

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی ردپای آب در تولید طیور

احسان موحدنژاد^۱، علیرضا شکوهی^۲، هادی رضانی اعتدالی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۳۰

چکیده

ردپای آب کشاورزی بیش از ۹۰ درصد از منابع آب شیرین کشور را شامل می‌شود که یک سوم آن برای تغذیه، رشد و نمو حیوانات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق متوسط ردپای آب در تولید طیور در سه استان تهران، البرز و قزوین با بکارگیری روش مکانن و هوکسترا محاسبه گردید. میزان ردپای آب برای تولید گوشت مرغ در استان‌های تهران، البرز و قزوین به ترتیب برابر با ۵/۸۱، ۵/۸۱ و ۶/۰۶ متر مکعب در کیلوگرم و برای تولید تخم‌مرغ به ترتیب برابر با ۴/۲۶، ۴/۶۶ و ۴/۲۲ متر مکعب در کیلوگرم بود. این در حالی است که متوسط آب مورد نیاز برای تولید هر کیلو گوشت مرغ و تخم‌مرغ در سطح دنیا به ترتیب ۴/۳، ۳/۳۴ متر مکعب گزارش شده است. این موضوع نشان می‌دهد ردپای آب در تولیدات طیور در ایران نسبت به متوسط جهانی بیشتر است. با توجه به پایین بودن ردپای آب در تولید گوشت مرغ نسبت به ردپای آب برای گوشت گاو، توصیه می‌شود برای حفظ همزمان منابع آب و امنیت غذایی کشور، تولید گوشت مرغ در مقایسه با گوشت گاو در اولویت قرار گیرد. همچنین براساس نتایج حاصله و تفاوت محسوس میان ردپای آب تولیدات طیور در دو سیستم چرای و صنعتی، پیشنهاد می‌شود از سیستم کاملاً صنعتی برای پرورش طیور در کشور استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: ردپای آب، تخم مرغ، گوشت مرغ

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت و به تبع 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) براساس گزارش سازمان ملل در آینده‌ای نزدیک

حدود ۳۱ کشور جهان با کمبود آب مواجه خواهند شد. بارش سالانه در کشور ایران با متوسط ۲۵۰ میلی‌متر که کمترین مقدار آن در مرکز ایران با میانگین ۵۰ میلی‌متر و بیشترین مقدار آن با حدود ۱۰۰۰ میلی‌متر در سواحل دریای خزر است کمتر از یک‌سوم میانگین بارش سالانه‌ی جهانی است. در نتیجه، ایران در زمره‌ی کشورهای خشک و نیمه خشک قرار می‌گیرد (Madani, 2014).

تجارت آب مجازی طی دو دهه اخیر در جهان توسعه معنی‌داری داشته و به همراه خود مسئله امنیت غذایی را از محدوده کشورها به عرصه‌های بین‌المللی گسترش داده است. تولید انبوه و ارزان‌تر کالاهای اساسی در مناطق مستعد با استفاده از آب سبز و تولید محصولات گران‌تر برای صادرات با آب آبی و سبز از جمله خصوصیات است که تجارت آب مجازی با خود به همراه دارد. کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا به دلیل شرایط اقلیمی نامساعد ظرف ۲۵ سال منتهی به سال ۲۰۱۰ به طور متوسط سالانه ۱۶۶/۵ کیلومتر مکعب (۱۷ درصد از منابع آبی جهان) واردات آب مجازی داشته‌اند که ۹۰ درصد از آن از منابع آب سبز و فقط ۱۰ درصد از آن از منابع آب آبی تولید گردیده است (Antonelli and Tamea, 2015).

محصولات گوشتی و لبنی آب بیشتری نسبت به محصولات

- ۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد منابع آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.
- ۲- استاد گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.
- ۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

*- نویسنده مسئول: (Email: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir)

گیاهی مصرف می‌کنند که دلیل آن میزان تغذیه، شرب و خدمات آبی مورد نیاز حیوانات است (Hoekstra and Hung, 2002). عدم توجه 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). مکانن و هوکسترا (Mekonnen and Hoekstra, 2011) نشان دادند که در حدود ۹۶ درصد ردپای آب بشر مربوط می‌شود به مسائلی همچون تولیدات محصولات حیوانی، زراعی و باغی و تنها ۴ درصد ردپای آب بشر شامل آب استفاده شده در خانه است. این بدان معنی است که برای کاهش ردپای آب، تغییر الگوی مصرف و رژیم غذایی از اولویت بیشتری در مقابل راهکارهای کاهش مصرف آب در آشپزخانه، حمام و ... برخوردار می‌باشد. متوسط مصرف آب در جهان برای محصولات دام و طیور عبارتند از: ۴۳۰۰ مترمکعب به ازای هر تن گوشت مرغ، ۵۵۰۰ مترمکعب به ازای هر تن گوشت بز، ۱۰۴۰۰ مترمکعب به ازای هر تن گوشت گوسفند و ۱۵۴۰۰ مترمکعب به ازای هر تن گوشت گاو. دلیل این امر وجود تفاوت در حجم و نوع تغذیه دام و طیور است (Mekonnen and Hoekstra, 2012). بیشترین حجم ردپای آب مصرفی در حیوانات مربوط به تغذیه‌ی آن‌ها و معادل ۹۸ درصد می‌باشد در حالیکه ۱/۱ درصد مربوط به آشامیدن دام، ۰/۸ درصد مربوط به سرویس‌ها و تنها ۰/۱ درصد برای میکس غذایی دام می‌باشد (Hoekstra, 2012).

مواد و روش‌ها

گیاهی مصرف می‌کنند که دلیل آن میزان تغذیه، شرب و خدمات آبی مورد نیاز حیوانات است (Hoekstra and Hung, 2002). عدم توجه 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). مکانن و هوکسترا (Mekonnen and Hoekstra, 2011) نشان دادند که در حدود ۹۶ درصد ردپای آب بشر مربوط می‌شود به مسائلی همچون تولیدات محصولات حیوانی، زراعی و باغی و تنها ۴ درصد ردپای آب بشر شامل آب استفاده شده در خانه است. این بدان معنی است که برای کاهش ردپای آب، تغییر الگوی مصرف و رژیم غذایی از اولویت بیشتری در مقابل راهکارهای کاهش مصرف آب در آشپزخانه، حمام و ... برخوردار می‌باشد. متوسط مصرف آب در جهان برای محصولات دام و طیور عبارتند از: ۴۳۰۰ مترمکعب به ازای هر تن گوشت مرغ، ۵۵۰۰ مترمکعب به ازای هر تن گوشت بز، ۱۰۴۰۰ مترمکعب به ازای هر تن گوشت گوسفند و ۱۵۴۰۰ مترمکعب به ازای هر تن گوشت گاو. دلیل این امر وجود تفاوت در حجم و نوع تغذیه دام و طیور است (Mekonnen and Hoekstra, 2012). بیشترین حجم ردپای آب مصرفی در حیوانات مربوط به تغذیه‌ی آن‌ها و معادل ۹۸ درصد می‌باشد در حالیکه ۱/۱ درصد مربوط به آشامیدن دام، ۰/۸ درصد مربوط به سرویس‌ها و تنها ۰/۱ درصد برای میکس غذایی دام می‌باشد (Hoekstra, 2012).

استان‌های مورد مطالعه در این مقاله استان‌های تهران، البرز و قزوین می‌باشند. استان تهران با وسعتی در حدود ۱۲۹۸۱ کیلومتر مربع از شمال با استان مازندران، از جنوب با استان قم، از جنوب غربی با استان مرکزی، از غرب با استان البرز و از شرق نیز با استان سمنان همسایه است. این استان با جمعیتی که طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۱۳۲۶۷۶۳۷ نفر بوده است در سال ۱۳۹۵ در تولید تخم‌مرغ رتبه اول کشور را به خود اختصاص داد (Anonymous, 2016; Anonymou., 2018). استان البرز دارای مساحت ۵۸۳۲ کیلومتر مربع و جمعیت حدود ۵۵۹۵۴۹۲ نفر (سرشماری شده در سال ۱۳۹۵) بوده و مرکز آن (کرج) به عنوان سومین شهر پر جمعیت ایران بعد از تهران و مشهد شناخته می‌شود. این استان در تولید تخم‌مرغ در سال ۹۵ مقام سوم کشور را دارا بوده است (Anonymous., 2016; Anonymou., 2018). استان قزوین با مساحت ۱۵۸۲۰ کیلومتر مربع ۱/۳ میلیون نفر جمعیت (طبق سرشماری سال ۱۳۹۵)، در سال ۱۳۹۵ در تولید تخم‌مرغ مقام ششم کشور را احراز نمود (۲ و ۳). در جدول ۱ میزان تولید تخم‌مرغ و گوشت مرغ طبق آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی برای سال ۱۳۹۵ در سه استان مورد مطالعه به تفکیک آورده شده است (Anonymous, 2018).

جدول ۱- تولید فراورده‌های طیور (Anonymous., 2018)

قزوین	البرز	تهران	تولید (۱۰۰۰ تن)
۵۹/۸	۲۱/۱	۳۳/۸	مرغ
۷۱/۹	۸۹/۲	۱۵۰	تخم‌مرغ

محاسبه‌ی ردپای آب در طیور

برای محاسبه‌ی ردپای آب طیور و مشتقات آن (تخم‌مرغ) لازم است در اولین مرحله‌ی بررسی، ردپای آب موجود در حیوان زنده محاسبه گردد و سپس توزیع این آب در محصولات به دست آورده شود. هر حیوان زنده سه مولفه‌ی ردپای آب دارد که عبارتند از: مقدار آب مورد نیاز برای رشد و مصرف غذا، سرویس و نظافت، نوشیدن و

برای پرورش مرغ بطور معمول از سه سیستم پرورش آزاد و یا به اصطلاح "چرا"، صنعتی و یا ترکیبی از دو روش مزبور استفاده می‌شود. پرورش مرغ در سیستم صنعتی ۳/۲ برابر تغذیه‌ی کمتری نسبت به سیستم "چرا" دارد. در چهار کشور برزیل، چین، هلند و آمریکا سه سیستم "چرا"، صنعتی و ترکیبی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. براساس نتایج بدست آمده متوسط ردپای آب در کشور برزیل برای هر کیلو گوشت مرغ در سیستم چرا ۶۰۰۰ لیتر، در سیستم ترکیبی ۴۵۰۰ لیتر و در سیستم صنعتی ۴۰۰۰ لیتر است. در کشور چین متوسط ردپای آب به ازای هر کیلو گوشت مرغ در سیستم چرا ۶۰۰۰ لیتر، در سیستم ترکیبی ۴۵۰۰ لیتر و در سیستم صنعتی ۳۰۰۰ لیتر است. در کشور هلند متوسط ردپای آب به ازای هر کیلو گوشت مرغ در سیستم چرا ۳۰۰۰ لیتر و در هر دو سیستم ترکیبی و صنعتی ۱۵۰۰ لیتر می‌باشد. در کشور آمریکا متوسط ردپای آب به ازای هر کیلو گوشت مرغ در سیستم چرا ۳۵۰۰ لیتر، در سیستم ترکیبی ۲۰۰۰ لیتر، در سیستم صنعتی ۲۰۰۰ لیتر است (Gerbens-leene, Nonhebel and Krol, 2010).

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 و

(Mekonnen and Hoekstra, 2012). رابطه مورد استفاده همانند رابطه ۲ می‌باشد و تنها تفاوت آن در بازه‌ی انتگرال‌گیری است که از شروع تخم‌گذاری تا یک سال بعد می‌باشد.

محاسبه‌ی آب مورد نیاز برای سرویس و بهداشت طیور

این مقدار آب برای تمیز کردن حیوان و شست‌وشوی محل نگهداری طیور استفاده می‌شود و از رابطه ۳ بدست می‌آید.

$$VWC_{service} = \frac{\int_{brith}^{slaughter} q_{service} dt}{w_a} \quad (3)$$

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

متوسط ردپای آب در خوراک طیور در استان‌های مورد مطالعه

متوسط ردپای آب خوراک مصرفی برای طیور 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 آب محصولات کشاورزی استان تهران استفاده شده است.

آماده کردن غذای حیوان. رابطه‌ی ۱ که توسط مکنون و هوکسترا (Mekonnen and Hoekstra, 2012) استخراج شده است مقدار این سه مولفه برای تولید گوشت و تخم مرغ را نشان می‌دهد:

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

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

محاسبه‌ی ردپای آب در نوشیدن طیور

ردپای آب در نوشیدن برای تولید گوشت، مقدار آب آشامیدنی در تمام طول عمر یک راس دام و طیور است که برای هر کیلوگرم حیوان زنده از رابطه ۲ محاسبه می‌شود:

$$VWC_{drink} = \frac{\int_{brith}^{slaughter} q_{drink} dt}{w_a} \quad (2)$$

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 آب در نوشیدن برای تخم‌مرغ، مقدار آب آشامیدنی از شروع تخم‌گذاری یک راس طیور در طول یک دوره یکساله است

جدول ۲- متوسط ردپای آب در خوراک دام استان قزوین، تهران و البرز (متر مکعب بر تن)

(بر گرفته از (Ababaei B. and Etedali H.R., 2014; Mohammadi et al., 2013; Ramezani Etedali et al., 2016; Shokoochi et al., 2016))

تغذیه	ردپای آب (قزوین)	ردپای آب (البرز و تهران)
گندم	۲۶۷۳*	۱۷۷۱***
ذرت	۱۱۷۷*	۱۴۸۶**
جو	۲۶۵۱*	۲۲۳۳***
سویا	۴۱۳۴**	۴۱۳۴**
ارزن**	۳۲۶۲	۳۲۶۲

$$MAD(x_i) = Median |d_i| \quad (5)$$

میان به دلیل آن که منحصر 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 پراکنندگی است که برای محاسبه‌ی آن نخست مقدار قدرمطلق تمام اختلاف‌های بین هر مشاهده و میانه بدست می‌آید (رابطه ۴) و سپس میان‌های قدر مطلق انحراف از میانه (محاسبه شده از رابطه ۴) محاسبه می‌گردد (رابطه ۵) (Helsel and Hirsch, 1992).

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 به ترتیب از میانه و قدر مطلق انحراف از میانه استفاده گردید.

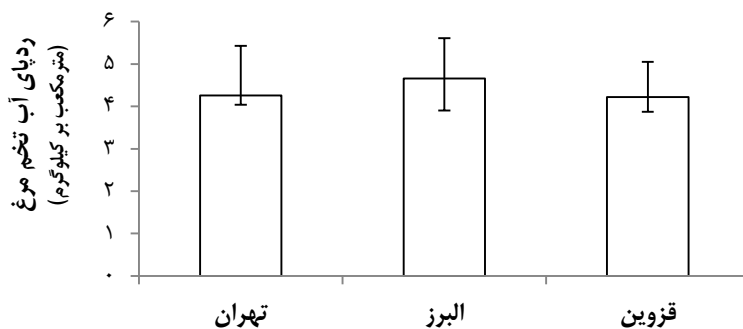
$$d_i = x_i - Median \quad (4)$$

نتایج و بحث

ردپای آب در محصولات طیور در ایران

نتایج حاصل از بررسی میانه ردپای آبدار تولیدات طیور به تفکیک استانی در شکل‌های ۱ و ۲ آورده شده است. همانطور که در شکل ۱ ملاحظه می‌گردد ردپای آب برای تولید تخم‌مرغ در استان تهران برابر با ۴/۲۶ متر مکعب بر کیلوگرم با مقادیر ۴/۰۴ متر مکعب بر کیلوگرم تا ۵/۴۳ متر مکعب بر کیلوگرم به عنوان حدود اعتماد ۹۵٪ می‌باشد. ردپای آبرای تولید تخم‌مرغ در استان البرز برابر با ۴/۶۶ متر مکعب بر کیلوگرم با مقادیر ۳/۹ متر مکعب بر کیلوگرم تا ۵/۶۱ متر مکعب بر

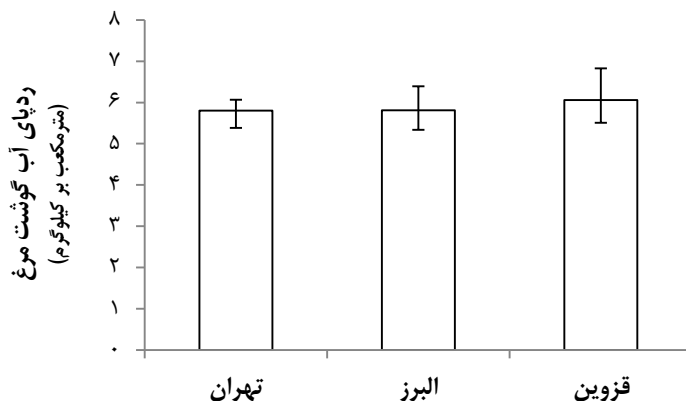
کیلوگرم به عنوان حدود اعتماد ۹۵٪ بدست آمد. ردپای آب برای تولید تخم‌مرغ در استان قزوین برابر با ۴/۲۲ متر مکعب بر کیلوگرم با مقادیر ۳/۸۷ متر مکعب بر کیلوگرم تا ۵/۰۵ متر مکعب بر کیلوگرم به عنوان حدود اعتماد ۹۵٪ بوده است. استان قزوین با مصرف ۴/۲۲ متر مکعب بر کیلوگرم کمترین و استان البرز با مصرف ۴/۶۶ متر مکعب بر کیلوگرم آب به ازای هر کیلوگرم تخم‌مرغ بیشترین ردپای آب را دارا است. همانطور که ملاحظه می‌گردد تفاوت سه استان در این خصوص بسیار ناچیز است که صنعتی بودن صنعت مرغ‌داری در هر سه استان می‌تواند دلیلی برای آن قلمداد گردد.



شکل ۱- مقایسه ردپای آب به ازای هر کیلوگرم تخم‌مرغ در سه استان کشور

برابر با ۶/۰۶ متر مکعب بر کیلوگرم با حدود اعتماد ۹۵ درصد با ارقام ۵/۵۱ متر مکعب بر کیلوگرم تا ۶/۸۳ متر مکعب بر کیلوگرم بدست آمد. استان تهران با مصرف ۵/۸ متر مکعب بر کیلوگرم آب کمترین و استان قزوین با مصرف ۶/۰۶ متر مکعب بر کیلوگرم آب بیشترین مصرفی را برای تولید گوشت مرغ دارا می‌باشد. شایان ذکر است که در پرورش مرغ گوشتی نیز مانند مرغ تخم‌گذار به دلیل صنعتی بودن سیستم تفاوت آشکاری بین سه استان موجود نمی‌باشد.

در شکل ۲ ردپای آب در طیور برای تولید گوشت مرغ در استان تهران نشان داده شده است که میانه آن برابر با ۵/۸ متر مکعب بر کیلوگرم بوده و حدود پایین و بالای اعتماد ۹۵ درصد آن بترتیب ۵/۳۸ متر مکعب بر کیلوگرم و ۶/۰۷ متر مکعب بر کیلوگرم می‌باشند. ردپای آب در طیور برای تولید گوشت مرغ در استان البرز برابر با ۵/۸۱ متر مکعب بر کیلوگرم با حدود اعتماد ۹۵ درصد معادل ۵/۳۴ متر مکعب بر کیلوگرم تا ۶/۳۹ متر مکعب بر کیلوگرم است. به همین ترتیب ردپای آب در طیور برای تولید گوشت مرغ در استان قزوین



شکل ۲- مقایسه ردپای آب به ازای هر کیلوگرم گوشت مرغ در سه استان کشور

نیز کشور هلند با مصرف ۱/۴ متر مکعب بر کیلوگرم داراست. در تولید تخم مرغ کشور ایران نسبت به کشورهای هند و روسیه آب کمتری مصرف می کند که این نشان از تاثیر صنعتی بودن پرورش مرغ در مرغداری ها می باشد.

نتایج حاصل از این تحقیق را می توان این طور خلاصه کرد که آب مجازی محصولات طیور در ایران از اوضاع نسبتا خوبی در منطقه برخوردار است اما نسبت به کشورهای پیشرفته نامساعد می باشد. این نکته از نظر وارد آمدن فشار بر منابع آب کشور حائز اهمیت بوده و نیازمند آن است که از دیدگاه تجارت آب مجازی بدان نگریده شود.

ردپای داخلی و وارداتی آب مجازی طیور

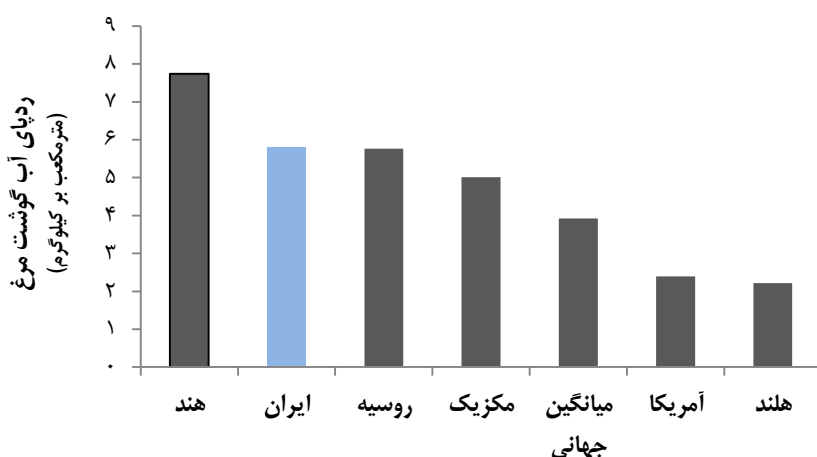
برای تعیین سهم آب مجازی داخلی و وارداتی در خوراک طیور لازم است ردپای آب داخلی و خارجی تعریف گردد. در حدود ۸۰ درصد خوراک مورد استفاده در تغذیه طیور وارداتی می باشد. براساس آمار موجود ۸۲ درصد ذرت دامی، ۹۰ درصد کنجاله، ۱۶ درصد گندم و ۲۶ درصد جو از طریق واردات تأمین می شود (Anonymous, 2017). براین اساس ردپای آب خارجی نسبت به داخلی در مرغ گوشتی و تخم گذار به تفکیک برابر با ۸۷ درصد و ۸۶ درصد محاسبه می گردد. میزان ردپای آب های مزبور به تفکیک برای طیور در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۴ به تفکیک ردپای آب تغذیه و ردپای آب سرویس و آشامیدن را نشان می دهد. ردپای آب سرویس و آشامیدن بطور کلی نسبت به تغذیه بسیار اندک می باشد بطوریکه برای طیور به طور کلی یک درصد ردپای آب، سرویس و آشامیدن آن را تشکیل می دهد و ۹۹ درصد دیگر مربوط به تغذیه طیور است.

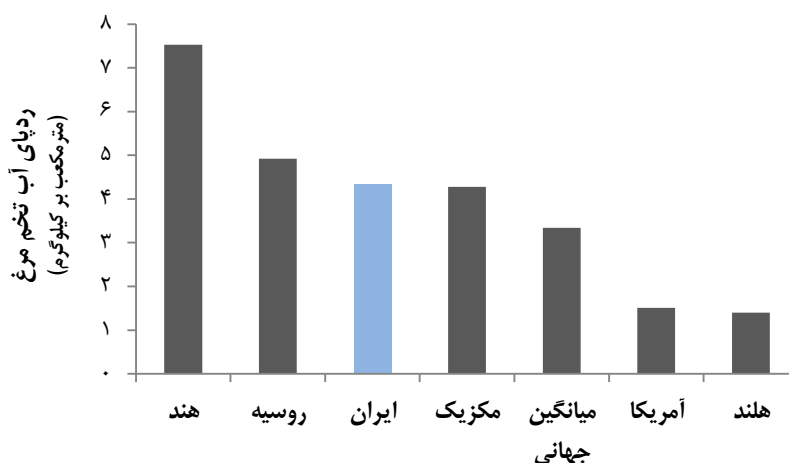
مقایسه ردپای آب در محصولات طیور ایران و سایر نقاط جهان

در شکل ۳ و ۴ به ترتیب نتایج مقایسه ی ردپای آب در گوشت مرغ و تخم مرغ، در سه استان مورد پژوهش (که از این پس ایران نامیده می شود) با متوسط جهانی و کشورهای آمریکا، هند، روسیه، مکزیک و هلند نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می گردد متوسط ردپای آب برای تولید گوشت مرغ در ایران ۵/۸ متر مکعب بر کیلوگرم می باشد اما این مقدار در جهان، آمریکا، هند، روسیه، مکزیک و هلند به ترتیب برابر با ۲/۳۹، ۷/۷۴، ۵/۷۶، ۵/۰۱ و ۲/۲۲ متر مکعب بر کیلوگرم است. به نظر می رسد که علت اصلی این اختلاف، تغذیه بیشتر طیور با محصولات کشاورزی در ایران، بالا بودن مصرف آب مجازی در محصولات کشاورزی و راندمان کم آب مصرفی در کشور نسبت به سایر مناطق مورد بحث می باشد. در هلند آب کمتری نسبت به سایر کشورها در کشاورزی مصرف می شود. در این کشور، ردپای آب در گوشت مرغ در بهترین جایگاه قرار دارد. هند با مصرف ۷/۷۴ متر مکعب بر کیلوگرم بیشترین آب مصرفی را در پرورش مرغ دارا می باشد. پس از هند، کشور ایران با اختلاف بسیار کمی نسبت به روسیه، بیشترین مصرف را با ۵/۸ متر مکعب بر کیلوگرم دارا می باشد.

متوسط ردپای آب در ایران برای تولید تخم مرغ ۴/۳۴ متر مکعب بر کیلوگرم است، حال آنکه متوسط ردپای آب برای تولید تخم مرغ در جهان، آمریکا، هند، روسیه، مکزیک و هلند به ترتیب برابر با ۳/۳۴، ۱/۵۱، ۴/۷۹۲/۵۳، ۴/۲۸ و ۱/۴ متر مکعب بر کیلوگرم می باشد. کشور هند با مقدار ۷/۵۳ متر مکعب بر کیلوگرم در تولید تخم مرغ مانند گوشت مرغ بیشترین آب را مصرف می کند و کمترین مصرف را



شکل ۳- مقایسه ردپای آب به ازای هر کیلوگرم گوشت مرغ در ایران و در کشورهای مختلف جهان (اطلاعات مربوط به سایر کشورها برگرفته از Hoekstra A.Y. and Chapagain A.K., 2006) می باشد)



شکل ۴- مقایسه ردپای آب به ازای هر کیلوگرم تخم مرغ در ایران و کشورهای مختلف جهان (اطلاعات مربوط به سایر کشورها برگرفته از (Hoekstra A.Y. and Chapagain A.K., 2006) می‌باشد)

جدول ۳- ردپای آب داخلی و خارجی برای طیور (متر مکعب بر کیلوگرم)

تولید	ردپای آب داخلی	ردپای آب خارجی
مرغ	۰/۷۵	۵/۰۵
تخم مرغ	۰/۶۱	۳/۷۳

جدول ۴- ردپای آب تغذیه و شرب و بهداشت طیور (متر مکعب بر کیلوگرم)

تولید	ردپای آب برای تغذیه	ردپای آب برای آشامیدن و شست و شو
مرغ	۵/۷	۰/۰۶
تخم مرغ	۴/۳۲	۰/۰۲

نشان داده شده است. در حالی که تهران در تولید تخم مرغ رتبه اول کشور را داراست، با توجه به جمعیت روزافزون خود مجبور به واردات محصولات طیور است. براساس محاسبات فوق الذکر، استان تهران با واردات محصولات طیور حدوداً ۱۵۵۸/۲۴ میلیون متر مکعب آب در سال، در مصرف آب خود صرفه جویی می‌کند و از این لحاظ دارای بیلانی مثبت می‌باشد. استان البرز با صادرات تخم مرغ، سالانه حدود ۲۸۹ میلیون متر مکعب آب صادر و با واردات گوشت سفید سالانه ۲۵۵ میلیون متر مکعب واردات آب دارد و لذا بیلان آبی این استان منفی می‌باشد. استان قزوین با توجه به جمعیت کمی که نسبت به میزان فعالیت در بخش کشاورزی و دامداری دارد، قطب صادرات محصولات کشاورزی و دامی می‌باشد. صادرات سالانه این استان معادل با ۲۴۱/۷۷ میلیون متر مکعب آب است.

تجارت آب مجازی

در تجارت آب مجازی و میزان تولید و مصرف به 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 در جدول ۶ میزان صادرات و واردات محصولات طیور هر استان آورده شده است. در جدول ۷ میزان واردات و صادرات آب مجازی بررسی شده است. ارقام این جدول از ضرب ردپای آب برای هر محصول در میزان صادرات و واردات هر استان بر حسب میلیون متر مکعب بدست آمده است. لازم به یادآوری است که متوسط ردپای آب برای تولید گوشت مرغ و تخم مرغ در استان تهران به تفکیک برابر با ۵/۸ متر مکعب بر کیلوگرم و ۴/۲۶ متر مکعب بر کیلوگرم، متوسط ردپای آب برای تولید گوشت مرغ و تخم مرغ در استان البرز به تفکیک برابر با ۵/۸۱ متر مکعب بر کیلوگرم و در استان قزوین به تفکیک برابر با ۶/۰۶ متر مکعب بر کیلوگرم و ۴/۲۲ متر مکعب بر کیلوگرم می‌باشد. در شکل ۵ بیلان آب مجازی به صورت واردات منهای صادرات

جدول ۵- تولید و نیاز محصولات دام و طیور استان تهران، البرز، قزوین (Anonymous, 2017; Anonymous, 2018)

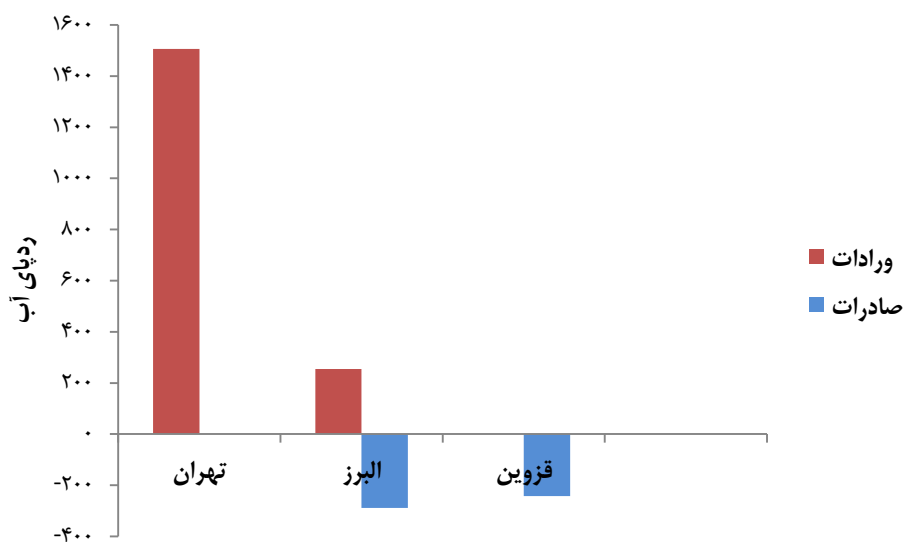
استان	قزوین (تن ۱۰۰۰)		البرز (تن ۱۰۰۰)		تهران (تن ۱۰۰۰)	
	تولید	نیاز	تولید	نیاز	تولید	نیاز
مرغ*	۵۹/۸	۳۱/۸۵	۲۱/۱	۶۵	۳۳/۸	۲۶۲/۸
تخم مرغ**	۷۱/۹	۵۴/۷۵	۸۹/۲	۲۷/۱۲	۱۵۰	۲۰۴

جدول ۶- واردات و صادرات محصولات دام و طیور استان تهران، البرز، قزوین

استان	قزوین (تن ۱۰۰۰)		البرز (تن ۱۰۰۰)		تهران (تن ۱۰۰۰)	
	صادرات	واردات	صادرات	واردات	صادرات	واردات
مرغ	۲۷/۹۵	۰	۰	۴۳/۹	۰	۲۲۰
تخم مرغ	۱۷/۱۵	۰	۶۲/۰۸	۰	۰	۵۴

جدول ۷- واردات و صادرات آب مجازی محصولات دام و طیور استان های تهران، البرز، قزوین

استان	قزوین (MCM)		البرز (MCM)		تهران (MCM)	
	صادرات	واردات	صادرات	واردات	صادرات	واردات
مرغ	۱۶۹/۳۷	۰	۰	۲۵۵/۰۶	۰	۱۳۲۸/۲
تخم مرغ	۷۲/۴	۰	۲۸۹/۳	۰	۰	۲۳۰/۰۴



شکل ۵- صادرات و واردات آب مجازی استان های تهران، البرز و قزوین

نتیجه گیری

است. در این تحقیق متوسط ردپای آب به ترتیب در استان های تهران، البرز و قزوین برای تولید گوشت مرغ در استان های تهران، البرز و قزوین به ترتیب برابر با ۵/۸، ۵/۸۱ و ۶/۰۶ متر مکعب در کیلوگرم و برای تولید تخم مرغ به ترتیب برابر با ۴/۲۶، ۴/۶۶ و ۴/۲۲ متر مکعب

در این مطالعه به بررسی آب مجازی و ردپای آب در تولید گوشت مرغ و تخم مرغ در سه استان تهران، البرز و قزوین پرداخته شده

Agriculture Organization.

Gerbens-leene, P.W., Nonhebel, S., and Krol, M.S. 2010. Food consumption patterns and economic growth' Increasing affluence and the use of natural resources. *Appetite*, 55(3): 597-608.

Helsel, D.R. and Hirsch, R.M. 1992. *Statistical Methods in water Resources*, US Geological survey, 340p

Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. 2002 Virtual water trade. A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *Value of water research report series 11*, 166p.

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*, Springer, Dordrecht, pp. 35-48.

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

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

Madani, K. 2014. Water management in Iran: what is causing the looming crisis?. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(4): 315-328.

Mekonnen, M., and Hoekstra, A.Y. 2011. National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption.

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

Mohammadi, A., Rafiee, S., Jafari, A., Dalgaard, T., Knudsen, M.T., Keyhani, A., Mosavi- Avval, S.H., and Hermansen, J.E. 2013. Potential greenhouse gas emission reduction in soybean farming: a combined use of life cycle assessment and data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production*, 54: 89-100

Ramezani Etedali, H., Shokoohi, A., and Mojtavavi, S.A. 2016. To use the concept of Virtual water footprint in the production of the main products to overcome the water crisis in the Qazvin area. *Water and soil*, 31(2): 422-433. (In Persian)

Shokoohi, A., Ramezani Etedali, H., Mojtavavi, S.A. and Singh, V.P. 2016. Using water footprint accounting for optimizing crop patterns in sustainable development scheme (case study: Qazvin plain). *Iran- Water Resources Research*, 12(3):99-113. (In Persian)

در کیلوگرم است. با فرض آنکه متوسط ردپای آب برای طیور در این سه استان معرف وضعیت کل کشور باشد، مقایسه‌ای میان ارقام متناظر در ایران و جهان صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در محصولات طیور ردپای آب در ایران نسبت به کشورهای اطراف نظیر روسیه و هند از اوضاع نسبتاً خوبی برخوردار است اما نسبت به متوسط جهانی و کشورهای پیشرفته تعریف چندانی ندارد. به عبارتی متوسط ردپای آب در گوشت مرغ در ایران (متوسط سه استان مورد مطالعه) یک و نیم برابر متوسط جهانی است، متوسط ردپای آب در تخم‌مرغ در کشور ایران حدود ۷۷ درصد متوسط جهانی است. با بررسی اجزای ردپای آب طیور این نتیجه حاصل شد که تنها دلیل بیشتر بودن ردپای آب در تولید گوشت سفید نسبت به متوسط جهانی بالاتر بودن آب مصرفی در کشاورزی ایران و تولید مواد لازم برای تغذیه طیور می‌باشد. در عین حال پایین بودن ردپای آب در تولید تخم مرغ را نیز می‌توان به صنعتی بودن مرغداری‌ها در ایران نسبت داد. توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و مقایسه‌ای که با مقادیر آب در محصولات طیور در سطح منطقه و دنیا صورت گرفت دو موضوع را خاطر نشان می‌سازد:

۱) اگر در مصرف آب در محصولات کشاورزی صرفه‌جویی انجام شود و از سیستم‌های آبیاری پیشرفته استفاده گردد، می‌توان هم ردپای آب در محصولات کشاورزی و هم در تولیدات طیوری را کاهش داد.

۲) به‌جای تولید خوراک طیور در کشور که منجر به مصرف زیاد آب می‌گردد در صورتی که ملاحظات بین‌المللی اجازه دهد بهتر است خوراک طیور را در سطحی گسترده‌تر وارد نمود.

منابع

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):193-205.

Anonymous. 2016. *Population census and Housing* (<http://www.amar.org.ir>).

Anonymous. 2018. *Ministry of Agriculture* (<http://www.maj.ir/Index.asp>).

Anonymous. 2017. *Association of Animal Feed and Poultry* (<http://www.parsnews.com>).

Antonelli, M. and Tamea, S. 2015. Food-water security and virtual water trade in the Middle East and North Africa. *International Journal of Water Resources Development*, 31(3): 326-342.

FAO. 2005. *Livestock policy brief 02*. Rome: Food and

A Study of Water Footprint in Poultry Products

E. Movahednejad¹, A. Shokoohi², H. Ramezani Etedali^{3*}

Received: Jul.16, 2020

Accepted: Sep.20, 2020

Abstract

While agricultural water footprint consist more than 90 percent of Iran's fresh water resources, about one third of it is used for animal and chicken husbandary. The aim of this study was to investigate the water footprint and water footprint in poultry sector using the Mekonnen and Hokkstra method in three provinces of Tehran, Alborz and Qazvin. In this study, the virtual water footprint in poultry products, in Tehran, Alborz and Qazvin provinces, was estimated. The values of water footprint for producing Chicken was estimated as much as 5.8, 5.81 and 6.08 m³/kg, and it was estimated as much as 4.26, 4.66, 4.22 m³/kg for egg, in Tehran, Alborz and Qazvin provinces, respectively. It is noteworthy that the global average water footprints for chicken and egg productions are 4.3 and 3.34 m³/kg, respectively. Comparing these values shows that the water footprint in poultry production in Iran is higher than the global average. Given the low water footprint for chicken and comparing with that of beef, it is recommended to focus on chicken products and for saving water and food security, simultaneously; the barriers to poultry should be eliminated. Considering the meaningful difference of water footprint between the two approaches of natural and industrial poultry husbandary, the last method is suggested.

Keywords: Egg, Chiken, Water footprint

1- M.Sc. Graduated Student of Water Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

2- Professor, Water Engineering Department, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

3- Associate Professor, Water Engineering Department, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

(*- Corresponding Author Email: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir)