



بررسی و تحلیل مقایسه‌ای مصرف انرژی در دو مرغداری در دو اقلیم مختلف کشور

سهیلا خوشنویسان^۱، آذر انوری^{۲*}، راشد حاجیان^۳، میثم ریاحی^۴

پست الکترونیکی: khoshneisan@irost.ir

پست الکترونیکی: a.anvari@irost.ir

پست الکترونیکی: rashedhajian@yahoo.com

پست الکترونیکی: meisam.riahi@modares.ac.ir

^۱ کارشناس ارشد سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران،

^۲ عضو هیئت علمی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران،

^۳ کارشناس شرکت بهینه‌سازان صنعت تاسیسات

^۴ کارشناس ارشد شرکت بهینه‌سازان صنعت تاسیسات

*نویسنده پاسخگو

گوشت مرغ به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع تامین پروتئین غذایی در کشور ما به شمار می‌رود. طبق اعلام مرکز آمار کشور، برآورد تعداد مرغداری‌های گوشتی کشور ۱۸۰۹۷ واحد بوده که در سال ۹۱ ۹۱ عملاً ۱۴۳۹۶ واحد آن فعال بوده است [۱]. مصرف سوخت مرغداری‌های کشور در سال ۱۳۸۳ بالغ بر ۱۴۰۰ هزار تن مترمکعب نفت گاز معادل ۴۰ درصد مصرف بخش کشاورزی و مصرف سرانه هر مرغ ۲ لیتر بوده است [۲]. موسسه بین‌المللی مطالعات انرژی، وابسته به وزارت نفت نیز، سرانه مصرف نفت گاز برای تولید هر قطعه مرغ در کشور را ۱/۹۹ لیتر اعلام می‌کند [۳]. این در حالی است که در بسیاری از کشورهای سراسر دنیا، این عدد در حدود چندصد سی‌سی است. این اختلاف زیاد نشان‌دهنده اتفاق مقدار قابل توجهی از انرژی در سالن‌های مرغداری کشور ما است. با توجه به محدودیت منابع انرژی و رویکرد سیاست‌های کلان کشور به سمت بهینه‌سازی مصرف انرژی، در صنعت مرغداری نیز باید اصلاحاتی در وضعیت مصرف سوخت ایجاد شود. در راستای تحلیل مصرف انرژی، پژوهشی در زمینه "بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع مرغداری" توسط سازمان بهره‌وری انرژی (سابا) انجام شده و نتایج حاصل از ممیزی انرژی و اجرای سه راهکار اصلی صرفه‌جویی انرژی در سه مرغداری نمونه و منتخب و همچنین ارائه پیشنهادهای مربوط به راهکارهای بدون هزینه، کم‌هزینه و پرهزینه ارائه شده است [۴]. طبق نتیجه‌گیری که از این کار پژوهشی انجام شده است، عده تلفات انرژی در این صنعت ناشی از راندمان پایین احتراق در سیستم‌های گرمایشی موجود، نامناسب بودن سیستم تهویه هوا و عدم عایقکاری سالن‌ها می‌باشد.

چکیده

صنعت پرورش مرغ گوشتی، مصرف‌کننده عمدۀ انرژی در بخش کشاورزی بوده و بهینه‌سازی مصرف انرژی در این صنعت از اهمیت بالایی برخوردار است. گام نخست برای بررسی وضعیت مصرف انرژی در صنعت مرغداری، انجام ممیزی انرژی و یافتن قابلیت‌های کاهش مصرف انرژی می‌باشد. از آنجا که تاکنون روش مشخصی برای ممیزی انرژی در مرغداری‌های کشور ایران ارائه نشده است، پژوهش در زمینه ارائه روش ممیزی انرژی در این صنعت، ضروری به نظر می‌رسد. در مقاله حاضر، با مطالعه بر روی عوامل اصلی تاثیرگذار بر مصرف انرژی و بررسی میدانی دو نمونه مرغداری در دو اقلیم مختلف، وضعیت کنونی مرغداری‌ها از نظر مصرف انرژی بررسی شده است.

کلمات کلیدی: مصرف انرژی در صنعت مرغداری - ممیزی انرژی - پرورش طیور

۱ مقدمه

در بسیاری از کشورهای جهان، بهینه‌سازی مصرف انرژی جزء اهداف اصلی بخش صنعت و کشاورزی قرار گرفته است. از این رو در این کشورها تلاش زیادی برای کاهش تقاضای انرژی و استفاده بهینه از منابع انرژی، انجام شده است. صنعت پرورش مرغ نیز از این قاعده مستثن نبوده و راهکارهای اجرا شده در این صنعت تا حد زیادی به صرفه‌جویی در مصرف انرژی در فرآیند پرورش مرغ کمک نموده است.



از جمله مزایای تولید مرغ گوشتی ۴۲ روزه به شمار می‌آید. الگوی تولید گوشت مرغ ۴۲ روزه در اکثر کشورهای جهان رعایت می‌شود.

روند تولید گوشت مرغ و تخم مرغ طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۳ نشان داده است که تولید مرغ در کشور، رشد متوسط ۷/۵۸ درصد را در طی دوره مورد بررسی دارا بوده است. با در نظر گرفتن رشد جمعیت و افزایش شاخص رفاه جمعیت کشور به نظر می‌رسد که رشد مزبور تا سال‌های آینده ادامه داشته باشد [۵].

از آنجا که شرایط آب و هوایی مکانی که مرغداری در آن قرار دارد، نقش بسزایی در مصرف انرژی دارد، بررسی وضعیت اقلیم‌های مختلف از نظر مصرف انرژی، ضروری به نظر می‌رسد. به این منظور، چهار اقلیم کلی سردسیر، معتدل، گرم‌سیر و خشک مرکزی در کشور ایران در نظر گرفته شده است. آمار میزان تولید گوشت مرغ و تخم مرغ به تفکیک استانهای مختلف کشور نشان داده است که استان‌های اول تولیدکننده، استان‌های با آب و هوای معتدل می‌باشد. به استثنای استان خوزستان که در تقسیم‌بندی مناطق معتدل قرار نمی‌گیرد، کلیه استانها از نظر آب و هوایی معتدل و تعدادی از آنها مطروب می‌باشند. بدین ترتیب به نظر می‌رسد که صرفه‌جوئی انرژی در مناطق با هوای معتدل در اولویت است. [۶].

با توجه به اطلاعاتی که اتحادیه سراسری مرغداران گوشتی از مقدار مصرف سوخت (بر حسب لیتر) به ازای تولید هر مرغ در فصل‌های مختلف سال به تفکیک هر استان ارائه کرده، یک کار آماری توسط نویسنده‌گان مقاله صورت گرفته است، بدین ترتیب که از هر استان، اطلاعات چهار مرغداری به صورت تصادفی انتخاب شده و میانگین مصرف سوخت آن‌ها در هر فصل حساب شده و به عنوان سرانه مصرف سوخت آن استان، در نظر گرفته شده است. سپس با توجه به تقسیم‌بندی اقلیم‌های چهارگانه، میانگین مصرف سوخت در هر اقلیم استخراج شده نتایج در جدول ۱ منعکس شده است.

در مقاله حاضر، پژوهشی به عمل آمده است تا وضعیت کنونی مرغداری‌ها از نظر مصرف انرژی بررسی شده و انواع راهکارهای مورد استفاده به منظور کاهش مصرف انرژی در صنعت مرغداری مورد بررسی قرار گیرد. بدینه است که راهکارهای ارائه شده، در پرورش سایر طیور نیز می‌تواند الگو قرار گیرد.

۲ جایگاه انرژی در پرورش مرغ

بررسی‌ها نشان می‌دهد که مصرف اصلی انرژی در مرغداری‌ها، شامل حرارت و انرژی الکتریکی (مستقیم) و غذا (غیر مستقیم) می‌باشد. در انرژی‌های مستقیم مصرف شده در پرورش مرغ، بخش اصلی را مصرف سوخت تشکیل می‌دهد و سهم برق نسبت به سوخت، بسیار ناچیز است. مصرف انرژی در هفته اول رشد جوچه‌ها بسیار بیشتر است.

آنالیز قیمت تمام شده یک قطعه مرغ گوشتی برای یک نمونه مرغداری در ایران در سال ۸۴، نشان داده است که سهم هزینه مربوط به سوخت ۲/۰۳ درصد کل هزینه‌ها بوده است [۳]. پس از اجرای قانون هدفمندسازی بارانه‌ها و افزایش بیش از ۲۰ برابری قیمت سوخت قطعاً سهم هزینه انرژی در پرورش مرغ به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است. مقدار دقیق این هزینه، پس از محاسبات دقیق و داده‌برداری گسترش، ممکن می‌باشد. درباره مقدار مصرف برق نیز روال مذکور برقرار است، ولی از آنجا که سهم مصرف برق، بسیار کمتر از مصرف سوخت است، پس از تعییر قیمت آن نیز سهم اصلی را در هزینه‌های پرورش مرغ نخواهد داشت.

نکته حائز اهمیت در بررسی مصرف انرژی مرغداری‌های سایر کشورها، الگوی مصرف مرغ در این کشورها است. در ایران، فرآیند پرورش مرغ، حدود هشت هفته طول می‌کشد ولی در بسیاری از کشورها مرغ با وزن کمتر برای کشتار فرستاده می‌شود، به طوریکه طول دوره پرورش، تا حدود ۴۰ روز است. این موضوع باعث می‌شود که بخشی از زمان نگهداری مرغ (که زمانی با تهییه مورد نیاز زیاد است) حذف شود و در نتیجه هزینه‌های نگهداری، از جمله هزینه مصرف انرژی نیز کاهش یابد. از جمله راهکارهای کاهش مصرف انرژی، تولید مرغ ۴۲ روزه با هدف کاهش مصرف آنتی بیوتیک و تولید مرغ بدون آنتی بیوتیک می‌باشد. بهبود سلامت گله در راستای امنیت غذایی و تولید محصول سالم، افزایش دوره جوجه‌ریزی از ۵/۳ دوره به ۶ دوره در سال، افزایش تراکم گله از ۱۰ قطعه به ۱۳ قطعه در هر متر مربع در سالن پرورش،



شرایط استاندارد سالن در آن زمان بخصوص از دوره پرورش، می‌توان اختلاف شرایط سالن با وضعیت استاندارد را به دست آورد.

۳ بررسی وضعیت دو مرغداری مختلف از دیدگاه مصرف انرژی

در این مقاله، دو واحد مرغداری در دو اقلیم مختلف ایران مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. مرغداری اول در استان گیلان (اقلیم معتدل) و مرغداری دوم در استان خوزستان (اقلیم گرمسیر) قرار دارد. بررسی‌های انجام شده بر روی این مرغداری‌ها، جهت شناسایی عوامل تاثیرگذار بر مصرف انرژی در پرورش مرغ، صورت گرفته است. در این واحدها، اندازه‌گیری‌هایی نیز انجام شده که اطلاعات جمع‌آوری و پردازش شده در ادامه ارائه می‌گردد.

مورد نخست، یک مزرعه مرغداری در گیلان مورد بررسی قرار گرفته است. این مزرعه پرورش مرغ گوشتی دارای سه سالن می‌باشد. تعداد جوجه‌ها ۱۲۰۰۰ عدد بوده و اندازه‌گیری‌ها در دهروزگی جوجه‌ها انجام گرفته است. گرمایش سالنهای با استفاده از دمنده هوای گرم مستقیم بوده که سوخت مصرفی آنها گاز طبیعی می‌باشد و به صورت متقارن چیده نشده‌اند. در شکل ۱ نحوه جانمایی دمنده‌های هوای گرم مستقیم و نقاط اندازه‌گیری دما نشان داده شده است. که به صورت متقارن نمی‌باشد. سامانه تهویه سالنهای نیز، از نوع تونلی بوده که شش عدد هوکش وظیفه جایجایی هوا را بر عهده دارند. قطر هر فن ۱۳۲ سانتی‌متر بوده و در انتهای سالن قرار دارند. سالن پرورش مجهز به دریچه‌های اینلت بوده و کنترل باز و بسته شدن آن‌ها با سیستم کنترل هوشمند انجام می‌شود.

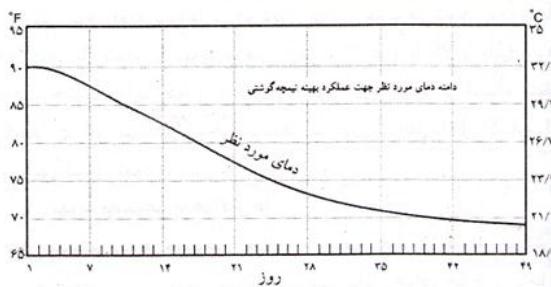
جدول ۱ - میانگین مصرف سوخت برای تولید هر مرغ در اقلیم‌های مختلف کشور به تفکیک فصل

اقلیم	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
سردسیر	۱/۷	۱/۲	۲/۲	۳/۲
معتدل	۱/۷	۰/۸	۲/۱	۳
گرمسیر	۱/۱	۰/۲	۱/۴	۲/۱
خشک مرکزی	۱/۶	۰/۹	۲/۱	۳/۱

مقایسه میانگین مصرف سوخت برای تولید هر مرغ در کشور ما با سایر کشورها نشان از اختلاف فاحش و قابل ملاحظه دارد. در جنوب فنلاند سرانه مصرف انرژی برای گرمایش در یک دوره ۳۷ الی ۳۹ روزه، تقریباً 85300 kWh به ازای 26000 مرغ می‌باشد. بنابراین مصرف سوخت جهت گرمایش، به ازای هر پرنده، حدود $37/3 \text{ kWh}$ است که این مقدار تقریباً معادل 0.34 kWh/lit است [۷]. در یک لیتر گازوئیل با ارزش حرارتی $9/8 \text{ kWh/lit}$ است [۷]. در یک مرغ مرغداری بررسی شده در سوئد نیز میانگین مصرف سوخت مصرفی به ازای هر پرنده، حدود 0.78 kWh/lit است که این مقدار تقریباً معادل $0.08 \text{ لیتر گازوئیل}$ با ارزش حرارتی $9/8 \text{ kWh/lit}$ است [۸]. همچنین در یک مرغداری مطالعه در کشور هلند، دوره جوجه ریزی ۴۲ روزه بوده و مصرف سوخت برای پرورش هر مرغ حدود $0.05 \text{ لیتر می‌باشد}$ [۹].

رونده انجام ممیزی انرژی در یک واحد مرغداری، شامل شناخت اطلاعات قابل جمع‌آوری و قابل اندازه‌گیری و انجام تحلیل و محاسبات می‌باشد. برای محاسبه مصرف ویژه انرژی^۱ در مرغداری‌ها، باید مصرف سوخت و مصرف برق در هر دوره جوجه‌ریزی، تعداد دفعات جوجه‌ریزی و تعداد جوجه پرورش یافته در هر دوره برای حداقل یک سال ثبت شود. لازم به ذکر است که مصرف ویژه انرژی، به صورت انرژی مصرف شده به ازای پرورش هر کیلوگرم مرغ آماده کشتار، تعریف شده است. پس از اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز، باید طراحی تجهیزات حرارتی مورد نیاز برای گرمایش سالن و هوکش‌های لازم برای تهویه سالن، انجام شود و با تجهیزات موجود سالن مقایسه شوند. همچنین با مقایسه پارامترهای ثبت شده در لحظه اندازه‌گیری، با

^۱ Specific Energy Consumption

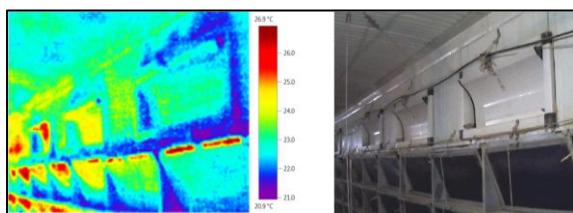


شکل ۳- منحنی دمای مورد نظر جهت پرورش بهینه مرغ گوشته

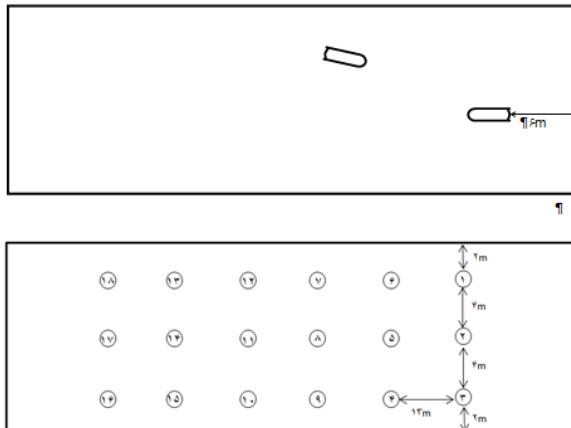
سالن مرغداری دوم در شهر دزفول مورد بررسی قرار گرفته که جزء اقلیم گرم محسوب می‌گردد. این مزرعه پرورش مرغ گوشته دارای سه سالن می‌باشد. تعداد کل جوجه‌ها ۱۶۰۰۰ عدد بوده و اندازه‌گیری‌ها در ۲۶ روزگی جوجه‌ها انجام گرفته است. گرمایش سالنهای با استفاده از دمنده‌های گرم مستقیم بوده که به صورت متقاضن چیدمان نشده است. سامانه تهویه سالنهای، از نوع طولی بوده که شش عدد هواکش با قطر ۱۳۲ سانتیمتر و دو عدد هواکش با قطر ۹۵ سانتیمتر در انتهای سالن قرار دارند. عایق‌بندی دیوارهای سالن از نوع ساندویچ‌پنل (پلی یورتان) می‌باشد.

طبق نمودار شکل ۳، دمای توصیه شده برای ۲۶ روزگی جوجه‌ها حدود ۲۱/۵ °C می‌باشد؛ این در حالی است که طبق اندازه‌گیری‌های انجام شده، تقریباً دمای تمام فضای سالن بالای ۳۰ °C است. اطلاعات ثبت شده نشان می‌دهد که فضای سالن بسیار بیشتر از حد نیاز گرم می‌شود و این به معنی اتلاف انرژی حرارتی می‌باشد، اما یکنواختی هوای سالن مناسب به نظر می‌رسد زیرا اختلاف دمای حداقل و حدکثر در سالن زیاد نیست.

در شکل ۴، تصویر حرارتی از توزیع دما بر روی دریچه‌های ورودی هوا و پدهای خنک‌کاری نشان داده شده است. میزان تلفات حرارت زیاد این دریچه‌ها، اهمیت بالای کنترل هوشمند باز و بسته شدن آن‌ها را نشان می‌دهد.

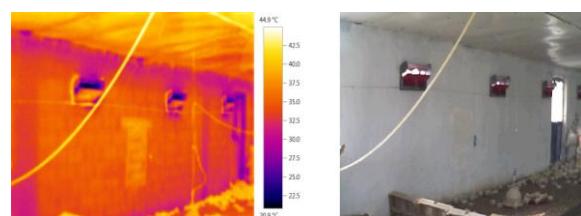


شکل ۴- ورودی‌های هوای ابتدای سالن



شکل ۱- نحوه چیدمان دمندهای هوای گرم مستقیم و نقاط اندازه‌گیری در سالن بررسی

توزیع دما بر روی دیوار داخل سالن و دریچه‌های ورود هوای استفاده از دوربین حرارتی TESTO 875، ثبت شده که در شکل ۲ تصویر حرارتی آن نشان داده شده است. در این شکل قسمتی از دیوار دمای متفاوتی با بقیه دیوار دارد، که به دلیل تعییری است که در دیوار ایجاد شده است. پیش از بازسازی، این سالن دارای تهویه عرضی بوده و پس از حذف هواکش‌ها، اختلاف جنس دیوار باعث تفاوت در ضربی انتقال حرارت شده است. مکان‌های نفوذ سرما از اینلت‌ها و درب آهنی کنار سالن دیده می‌شود.



شکل ۲- توزیع دما بر روی دیوار و اینلت‌ها در سالن یکی از مرغداری‌های مورد بررسی

طبق نمودار شکل ۳، که تعییرات دمای مورد نظر جهت پرورش بهینه مرغ گوشته را نشان می‌دهد، دمای توصیه شده برای ده روزگی جوجه‌ها حدود ۲۹/۵ °C می‌باشد [۱۰]، این در حالی است که نتایج اندازه‌گیری در سالن پرورش نشان می‌دهد، نقاطی با دمای بالاتر از ۵۰ °C نیز وجود دارد. همچنین دمای فضای نیمی از سالن، بالای ۳۵ °C است.



شرایط پرورش (شامل دما، رطوبت، تهویه) در صنعت طیور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

اطلاعات اندازه‌گیری شده در مرغداریها نشان می‌دهد که بخشی از سالنهای، بسیار بیش از حد نیاز گرم می‌شود و این به معنی اتلاف شدید انرژی حرارتی می‌باشد. این امر به نحوه چیدمان مندهای هوای گرم مستقیم و کنترل آنها بستگی دارد. گرمایش بیش از حد برخی نقاط سالن به این دلیل است که دمای انتهای سالن از حداقل مورد نیاز، کمتر نشود و این به دلیل توزیع غیر یکنواخت هوا در سالن می‌باشد. برای ایجاد وضعیت یکنواخت در توزیع دمای هوای سالن دو راهکار اصلی توصیه می‌شود: اول اینکه چیدمان گرمکن‌ها اصلاح شود، به صورتیکه محدوده وسیعی از سالن را تحت پوشش قرار دهند. دوم آنکه از مندهای محوری کوچک در نقاط کور سالن و نقاط تجمع هوای گرم مثل مکان‌های نزدیک به سقف، استفاده شود تا هوای گرم در یک نقطه ابانته نگردد و دائم در سالن گردش داشته باشد.

محاسبات انتقال حرارت از دیوارها و سقف سالنهای در هر دو مرغداری و تعیین سهم انواع تلفات حرارتی نشان می‌دهد که استفاده از سازه‌های جدید ساندویچ پنل با عایق پلی‌پورتان، تا حد بسیار زیادی می‌تواند از اتلاف انرژی حرارتی جلوگیری کند.

اگرچه مصالح به کار رفته در سازه سالن می‌تواند متناسب با اقلیم‌ها انتخاب شود، اما ساختمان‌های جدید سالن مرغداری که با ساندویچ پنل و سایر سازه‌های پیش‌ساخته، ساخته می‌شوند با تمام اقلیم‌ها سازگار هستند و محدودیتی از حیث موقعیت جغرافیایی ندارند.

۵ منابع

۱. چکیده نتایج سرشماری از مرغداری‌های پرورش مرغ گوشتی سال ۱۳۹۱، مرکز آمار ایران، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری.

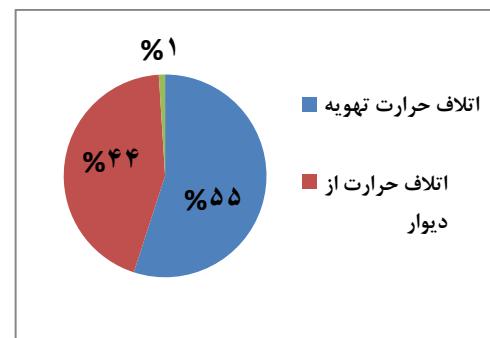
۲. <http://ifco.ir/industry/industryparts/agriculture/poultry.asp>

۳. ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۸۵، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.

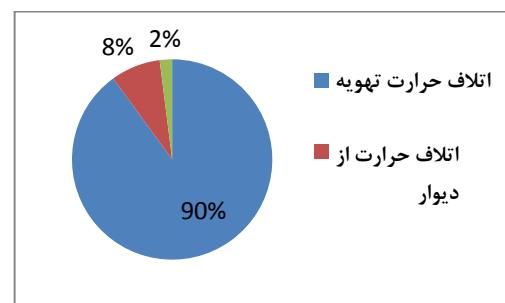
۴. گزارش "بهینه‌سازی مصرف انرژی در مرغداری"، سABA، ۱۳۸۴.

محاسبات انتقال حرارت از دیوارها و سقف سالن، سهم هر یک از انواع تلفات حرارتی برای هر دو مرغداری را مشخص می‌نماید. این نتایج برای مرغداری اول و دوم به ترتیب در شکل ۶ ارائه شده است.

کل حرارت اتلافی از دیوار و سقف ساختمان در مرغداری اول، برابر با $\frac{77260}{4}$ کیلوکالری بر ساعت و برای مرغداری دوم، $\frac{11773}{5}$ کیلوکالری بر ساعت است. یعنی سازه موجود در مرغداری اول (که از سازه‌های متداول مورد استفاده در مرغداری‌های کشور است)، حدود $\frac{6}{6}$ برابر سازه مرغداری دزفول که از جنس ساندویچ پنل است، اتلاف حرارت دارد.



شکل ۵- سهم هر یک از بخش‌های اتلاف حرارت در سالن مرغداری اول نسبت به کل اتلاف



شکل ۶- سهم هر یک از بخش‌های اتلاف حرارت در سالن مرغداری دوم نسبت به کل اتلاف

۴ نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت منابع انرژی و رویکرد سیاست‌های کلان کشور به سمت بهینه‌سازی مصرف انرژی، صنعت مرغداری نیز نیازمند تحول اساسی در وضعیت مصرف انرژی است. کنترل



۵. گزارش شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، ۱۳۸۵.

۶. گزارش پروژه "انجام مطالعات با هدف تدوین دستورالعمل
ممیزی انرژی در مرغداری‌های کشور و ارائه راهکارهای
بهینه در جهت کاهش مصرف انرژی در اقلیم‌های
 مختلف"، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران،
۱۳۹۱.

7. A Case Study of energy consumption measurement system in broiler production, .Rajaiemi & J.Ahokas, Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue1, 195-204, 2012.

8. Energy Use in Farm Buildings, A study of 16 farms with different enterprises revised and translated second edition, Swedish university of agricultural sciences, 2008.

۹. استعلام از یک شرکت هلندی، سال ۲۰۰۵ میلادی

۱۰. کتاب "راهنمای تهویه در مرغداری‌ها"، تالیف: جیم دونالد،
ترجمه: آرمیک نیکوقوسیان



The study and comparative analysis of energy consumption in two poultry plants in two various climates of Iran

Soheyla Khoshnevisan¹, Azar Anvari², Rashed Hajian³, Meisam Riahi⁴

Abstract

Aviculture is known as the main energy consumer in agriculture industries, so energy saving in this section is necessary. The first step in order to study of energy consumption in aviculture is energy audit, accomplished for determination of energy saving potentials. Whereas there is no specific method for energy auditing of poultry plants in Iran, investigation in this field is necessary. In this project, the status of poultry plants in Iran is studied by concentrating on effective parameters of energy consumption as well as two practical measurements.

Key words

Energy consumption in aviculture- Energy audit- poultry husbandry