و ۲۶ درصد جو از طریق واردات تأمین می شود (بی‌نام، ۱۳۹۶). برای تعیین سهم آب مجازی داخلی و وارداتی در خوراک دام لازم است ردپای آب داخلی و خارجی تعریف گردد. به طورکلی ردپای آب خارجی در دام گوشتی و دام شیری به تفکیک برابر با ۸۴ و ۸۵ درصد می‌باشد. میزان ردپای آب داخلی و خارجی به تفکیک برای دام در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳ - ردپای آب داخلی و خارجی(مترمکعب بر کیلوگرم)

ردپای آب خارجی	ردپای آب داخلی	نوع دام
۳۷/۹۴	۷/۲۱	گاو گوشتی
۲/۰۷	۰/۳۶	گاو شیری

جدول ۴ به تفکیک ردپای آب تغذیه و ردپای آب سرویس و آشامیدن را نشان می‌دهد. ردپای آب سرویس و آشامیدن نسبت به تغذیه بسیار اندک است بطوری‌که برای دام حدود یک درصد ردپای آب آن را تشکیل می‌دهد و ۹۹ درصد دیگر مربوط به تغذیه دام است.

جدول ۴- ردپای آب تغذیه و شرب و بهداشت (مترمکعب بر کیلوگرم)

ردپای آب آشامیدنی و بهداشت	ردپای آب تغذیه	نوع دام
۰/۴۵	۴۴/۷	گاو گوشتی
۰/۰۳	۲/۴	گاو شیری

تجارت آب مجازی:

در تجارت آب‌مجازی و میزان تولید و مصرف هر استان، به طور جداگانه پرداخته شده است. فرض بر آن است که اضافه تولید هر استان صادر و کمبود هر استان از طریق واردات جبران می‌شود. بر این اساس در جدول ۵ میزان تولید و نیاز هر استان و سپس میزان صادرات و واردات محصولات دام هر استان و در جدول ۶ بررسی شده است.

در جدول ۷ میزان واردات و صادرات تجارت آب مجازی بررسی شده است بدین صورت که با توجه به ردپای آب مجازی در محصولات مختلف بصورت تفکیک هر استان ضرب در میزان صادرات و واردات هر استان بر حسب میلیون مترمکعب بدست آمده است لازم به یادآوری است که متوسط ردپای آب مجازی برای تولید گوشت گاو و شیر در استان تهران به تفکیک برابر با ۴۴/۴۹ مترمکعب بر کیلوگرم و ۲/۲۴ مترمکعب بر لیتر می‌باشد، در استان البرز نیز مانند استان تهران به تفکیک برابر با ۴۵/۱۸ مترمکعب بر کیلوگرم و ۲/۲۴ مترمکعب بر لیتر است، در استان قزوین نیز مانند استان تهران به تفکیک برابر با ۴۵/۵۱ مترمکعب بر کیلوگرم و ۲/۴۳ مترمکعب بر لیتر می‌باشد.

استان تهران با توجه به جمعیت بسیار زیاد همچنان رو به گسترش افسارگسیخته می‌باشد. در حالی‌که تهران در تولید شیر و رتبه دوم کشور را داراست، مجبور به واردات محصولات دام است. براساس محاسبات فوق الذکر، استان تهران با واردات محصولات دامی حدودا ۷۰۱۱ میلیون مترمکعب آب در سال با بیلانی مثبت، در مصرف آب خود صرفه‌جویی می‌کند.

استان البرز با صادرات شیر سالانه حدود ۱۹۳ میلیون مترمکعب آب صادر و با واردات گوشت قرمز سالانه ۱۳۴۰ میلیون مترمکعب آب واردات دارد. با توجه به حجم صادرات و واردات استان، بیلان آبی استان مثبت می‌باشد.

استان قزوین با توجه به جمعیت کمی که نسبت به میزان کشاورزی و دامداری دارد، قطب صادرات محصولات کشاورزی و دامی می‌باشد، صادرات سالانه این استان معادل با ۱۴۴۲ میلیون مترمکعب آب همراه است.لازم به ذکر است که در بخش دام بیلان آبی منفی دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در محصولات دامی ردپای آب‌مجازی در ایران نه تنها نسبت به متوسط جهان بلکه نسبت به سایر کشورهای جهان (توسعه یافته و در حال توسعه) از اوضاع نابسمانی برخوردار است. به عبارتی متوسط ردپای آبمجازی در گوشت گاو در ایران (متوسط سه استان مورد مطالعه) سه برابر متوسط جهانی است، متوسط ردپای آب‌مجازی در شیر در کشور ایران دو و نیم برابر متوسط جهانی است. دلیل این موضوع را می‌توان به نوع پرورش و تغذیه نسبت داد. زیرا که دامداری‌های سه استان بیشتر بصورت سنتی و نیمه صنعتی بوده است.

توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و مقایسه‌ای که با مقادیر آب مجازی در محصولات دام در سطح منطقه و دنیا صورت گرفت دو موضوع را خاطر نشان می سازد:

۱) اگر در مصرف آب در محصولات کشاورزی صرفه-جویی انجام شود و از سیستم‌های آبیاری پیشرفته استفاده گردد، می‌توان هم ردپای آب‌مجازی در محصولات کشاورزی و هم تولیدات دامی را کاهش داد.

۲) به‌جای تولید خوراک دام در کشور و مصرف افسار گسیخته‌ی آب، خوراک دام را واردات صورت پذیرد (کاری که هم‌اکنون نیز صورت می‌پذیرد).

جدول(۵) تولید و نیاز محصولات دام و طیور استان تهران، البرز، قزوین(جلالی و میرابراهیمی*،۱۳۹۶، محاسبه شده بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران، ۱۳۹۷، بی‌نام الف***، ۱۳۹۷)**

استان	استان تهران (هزار تن)		استان البرز (هزار تن)		استان قزوین (هزار تن)	
محصولات	تولید***	نیاز	تولید***	نیاز	تولید***	نیاز
گوشت قرمز*	۲۱	۱۴۶	۱۱	۴۱	۲۵	۱۵
لبنیات**	۱۰۱۵	۱۸۳۲	۳۵۱	۲۷۱	۴۹۶	۹۶

جدول (۶) واردات و صادرات محصولات دام و طیور استان تهران، البرز، قزوین (جلالی و میرابراهیمی*،۱۳۹۶، محاسبه شده بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران، ۱۳۹۷)**

استان	استان تهران (هزار تن)		استان البرز (هزار تن)		استان قزوین (هزار تن)	
محصولات	صادرات	واردات	صادرات	واردات	صادرات	واردات
گوشت قرمز*	۰	۱۱۶	۰	۲۱	۱۰	۰
لبنیات**	۰	۸۱۷	۷۹	۰	۴۰۰	۰

جدول(۷) واردات و صادرات آب‌مجازی محصولات دام و طیور استان تهران، البرز، قزوین

استان	استان تهران (میلیون مترمکعب)		استان البرز (میلیون مترمکعب)		استان قزوین (میلیون مترمکعب)	
محصولات	صادرات	واردات	صادرات	واردات	صادرات	واردات
گوشت قرمز	۰	۵۱۷۹	۰	۱۳۴۰	۴۷۱	۰
لبنیات	۰	۱۸۳۲	۱۹۳	۰	۹۷۱	۰

شکل۵. صادرات و واردات آب مجازی شیر و گوشت در استان تهران البرز و قزوین

منابع مورد استفاده

بی‌نام. ۱۳۹۷. سازمان وزارت جهاد کشاورزی.
http://www.maj.ir/Index.aspx?page_=form&lang=1&PageID=11583&tempname=amar&sub=65&methodName=ShowModuleContent

بی‌نام الف. ۱۳۹۷. قیمت نهاده‌های دامی و کشاورزی. http://www.Iranjib.ir/showgroup

بی‌نام، ۱۳۹۶. رییس انجمن خوراک دام و طیور. http://www.parsnews.com

جلالی و میرابراهیمی. ۱۳۹۳. بررسی روند تولید و مصرف گوشت در ایران طی سال‌های ۹۲ تا۸۱.

رمضانی‌اعتدالی، ه.، شکوهی، ع.ر. و مجتبوی، ا. ۱۳۹۶. بهره‌گیری از مفهوم ردپای آب مجازی در تولید محصولات اصلی برای عبور از بحران آب منطقه قزوین. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی سابق)، دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۱(۲): ۴۲۲-۴۳۳.

شکوهی، ع.ر.، رمضانی‌اعتدالی، ه.، مجتبوی، ا. و سینگ، و.پ. ۱۳۹۵. استفاده از حسابداری ردپای آب برای تعیین ترکیب کشت بهینه در توسعه پایدار (مطالعه موردی: دشت قزوین). مجله تحقیقات منابع آب ایران. ۱۲(۳): ۹۹-۱۱۳.

کانی گلزار م. ۱۳۹۱. مدیریت مصرف آب بر اساس مبادله ی آب‌مجازی در محصولات منتخب کشور. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مدیریت کشاورزی دانشگاه تهران.

نصرآبادی، متقی‌فر، حماسه، پوراصغر سنگاچین و فرزام، ۱۳۹۶. ارزیابی چرخهٔ حیات در راستای بهینه‌سازی مصرف آب در گاوداری صنعتی با رویکرد آب مجازی (مطالعهٔ موردی: گاوداری فکا). محیط شناسی, ۴۲(۴) .۷۱۹-۷۳۳.

Ababaei, B. and Etedali, H.R., 2014. Estimation of water footprint components of Iran's wheat production: comparison of global and national scale estimates. Environmental processes, 1(3), pp.193-205.

Helsel, D.R. and Hirsch, R.m, 1992.Statical Methods in water Resources, US Geologial survey

Hoekstra, A.Y. ed., 2003, February. Virtual water trade: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Delft, the Netherlands: IHE.

Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q., 2005. Globalization of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. Global environmental change, 15(1), pp.45-56.

Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K., 2006. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. In Integrated assessment of water resources and global change (pp. 35-48). Springer, Dordrecht.

Hoekstra, A.Y., 2012. The hidden water resource use behind meat and dairy. Animal frontiers, 2(2), pp.3-8.

IWMI, 2000, World water and climate Atlas, http://www.iwmi.org

FAO. 2005. Livestock policy brief 02. Rome: Food and Agriculture Organization.

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y., 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. Ecosystems, 15(3), pp.401-415.

Schwarz, J., Mathijs, E. and Maertens, M., 2015. Changing patterns of global agri-food trade and the economic efficiency of virtual water flows. Sustainability, 7(5), pp.5542-5563.

1- Mojtabavi, S.A., Shokoohi, A., Ramezani Etedali, H., Singh V.P. 2017. Using Regional Virtual Water Trade and Water Footprint Accounting for Optimizing Crop patterns to Mitigate Water Crisis in Dry Regions. Irrigation and Drainage. 67: 295–305. https://doi.org/10.1002/ird.2170.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T.D., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M. and de Haan, C., 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food & Agriculture Org.

ISSN 2251-7480

Using of Virtual Water Footprint Concept in Livestock Productions for Water Resources Conservation

Ehsan Movahednejad[1], Hadi Ramezani Etedali[2*] and Alireza Shokohi[3]

1) M.Sc. graduated student of Water Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
2[*]) Assistant Professor, Water engineering dept., Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
[*]Corresponding author email: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir
3) Professor, Water engineering dept., Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Received: 23-12-2018 Accepted: 11-03-2019

Abstract

Agricultural water footprint is more than 90 percent of fresh water resources in Iran. About 30 percent of it is used as feed for livestock. The livestock industry is one of the world's most water-based industries, especially in Iran. In this study, the mean livestock feed in the three provinces of Tehran, Alborz and Qazvin were estimated and then, using the Mekonnen and Hokkstra method, the water footprint was calculated. Then these values compared to the average water footprint in other countries (Netherlands, USA, Russia, Mexico, India and the world average). The values of virtual water footprint for producing beef were estimated 44.49, 45.18 and 45.51 m3/kg in milk production were estimated 2.24, 2.25 and 2.43 m3/Lit in Tehran, Alborz and Qazvin provinces respectively. The global average water footprints of beef and milk are 14.4 m3/kg and 1 m3/Lit. This comparision shows that the virtual water footprint in cattle production in Iran is higher than the global average. Based on the results of this study, the high water footprint in animal feed production and poor management of livestock farms are the main reseans of the high water footprint in Animal Production. Reducing water footprint in domestic forage production or forage imports is suggested due to the high contribution of nutrition to the high water footprint of beef and milk.

Keywords: Beef, Milk, Virtual water trading, Water resources managment.