بررسی کارایی انرژی در واحدهای پرورش ماهی شهرستان شیروان

سمیه شیرزادی لسکوکلایه*[۱]، عصمت مجرد[۲] و مائده هنرمند[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۹/۲۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۱۲/۲۰

چکیده

استفاده بهینه از پتانسیل‌های منابع آبی کشور برای تولید آبزیان و ایجاد اشتغال از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف این مطالعه تعیین مصرف انرژی در واحدهای پرورش ماهی و هم‌چنین، تحلیل کیفی جریان انرژی و بررسی کارایی انرژی با رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها، در استان خراسان شمالی است. داده‌ها از راه پرسش‌نامه برای ۱۳ واحد پرورش ماهی در سال ۱۳۹۶ گرد-آوری شده است. بدین منظور، سه شاخص کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و بازده خالص انرژی جهت تعیین مصرف بهینه انرژی در واحدهای پرورش ماهی، محاسبه شد. نتایج نشان دادند که هرچند ارقام کارایی انرژی در اغلب واحدها بالاست، اما با این حال، میان آن‌ها تفاوت بسیاری از نظر کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و بازده خالص انرژی مشاهده می‌شود. میانگین کارایی مصرف انرژی برای واحدهای پرورش ماهی ۸۳ درصد بدست آمد. لذ، واحدهای پرورش ماهی بایستی با افزایش عملکرد و کاهش مصرف انرژی در نهاده‌ها این شکاف را کاهش داده و خود را به مرز کارای مصرف انرژی نزدیک کنند. بهره‌وری انرژی واحدهای تولیدی به جز در دو مورد، کم‌تر از ۷۰ درصد است که بیان‌گر عدم رشد بهره‌وری کل انرژی تولید در آن واحدها می‌باشد. هم‌چنین، در میان نهاده‌های تولیدی، غذا و سوخت با ۵۳ و ۳۷ درصد بزرگ‌ترین سهم را در مصرف انرژی نشان داد. بنابراین، برای افزایش کارایی مصرف انرژی و بهبود منافع اقتصادی در واحدهای پرورش ماهی، توصیه می-شود که استفاده از منابع انرژی به صورت کارآمدتر صورت گیرد و با انتخاب صحیح نوع، مقدار، روش و زمان مصرف نهاده‌ها و بهینه‌سازی آن‌ها، کارایی انرژی در واحدهای پروش ماهی را برای نهاده‌هایی مانند غذای ماهی و سوخت بهبود بخشید. در این راستا، زمینه مناسب برای آشنایی واحدهای پرورش ماهی در راستای جلوگیری از مصرف بیش از حد نهاده‌ها و افزایش کارایی انرژی ایجاد شود تا در هر منطقه با توجه به شرایط آب و هوایی سیستم‌های مناسب را انتخاب و بر مبنای آن آگاهی‌های لازم انجام گیرد.

[۱]- استادیار گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۲ - دکترای اقتصاد کشاورزی و مدرس مجتمع آموزش عالی شیروان.

۳ - دانشجوی کارشناسی اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

*- نویسنده مسئول مقاله: S.shirzadi@sanru.ac.ir

طبقه بندی JEL: Q4, Q120, C6
واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، پرورش ماهی، کارایی انرژی.

پیشگفتار

پرورش ماهی در کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. توسعه واحدهای پرورش ماهی و افزایش بهره‌وری منابع تولید در این بخش نیازمند افزایش دائمی سطح دانش و مهارت مدیران واحدهای بهره‌برداری و تولیدکنندگان است. با توجه به این‌که مدیریت واحدهای بهره‌برداری عمدتاً به صورت سنتی و غیر تجاری در اختیار روستاییان می‌باشد؛ بهبود راندمان تولید، کاهش ضایعات و افزایش کیفیت تولید با چالش‌هایی مواجه است. با توجه به امکانات و محدودیت‌های موجود در تولید ماهی، مناسب‌ترین راهکار برای افزایش درآمد و کاهش هزینه‌ها، تخصیص مطلوب عوامل تولید موجود و بهبود کارایی در تولید است. کارایی تأثیر بسیار زیادی بر افزایش عملکرد دارد و با تخمین کارایی و شناسایی علل ناکارایی درتولید، می‌توان امید داشت که یکی از اهداف سیاست پرورش ماهی یعنی بهبود کارایی محقق خواهد گردید. در فعالیت‌های تولیدی انرژی به عنوان یکی از عوامل اصلی تولید، دارای جایگاهی ویژه است. محدودیت منابع انرژی ضرورت استفاده بهینه انرژی را ایجاب می‌کند. بنابراین، موضوع کارایی انرژی در سیاست‌گذاری‌ها و اغلب مطالعات بخش انرژی مورد تاکید قرار گرفته است (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان شمالی، ۱۳۹۶). استان خراسان شمالی به دلیل داشتن مناطق مستعد پرورش آبزیان، از جمله منابع آبی و شرایط آب و هوایی مناسب در منطقه و هم‌چنین، دارا بودن چاههای متعدد کشاورزی، از مناطق مناسب برای پرورش ماهیان سردآبی در کشور است. این استان هم اکنون ۸۰ استخر پرورش ماهی سردآبی و ۹۵ استخر گرمابی دارد که در سال ۹۶ حدود دو هزار و نود تن تولید ماهی داشته است. شهرستان شیروان دارای بیش‌ترین تولید ماهی در استان خراسان شمالی است که ۳۵ درصد تولید شیلات مربوط به این شهرستان با ۲۰ استخر پرورش ماهی سردآبی و ۶ استخر گرمابی است که در مجموع دارای ۲۶ واحد پرورش ماهی فعال است. این واحدها در روستاهای گلیان، باغان، اسطرخی و ملاباقر فعال می‌باشند (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان شمالی، ۱۳۹۶).

استان خراسان شمالی ضمن توسعه کمی سطح تولید خود در پرورش ماهی با مشکلات فراوانی رو به رو است. از جمله این مشکلات پایین بودن قیمت ماهی در خراسان شمالی طی سال‌های اخیر است که نارضایتی تولیدکنندگان ماهی را در بر داشته و این بخش از صنعت در استان را با چالش جدی رو به رو کرده است. هم‌چنین، واردات تخم‌های مبتلا به بیماری باعث تلف شدن ماهی‌ها و وارد آمدن خسارت فروانی به تولیدکنندگان ماهی شده است. در خراسان شمالی منابع

آبی فراوانی وجود دارد و می‌توان با استفاده از خروجی این منابع، مزارع پرورش ماهیان سردآبی و یا گرمابی بسیاری در استان احداث کرد؛ اما هم اکنون وجود قوانین سخت گیرانه آب منطقه‌ای، بزرگ‌ترین مانع گسترش این مزارع است. اعطای مجوز بهره‌برداری یک ساله از یک منبع آبی، امنیت سرمایه‌گذاری در بخش آبزی‌پروری را به خطر انداخته و در عمل، مانع از ورود سرمایه-گذاران تازه به این حوزه می‌شود. هم‌چنین، تسهیلاتی که به تولیدکنندگان می‌دهند در مقایسه با هزینه‌های احداث، توسعه و بازسازی استخرها بسیار ناچیز است که آن هم با بهره بالا و پس از مدت زمان طولانی پرداخت می‌شود. لذا، نبود راهکار اساسی برای جلوگیری از ضرر تولیدکنندگان و استقبال کم مصرف‌کنندگان از ماهی در استان موجب شده تا صاحبان این صنعت رغبت چندانی برای تولید نداشته باشند (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان شمالی، ۱۳۹۶). با توجه به مشکلات پیش‌روی تولیدکنندگان ماهی، استفاده از منابع انرژی به صورت کارآمدتر با بهینه‌سازی و انتخاب صحیح نوع، مقدار، روش مصرف و زمان مصرف نهاده‌ها جهت بهبود منافع اقتصادی در مزارع پرورش ماهی ضروری است. لذا، بررسی کارایی مصرف انرژی در مزارع پرورش ماهی استان توصیه می‌شود.

در زمینه کارایی مصرف انرژی مطالعات فراوانی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. البته، در رابطه با کارایی انرژی در بخش کشاورزی ایران به ویژه در بخش پرورش ماهی مطالعات اندکی صورت گرفته است، اما مطالعاتی که کارایی انرژی را در تولید محصولات گوناگون مورد بررسی قرار داده‌اند می‌توان به مطالعه جعفر زاده و همکاران (۲۰۱۵) اشاره کرد که در بررسی کارایی انرژی در بخش ماهیگیری نروژ، اشاره داشتند به این‌که بهره‌برداری ناوگان صید ماهی در آب‌های نروژ با صرف مقدار زیادی انرژی در مصرف سوخت، مالیات و ... همراه است. هدف این مطالعه تعیین پارامترهای آماری مهم و تسهیل در توسعه استراتژی‌های آینده برای بهبود کارایی سوخت است. نتایج نشان دادند که کارایی انرژی در سال‌های اخیر در تمامی بخش‌ها بهبود یافته است. تاثیر تلاش برای صید هر واحد ماهی، کل موجودی ماهی، سهمیه صید ماهی و قیمت سوخت بر کارایی انرژی بررسی شد. همبستگی بین کارایی انرژی و این عوامل محاسبه شد. در ابتدا نوسانات کارایی انرژی به علت تغییرات موجودی ماهی بود. هم‌چنین، بین کارایی انرژی و قیمت سوخت، همبستگی ضعیفی در بلند مدت وجود داشت که گواهی از بهبود تکنولوژیکی در آینده است. کارایی انرژی با اهداف سیاسی نظیر تخصیص بهتر سهمیه صید، اعمال مالیات، موجودی ماهی و سوخت بهبود می‌یابد. زنگنه و همکاران (۲۰۱۰) به مطالعه مصرف انرژی در تولید سیب-زمینی مورد فناوری‌های گوناگون در استان همدان پرداختند. بدین منظور، کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و بازده خالص انرژی محاسبه شد. نتایج مطالعه ایشان نشان دادند که فعالیت‌های توسعه‌ای

گسترده‌ای برای بهبود کارایی مصرف انرژی در تولید سیب‌زمینی نیاز است. سجادیان و همکاران (۱۳۹۲) بمنظور مقایسه کارایی انرژی در کشت‌بوم‌های برنج دو استان گیلان و کهگیلویه و بویراحمد از روش‌عملیات میدانی و تکمیل پرسش‌نامه برای سال ۱۳۸۹ استفاده نمودند. نتایج نشان دادند که مقدار انرژی ورودی به هر هکتار از کشت‌بوم‌های برنج استان گیلان بیش‌تر از استان کهکیلویه و بویر احمد است. از این مقدار، بیش‌ترین سهم از انرژی‌های ورودی مربوط به آب آبیاری می‌باشد. زاهدی و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی شاخص‌های انرژی و بهره‌وری تولید در نظام‌های کشت متداول مزارع سیب‌زمینی و چغندرقند استان اصفهان در سال زراعی۹۰ -۱۳۸۹ پرداختند. نتایج نشان دادند که مقدار کارایی انرژی در تولید سیب‌زمینی نسبت به چغندر قند کم‌تر است. هم‌چنین، بیش‌ترین انرژی مصرفی در نظام تولید سیب‌زمینی و چغندرقند به ترتیب مربوط به سوخت دیزل، آب آبیاری و کود نیتروژن است. افزون بر این، درآمد ناخالص و نسبت سود به هزینه در تولید هر دو محصول محاسبه شد. فتحی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود میزان مصرف انرژی و کارایی آن را برای تولید گندم در شهرستان چرداول استان ایلام به روش تحلیل پوششی داده‌ها بررسی کردند. کارایی فنی و کارایی مقیاس به ترتیب برابر ۸۸ و ۱۹ درصد محاسبه شد. هم‌چنین، نتایج نشان دادند که انرژی سوخت، بذر و کود ازته به ترتیب با ۸۴، ۲۲ و ۹۱ درصد بیشترین و انرژی نیروی کارگری، حشره‌کش و روغن به ترتیب با ۴۲، ۵۴ و۴۶ درصد کم‌ترین سهم را در میان انرژی‌های ورودی، به خود اختصاص دادند. در مقایسه مطالعات صورت گرفته با این مطالعه، سعی بر آن است که به محاسبه دقیق کارایی انرژی با روش‌های نوین و هم‌چنین، لزوم توجه بیش‌تر به تولیدکنندگان ماهی به بررسی ابعاد اقتصادی فعالیت‌های آن‌ها پرداخته شود.

برخی از مطالعاتی که تاکنون در زمینه شیلات به محاسبه کارایی فنی پرداخته شده است؛ شامل موارد زیر می‌باشد. دوآی و فلاتن[1] (۲۰۱۶) در مطالعه خود به تخمین کارایی فنی برای سه نمایندگی سهام در بخش شیلات و ماهیان دریایی کشور ویتنام پرداختند. بدین منظور، از دو روش مرز تولید تصادفی[2] (SPF) و روش تحلیل پوششی داده ها[3] (DEA) استفاده نمودند و به مقایسه نتایج دو روش پرداختند. نتایج نشان دادند که یک کاهش در شاخص سهام شیلات به احتمال زیاد، به دلیل صید بی‌رویه منابع دریایی انجام گرفته است. مادو و همکاران[4] (۲۰۱۸) در مطالعه خود با اشاره به این‌که شیلات مدیترانه دارای سیستم ماهیگیری متفاوتی با وجود شرکت‌هایی در انواع و ابعاد گوناگون هستند و ماهیگیری‌های خانوادگی در مقیاس کوچک نقشی مهم را در روابط

[1]- Duy and Flaaten
[2]- Stochastic Frontier Analysis (SFA)
[3] -Data Envelopment Analysis (DEA)
[4] -Madau et al.

اجتماعی و اقتصادی بازارهای محلی ایفا می‌کنند؛ به بررسی کارایی فنی در تعاونی‌های ماهیگیری پرداختند. هدف این مطالعه تخمین عملکرد اقتصادی شرکت‌های ماهیگیری ساردین است. برای این منظور، ۱۰۴ بنگاه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که کارایی فنی و مقیاس بالا و نیز همگنی تکنولوژیکی قابل توجه بین تعاونی‌های بزرگ و کوچک وجود دارد، اما در این مطالعه سعی بر این است که کارایی مصرف انرژی در حوزه پرورش ماهی بررسی شود.

اگر چه مطالعاتی گسترده در رابطه با مصرف و بهره‌وری انرژی در زمینه‌های گوناگون صورت گرفته است، اما اغلب مطالعات به بررسی کارایی انرژی نپرداخته‌اند. سارکر و همکاران[1] (۲۰۰۷) به بررسی اثر مصرف انرژی در تولید ماهی در استخرهای سرپوشیده در بخش شرقی هند پرداختند. بدین منظور، مصرف انرژی در نهاده‌های تولیدی و مصرف انرژی در ساخت استخرها تعیین شد. مصرف انرژی در استخرهای سرپوشیده و باز پرورش ماهی به ترتیب برابر ۱۰۲۷/۲۲ و ۵۸۴/۹۹ مگا ژول بر متر مربع بدست آمد. هم‌چنین، نتایج نشان دادند که بهره‌وری انرژی و نسبت انرژی ستاده به انرژی نهاده در پرورش ماهی در استخرهای سر پوشیده (به ترتیب ۰/۰۱۵ کیلوگرم بر مگا ژول و ۰/۰۷۹) نسبت به استخرهای باز (۰/۰۱۴ کیلوگرم بر مگا ژول و ۰/۰۷۰) بالاتر است که به علت بکارگیری نهاده‌های کم‌تر و به تبع آن مصرف انرژی کم‌تر نسبت به عملکرد بالاتر در استخرهای سر پوشیده می‌باشد. محمدی و امید (۲۰۱۰) به تجزیه تحلیل اقتصادی و ارتباط بین انرژی نهاده-ها و عملکرد خیار گلخانه‌ای در ایران پرداختند. بدین منظور به تعیین شاخص‌های انرژی برای ۴۳ گلخانه تولید خیار در استان تهران پرداختند. نتایج نشان دادند که کل مصرف انرژی نهاده‌ها برای تولید خیار گلخانه‌ای ۱۴۸۸۳۶/۷ مگا ژول در هکتار است که از این میان، سوخت (۴۱ درصد) و کود شیمیایی (۱۹ درصد) بالاترین مصرف انرژی را در تولید خیار گلخانه‌ای دارا می‌باشند. هم‌چنین، بهره‌وری انرژی ۰/۸ کیلوگرم بر مگاژول و نسبت انرژی ستاده به انرژی نهاده برای گلخانه‌های تولید خیار تقریباً برابر ۶۴ درصد تعیین شد. رحمتی و همکاران (۱۳۹۱) به تحلیل و تعیین مقدار انرژی مصرفی و شاخص‌های انرژی در کشت گوجه فرنگی گلخانه‌ای در استان کرمانشاه پرداختند. مقادیر شاخص‌های انرژی بدست آمده نشان داد که بازده انرژی در گلخانه‌های مورد مطالعه در استان کرمانشاه بسیار کم است. رجبی و همکاران (۱۳۹۱) به ارزیابی مصرف انرژی در تولید گندم در گرگان پرداختند. نتایج نشان دادند که انرژی ورودی کودهای شیمیایی عمدتاً نیتروژن بیش‌ترین سهم را در کل انرژی‌های ورودی دارا بود و به دنبال آن انرژی ورودی سوخت بیش‌ترین سهم را داشت. در نهایت توصیه شد که با اعمال تغییرات مناسب امکان کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش اثرات زیست محیطی مربوطه وجود دارد.

---

[1]- Sarkar et al.

با توجه به اهمیت مساله در منطقه، در ادامه سایر مطالعات صورت گرفته در زمینه کارایی انرژی، هدف این مطالعه بررسی کارایی مصرف انرژی در واحدهای پرورش ماهی در شهرستان شیروان با استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده‌هاست.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از مجموع ۲۶ واحد پرورش ماهی فعال در منطقه، اطلاعات ۱۳ واحد پرورش ماهی از ۲ روستای شهرستان شیروان جمع آوری شد. داده‌های گردآوری شده از راه پرسش‌نامه و مصاحبه رو در رو با تولیدکنندگان ماهی صورت گرفته است. سوالات شامل داده‌هایی در رابطه با مصرف نهاده‌ها برای یک دوره پرورش ماهی نظیر مصرف غذا، دارو، سوخت، ساعت‌کار نیروی‌کار، مصرف برق و غیره است.

در این مطالعه بمنظور بررسی کارایی و بهره‌وری انرژی در واحدهای پرورش ماهی از رهیافت پوششی داده‌ها بر مبنای مدل محصول‌گرا با بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شده است. با توجه به این‌که نتایج حاصله از دو روش نهاده‌گرا و محصول‌گرا یکسان می‌باشد؛ در این مطالعه به نتایج مدل محصول‌گرا اکتفا شد.

در مزارع پرورش ماهی، منابع انرژی نهاده‌ها شامل نیروی‌کار، ماشین آلات، سوخت، برق، بچه ماهی، غذا، دارو، آب و منابع انرژی ستاده شامل محصول ماهی می‌باشد. بر اساس رابطه ۱ انرژی بچه ماهی به صورت زیر محاسبه می‌شود (سینگ و پانو[1]، ۱۹۹۸):

$$E_f = n_f \times w_f \times ec_f \qquad (۱)$$

به گونه‌ای که E_f نشان دهنده انرژی بچه ماهی (مگا ژول به ازای هر متر مربع)، n_f تعداد بچه ماهی، w_f وزن هر بچه ماهی(کیلوگرم) و ec_f معادل انرژی هر بچه ماهی (۵/۰۴) می باشد. میانگین وزن هر بچه ماهی حدود ۳ گرم است.

مصرف انرژی برای نیروی کار به صورت زیر محاسبه می‌شود (سینگ و پانو، ۱۹۹۸):

$$E_{la} = n_{la} \times n_d \times h \times ec_{la} \qquad (۲)$$

به گونه‌ای که E_{la} نشان دهنده انرژی نیروی کار (مگا ژول به ازای هر متر مربع)، n_{la} تعداد نیروی کار، n_d تعداد روز در هر دوره پرورش ماهی، h مقدار ساعت کار نیروی کار در روز و ec_{la}

[1]- Singh and Pannu

معادل انرژی برای نیروی کار (۱/۹۶ مگا ژول در هر ساعت) می‌باشد. به همین ترتیب، با حاصل-ضرب معادل انرژی به ازای هر واحد در مقدار نهاده بر حسب واحد، مقدار انرژی هر نهاده بدست می‌آید. بنابراین مقدار انرژی سایر نهاده‌ها به صورت رابطه زیر بدست می‌آید (سینگ و پانو، ۱۹۹۸):

$$E_i = c_i \times ec_i \quad (۳)$$

که E_i نشان دهنده انرژی نهاده بر حسب مگا ژول (MJ)، c_i مقدار مصرف نهاده بر حسب واحد مصرف نهاده در هر متر مربع و ec_i معادل انرژی برای نهاده بر حسب مگا ژول به ازای هر واحد مصرف نهاده (بر مبنای مقادیر جدول ۱) می‌باشد. در جدول ۱ به گونه مختصر معادل‌های انرژی مصرف شده برای تخمین انرژی نهاده‌ها و ستاده ذکر شده است.

بر مبنای معادل‌های انرژی برای نهاده‌ها و ستاده (جدول ۱)، شاخص‌های انرژی از قبیل کارایی انرژی (EF)، بهره‌وری انرژی (EP) و بازده خالص انرژی (NEG) در ادامه محاسبه شد (تایواری و سارکر[1]، ۲۰۰۷):

$$\text{کارایی مصرف انرژی}(EF) = \frac{\text{انرژی محصول(مگا ژول به ازای هر متر مربع)}}{\text{انرژی نهاده(مگا ژول به ازای هر متر مربع)}} \quad (۴)$$

$$\text{بهره وری انرژی}\ (EP) = \frac{\text{عملکرد محصول(کیلو گرم به ازای هر متر مربع)}}{\text{انرژی نهاده(مگا ژول به ازای هر متر مربع)}} \quad (۵)$$

$$\text{بازده خالص انرژی}\ (NEG) = \text{انرژی محصول}\left(\text{مگا ژول به ازای هر متر مربع}\right) - \text{انرژی نهاده}\left(\text{مگا ژول به ازای هر متر مربع}\right) \quad (۶)$$

انرژی مصرفی در پرورش ماهی شامل دو بخش انرژی مستقیم و انرژی غیر مستقیم می‌باشد و بر اساس انرژی تجدید شدنی و انرژی تجدید ناشدنی تقسیم می‌شوند. مصرف مستقیم انرژی در پرورش ماهی شامل نیروی کار، سوخت مورد نیاز ماشین آلات، نیروی برق جهت پمپ‌های آب و موتورآلات و مصرف غیر مستقیم انرژی در پرورش ماهی شامل انرژی موجود در ماهی، انرژی مورد نیاز بمنظور ساخت ، تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات و پمپ‌ها و انرژی موجود در غذای ماهی، دارو و بچه ماهی می‌باشد. انرژی تجدید شدنی شامل بچه ماهی، نیروی کار و غذا بوده و انرژی تجدید نشدنی شامل سوخت، ماشین‌آلات و برق می باشد.

[1] -Tiwari and Sarkar

روش تحلیل پوششی داده‌ها یک روش برنامه‌ریزی خطی می‌باشد که از اطلاعات نهاده و محصول هر واحد تولیدی برای ساخت یک مرز تولید ناپارامتریک استفاده می‌کند. در چنین حالتی تمامی واحدهای مشاهده شده بر بالا یا پایین مرز پوششی قرار می‌گیرند. بنابراین، کارآیی هر واحد تولیدی نسبت به کارآیی همه واحدهای تولیدی در نمونه مورد سنجش قرار می‌گیرد. مدل تحلیل پوششی داده‌ها می توانند محصول گرا[1] یا نهاده‌گرا[2] باشند. در مدل‌های محصول‌گرا هدف بیش‌ترین تولید با توجه به مقدار معین نهاده‌ها می‌باشد، اما در روش نهاده‌گرا هدف کم‌ترین استفاده از نهاده-ها با توجه به یک سطح معین محصول می‌باشد.

بمنظور تعیین کارایی انرژی به روش تحلیل پوششی داده‌ها، یک مدل نهاده‌گرا (حداقل استفاده از نهاده‌ها به ازای سطح معین و ثابتی از محصول) که در اصلاح، به آن مدل نهاده‌گرا با بازده ثابت نسبت به مقیاس(CRS)[3] می‌گویند؛ به صورت رابطه (۷) فرموله می‌شود (چارنز و همکاران[4]، ۱۹۷۸):

$$\theta^* = min\theta \qquad (۷)$$

$$s.t.$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io} \qquad i = 1,2,\dots,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \qquad r=1,2,\dots,s$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,2,\dots n$$

θ کارایی انرژی واحد تولیدی 0ام (DMU_0) را نسبت به سایر واحدهای تولیدی نشان می-دهد. λ برداری از مقادیر عددی غیر منفی است؛ x_i و y_r به ترتیب مصرف انرژی نهاده‌ها و ستاده‌های بنگاه j ام، m تعداد نهاده‌ها، s تعداد ستاده‌ها و n تعداد واحدهای تولیدی را نشان می‌دهد. مقدار θ مقدار کارآیی انرژی واحد تولیدی j ام را نشان می‌دهد که کم‌تر یا مساوی با

[1] -Output oriented
[2] -Input oriented
[3]- Constant Return to Scale (CRS)
[4] -Charnes et al.

یک می‌باشد. مقدار یک نمایانگر این است که واحد تولیدی کاملاً کارا است و واحد تولیدی روی مرز کارا قرار دارد.

در مدل محصول‌گرا با بازده ثابت نسبت به مقیاس(CRS)، به منظور تعیین کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌ها، یک مدل محصول‌گرا (حداکثر تولید به ازای سطح معین و ثابتی از نهاده‌ها) به صورت معادله (۸) فرموله می‌شود (چارنز و همکاران، ۱۹۷۸):

$$Max \qquad (۸)$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le x_{io} \qquad i = 1,2,\dots\dots m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge \emptyset y_{ro} \qquad r = 1,2,\dots\dots,s$$

$$\lambda_j \ge 0 \qquad j = 1,2,\dots\dots,n$$

ϕ مقدار کارآیی فنی واحد تولیدی j ام را نشان می‌دهد. گفتنی است که مقدار کارایی محاسبه شده به روش نهاده‌گرا یا محصول‌گرا یکسان می‌باشند.

فرض مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس تنها زمانی مناسب است که همه واحدهای تولیدی در مقیاس بهینه عمل نمایند، اما عواملی همچون رقابت ناقص، محدودیت منابع مالی و غیره باعث می‌شوند که یک واحد تولیدی نتواند در مقیاس بهینه عمل کند. بنابراین می‌توان با افزودن محدودیت $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j$ به مدل CRS نوع بازده نسبت به مقیاس را تعیین نمود. اندازه‌گیری کارآیی فنی با استفاده از مدل CRS زمانی که همهٔ بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل نمی‌کنند؛ به دلیل کارآیی مقیاس با اشکال مواجه می‌باشد و کارآیی فنی بدست آمده از این راه خالص نبوده و با کارآیی مقیاس همراه است. مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس[1] (VRS) با افزودن محدودیت $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$ به مدل CRS بدست می‌آید. اگر بین مقادیر کارآیی فنی واحد تولیدی از دو روش CRS و VRS اختلاف وجود داشته باشد نشان دهنده این است که عدم کارآیی مقیاس وجود دارد و مقدار عدم کارآیی مقیاس اختلاف بین کارآیی فنی از دو روش CRS و VRS می‌باشد. با جایگزینی محدودیت $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j \le 1$ به جای $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$ مدل بازده غیر افزایشی نسبت به مقیاس

[1]- Variable Returns to Scale (VRS)

(NIRS)[1] بدست می‌آید. مدل غیر کاهشی نسبت به مقیاس (NDRS)[2]با افزودن محدودیت $\sum_{j=1}^{n}\lambda_j \geq 1$ به مدل CRS بدست می‌آید.

با توجه به اینکه نتایج حاصله از دو روش نهاده‌گرا و محصول‌گرا یکسان می‌باشد؛ بنابراین، در مطالعه حاضر از مدل رهیافت پوششی داده‌ها بر مبنای مدل محصول‌گرا با بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شد. بدین منظور از نرم افزار Excel و برنامه نویسی Visual Basic در آن استفاده شد.

نتایج و بحث

بمنظور تخمین و تحلیل بهره‌وری و کارایی انرژی در واحدهای پرورش ماهی، مقدار انرژی مصرفی نهاده‌ها و ستاده برای هر یک از واحدهای پرورش ماهی بر اساس معادل‌های انرژی (مقادیر جدول ۱) محاسبه شد. جدول ۲ متوسط مقدار انرژی مصرفی نهاده‌ها و ستاده را در واحدهای پرورش ماهی نشان می‌دهد. بر اساس نتایج جدول مشاهده می‌شود که غذا (۷۵۳/۲ مگا ژول در هر متر مربع) و سوخت (۵۲۹/۳ مگا ژول در هر متر مربع) بیش‌ترین مصرف انرژی نهاده را در اختیار دارد. پس از آن برق (۶۸/۷ مگا ژول در هر متر مربع) و پمپ و موتورآلات (۶۷/۷ مگا ژول در هر متر مربع) بیش‌ترین مصرف انرژی نهاده را در تولید ماهی دارند. میانگین ۷۰ کیلو گرم غذا به ازای هر متر مربع در تولید ماهی استفاده شده است. مدیران واحدهای تولید ماهی بایستی نسبت به افزایش کیفیت غذای ماهی جهت کاهش مصرف انرژی این نهاده تلاش بیش‌تری کنند. هم‌چنین، در صرفه جویی و مصرف بهینه سوخت، برق و پمپ و موتور آلات دقت بیش‌تری کنند. مکمل‌های غذایی و دارو (۰/۰۰۱۵ مگا ژول در هر متر مربع)، نیروی کار (۱/۷ مگا ژول در هر متر مربع) و آب (۳/۰۶ مگا ژول در هر متر مربع) به ترتیب کم‌ترین مصرف انرژی نهاده‌ها را در تولید ماهی دارا می‌باشند. با توجه به این‌که مقدار مصرف انرژی آب در تولید ماهی کم می‌باشد؛ می‌توان به وجود منابع آبی فراوان در این منطقه اشاره کرد.

هم‌چنین، مقدار انرژی مصرفی نهاده‌ها و ستاده برای ۱۳ مزرعه پرورش ماهی در منطقه محاسبه شد که داده‌های بدست آمده شده بر مبنای آمارهای توصیفی در جدول ۳ شرح داده شده است. آماره‌های توصیفی استفاده شده شامل میانگین، کمینه و بیشینه نهاده‌ها و ستاده می‌باشد. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که میانگن انرژی در ماهی مقدار ۲۰۱/۶ مگا ژول در هر متر مربع می-

[1] -Non-increasing Returns to Scale (NIRS)
[2]- Non-Decreasing Returns to Scale (NDRS)

باشد و در دامنه ۱۲۶ تا ۳۰۲/۴ مگا ژول به ازای هر متر مربع در نوسان است. که بیان‌گر این است که پراکندگی انرژی بدست آمده برای ماهی در این گروه برای یک واحد تولیدی با کم‌ترین مقدار ۱۲۶ مگا ژول و واحد تولیدی دیگر با بیش‌ترین مقدار ۳۰۲/۴ مگا ژول به ازای هر متر مربع می-باشد. همان‌گونه که اشاره شد، در بین نهاده‌های مورد استفاده در تولید ماهی، غذای ماهی بیش‌ترین مصرف انرژی را در بین نهاده‌ها دارا می‌باشد، که اختلاف حداکثر و حداقل مقدار مصرف انرژی در غذای ماهی از پراکندگی بالایی (به ترتیب ۱۱۲۹/۸ مگاژول و ۴۷۰/۷ مگاژول در ازای هر متر مربع) برخوردار است. بنابراین، بایستی در برنامه‌ریزی تولید به نهاده‌های غذای ماهی و سوخت به عنوان نهاده‌هایی که بیش‌ترین مصرف انرژی را دارا می‌باشند؛ توجه بیش‌تری کرد.کم‌ترین مقدارمصرف انرژی سوخت برای برخی از واحدهای تولیدی، مقدار ۳۳۰/۸۲ مگاژول در ازای هر متر مربع است.کم‌ترین مقدار مصرف انرژی پمپ و موتورآلات برای برخی از واحدهای تولیدی، مقدار ۴۲/۳ مگاژول در ازای هر متر مربع است. کم‌ترین مقدار مصرف انرژی برق و آب برای برخی از واحدهای تولیدی، به ترتیب مقدار ۴۲/۹ مگا ژول و ۱/۹ مگاژول در ازای هر متر مربع است. در نهایت، این‌که کم‌ترین مقدارمصرف انرژی نیروی کار، بچه ماهی و مکمل‌های غذایی برای برخی از واحدهای تولیدی، به ترتیب مقدار ۱/۱ مگاژول، ۰/۹۴ مگاژول و ۰/۰۰۰۹ مگاژول در ازای هر متر مربع است. با توجه به مقادیر کم‌ترین مصرف انرژی نهاده‌ها در برخی از واحدهای تولیدی ماهی، می‌توان آن‌ها را به عنوان واحدهای تولیدی نمونه برای توصیه به دیگر واحدها مورد توجه قرار داد.

میانگین سهم انرژی نهاده‌ها در تولید ماهی در نمودار ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج ارایه شده در نمودار ۱، از بین نهاده‌های مورد استفاده در تولید و پرورش ماهی، غذای ماهی و سوخت با مقدار ۵۳ و ۳۷ درصد بیش‌ترین سهم را در مصرف انرژی و مکمل‌های غذایی، نیروی‌کار، آب و بچه ماهی کم‌ترین سهم را در مصرف انرژی با مقدار ۰/۰ درصد دارد.

نتایج مطالعه در ارایه بیش‌ترین سهم مصرف انژی نهاده سوخت، همسو با مطالعه جعفرزاده و همکاران در سال ۲۰۱۵ می‌باشد که بیان می‌کند سوخت بیش‌ترین سهم را در مصرف انرژی ورودی و کاهش کارایی انرژی دارد. هم‌چنین، این نتایج با مطالعه محمدی و امید در سال ۲۰۱۰ در بررسی تجزیه و تحلیل اقتصادی بین انرژی نهاده‌ها و عملکرد خیار گلخانه‌ای که بالاترین مصرف انرژی را مربوط به نهاده‌های سوخت و کود شیمیایی دانستند مطابقت دارد. نتایج مطالعه رجبی و همکاران در سال ۱۳۹۱ نیز نشان دادند که انرژی ورودی سوخت پس از انرژی ورودی کودهای شیمیایی بیش‌ترین سهم را در کل انرژی‌های ورودی دارا است. هم‌چنین، فتحی و همکاران در سال۱۳۹۷ در مطالعه خود در مورد مقدار مصرف انرژی و کارایی آن را در تولید گندم نشان دادند که انرژی سوخت، بذر و کود ازته بیش‌ترین و انرژی نیروی کارگری، حشره‌کش و روغن‌کم‌ترین

سهم را در میان انرژی‌های ورودی، به خود اختصاص دادند. که با نتایج این مطالعه در سهم بالای مصرف انرژی برای نهاده سوخت بعد از نهاده غذای ماهی مطابقت دارد. بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه، در واحدهای پرورش ماهی، آب تقریباً کم‌ترین سهم را در مصرف انرژی دارد. این نتیجه با مطالعه سجادیان و همکاران در سال۱۳۹۲ در بررسی کارایی انرژی در کشت‌بوم‌های برنج دو استان گیلان و کهگیلویه و بویراحمد که بیش‌ترین سهم از انرژی‌های ورودی را مربوط به آب آبیاری نشان دادند و نتایج مطالعه زاهدی و همکاران در سال ۱۳۹۴ که بیش‌ترین انرژی مصرفی در نظام تولید سیب‌زمینی و چغندر قند به ترتیب مربوط به سوخت دیزل، آب آبیاری و کود نیتروژن بیان کردند، مغایرت دارد که می‌توان علت آن را، وجود منابع آبی فراوان در شهرستان شیروان بیان کرد.

شاخص‌های انرژی برای ۱۳ واحد پرورش ماهی در منطقه تخمین زده شد و نتایج آن در جدول ۴ ذکر شده است. متوسط کارایی مصرف انرژی برای واحدهای پرورش ماهی ۸۳ درصد بدست آمد. بنابراین مصرف انرژی در اغلب مزارع پرورش ماهی تقریباً کارا است. البته، مقدار کارایی انرژی در میان واحدها پراکندگی بالایی را نشان می‌دهد. به گونه‌ای که مثلاً واحد شماره ۶، کارایی انرژی ۵۲ درصد را نشان می‌دهد هر چند که ارقام کارایی انرژی در اغلب واحدها بالاست، اما با این حال، میان آن‌ها تفاوت بسیاری از نظر کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و بازده خالص انرژی مشاهده می‌شود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تنها ۵ واحد تولیدی کاملاً کارا می‌باشند و تعداد ۶ واحد تولیدی کارایی کم‌تر از ۹۰ درصد دارند. بنابراین، واحدهای پروش ماهی بایستی با افزایش عملکرد و کاهش مصرف انرژی در نهاده‌ها این شکاف را کاهش داده و خود را به مرز کارای مصرف انرژی نزدیک کنند. نکته دارای اهمیت این است که واحدهای دارای کارایی انرژی بالاتر نسبت به واحد های دارای کارایی انرژی پایین لزوماً افزایش بیش‌تری را در بهره‌وری انرژی تجربه نکرده‌اند. مانند واحد تولیدی شماره ۵، که با مقدار کارایی انرژی ۶۷ درصد، بهره‌وری انرژی بالاتری را نسبت به سایر واحدهای پرورش ماهی به مقدار ۸۳ درصد دارا می‌باشد. که این موضوع نشان می‌دهد که واحدهای پرورش ماهی با بهره‌وری انرژی بالا، به افزایش عملکرد خود حتی به بهای افزایش مصرف انرژی نهاده‌های تولید پرداخته‌اند که منجر به کاهش کارایی انرژی واحد تولیدی شده است. به بیان دیگر، با وجود این‌که برخی مزارع در کاراترین حالت خود قرار دارند، اما بهره‌وری انرژی به دلیل افزایش اندک عملکرد بسیار پایین است. میانگین بهره‌وری انرژی برابر ۷۴ درصد می‌باشد، اما بهره‌وری انرژی واحدهای تولیدی منتخب به جز در دو مورد زیر ۷۰ درصد است که بیان‌گر این است که بهره‌وری کل انرژی تولید به جز در دو مورد در سایر واحدها رشد نداشته است.

مقدار انرژی مصرفی نهاده‌ها در تولید ماهی در کاراترین واحد برابر با حدود ۱۵۰۰ مگا ژول به ازای هر متر مربع است. مقدار انرژی مصرفی نهاده‌ها در واحد تولیدی شماره ۶، با کم‌ترین کارایی انرژی برابر با حدود ۸۹۰ مگاژول به ازای هر متر مربع است. این در حالی است که مقدار انرژی مصرفی نهاده‌ها در واحد تولیدی شماره ۱، با کارایی انرژی ۷۹ درصد برابر با حدود ۲۱۳۸ مگا ژول به ازای هر متر مربع است. بازده خالص انرژی در تمامی واحدها منفی بدست آمده است که علت این امر را می‌توان در مصرف بالای انرژی عوامل تولید یافت. بازده خالص انرژی در کاراترین واحدها حدود ۱۳۰۰- مگاژول به ازای هر متر مربع است. بیش‌ترین بازده خالص انرژی در واحد شماره ۶، حدود ۷۶۴- مگا ژول به ازای هر متر مربع است؛ با وجود این‌که کارایی و بهره‌وری انرژی آن نسبت به سایر واحدهای پرورش ماهی کم‌تر است. هم‌چنین، کم‌ترین بازده خالص انرژی در واحد شماره ۱، حدود ۱۸۳۵- مگاژول به ازای هر متر مربع است که کارایی و بهره‌وری انرژی آن به ترتیب ۷۹ و ۴۷ درصد است. می‌توان گفت که با وجود تفاوت گسترده از لحاظ کارایی انرژی واحد-های تولیدی، بازده خالص انرژی همه واحدها منفی است. مصرف انرژی منابع تولیدی در پرورش ماهی به طور میانگین ۱۴۲۵ مگا ژول به ازای هر متر مربع و انرژی محصول ماهی به طور میانگین ۲۰۱ مگاژول به ازای هر متر مربع می‌باشد.

نتیجه گیری و پیشنهادها

در این مطالعه به تحلیل کارایی مصرف انرژی در سطح نهاده‌ها و ستاده در واحدهای پرورش ماهی در شهرستان شیروان پرداخته شد. بدین منظور سه شاخص کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و بازده خالص انرژی جهت تعیین مصرف بهینه انرژی در واحدهای پرورش ماهی، محاسبه شد. میانگین کارایی مصرف انرژی برای واحدهای پرورش ماهی ۸۳ درصد بدست آمد. لذا، واحدهای پروش ماهی بایستی با افزایش عملکرد و کاهش مصرف انرژی در نهاده‌ها این شکاف را کاهش داده و خود را به مرز کارای مصرف انرژی نزدیک کنند. هرچند که ارقام کارایی انرژی در اغلب واحدها بالاست، اما با این حال، میان آن‌ها تفاوت بسیاری از نظر کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و بازده خالص انرژی مشاهده می‌شود. بهره‌وری انرژی واحد های تولیدی به جز در دو مورد زیر ۷۰ درصد است که بیان‌گر این است که بهره‌وری کل انرژی تولید به جز در دو مورد در سایر واحدهای تولیدی رشد نداشته است. با وجود تفاوت گسترده از لحاظ کارایی انرژی واحدهای تولیدی، بازده خالص انرژی همه واحدها منفی است. مصرف انرژی منابع تولیدی در پرورش ماهی در کاراترین مزرعه ۱۵۰۰ مگاژول به ازای هر متر مربع و انرژی محصول ماهی به طور میانگین ۲۰۱ مگاژول به ازای هر متر مربع می‌باشد. بین نهاده‌های تولیدی، غذا و سوخت با ۵۳ و ۳۷ درصد بزرگ‌ترین سهم

را در مصرف انرژی دارد و بایستی در برنامه‌ریزی تولید به نهاده‌های غذای ماهی و سوخت به عنوان نهاده‌هایی که بیش‌ترین مصرف انرژی را دارا می‌باشند؛ توجه بیش‌تری کرد. بنابراین، برای افزایش کارایی مصرف انرژی و بهبود منافع اقتصادی در واحدهای پرورش ماهی توصیه می‌شود که استفاده از منابع انرژی به صورت کارآمدتر صورت گیرد. اقدام‌هایی چون بهینه سازی و انتخاب صحیح نوع، مقدار، روش مصرف و زمان مصرف نهاده‌هایی مانند غذای ماهی و سوخت برای این منظور ضروری می‌باشد. لذا، پیشنهاد می‌شود با تجهیز واحدهای پرورش ماهی با سیستم‌های مدرن و فناوری‌های نوین، باعث کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی انرژی شد. هم‌چنین، زمینه مناسب برای آشنایی واحدهای پرورش ماهی با روش‌های کاهش مصرف انرژی منابع تولیدی و افزایش بهره‌وری آن ایجاد شود تا در هر منطقه با توجه به شرایط آب و هوایی سیستم‌های مناسب را انتخاب و بر مبنای آن آگاهی‌های لازم انجام گیرد. توصیه می‌شود بر اساس شرایط هر منطقه، مطالعات مشابه صورت گیرد تا اولویت بندی مصارف انرژی عوامل تولید و بهبود کارایی انرژی در واحدهای پرورش ماهی، برای تسریع در انجام این مهم انجام پذیرد. تولید اقتصادی ماهی بستگی به عواملی گوناگون مانند افزایش کیفیت گوشت ماهی، کاهش هزینه‌های بازاریابی و شرایط محیطی دارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که پروش ماهی یک تولید کارا در منطقه است و بایستی سیاست‌هایی مناسب در راستای ممانعت از مصرف بیش از حد نهاده‌ها و کاهش مصرف انرژی در راستای توسعه صنعت پرورش ماهی اتخاذ گردد. فعالیت‌های توسعه‌ای برای بهبود بهره‌وری در پرورش ماهی نیاز است و هم‌چنین، بکارگیری روش‌های مدیریتی و تولیدی جدید و مناسب در واحدهای پرورش ماهی ضروری است. بنابراین تولید ماهی بایستی در راستای خوداتکایی و ورود به بازارهای خارجی، تقویت شود.

منابع

- رجبی، م. ح.، سلطانی، ا.، زینلی، ا.، و سلطانی، ا. (۱۳۹۱). ارزیابی مصرف انرژی در تولید گندم در گرگان. مجله پژوهش های تولید گیاهی، ۳: ۱۴۳- ۱۷۱.
- رحمتی، م. ه.، پاشایی، پ.، پاشایی، ف. و رضایی اصل، ع. (۱۳۹۱). تعیین مقدار مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در شهرک های گلخانه ای استان کرمانشاه. مجله پژوهش های تولید گیاهی، ۳: ۱۴۳- ۱۷۱.
- زاهدی، م. عشقی زاده، ح. و مندنی، ف. (۱۳۹۴).کارآیی انرژی و بهره وری در نظام‌های تولید سیب‌زمینی و چغندرقند استان اصفهان. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۵(۱۷): ۱۸۱- ۱۹۰.

- سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان شمالی. (۱۳۹۶). مدیریت امور شیلات و آبزیان.
- سجادیان، م. علیپور جهانگیری، ع. کامبوزیا، ج. زهری، م. و بهشتی مارنانی، م. (۱۳۹۲). مقایسه کارایی انرژی کشت بوم های برنج در دو استان گیلان و کهکیلویه و بویر احمد. مجله کشاورزی بوم شناختی؛ ۳: ۱۷- ۲۶.
- فتحی، ر. امجد پور، ف. کوچک زاده، ا. و عزیز پناه، ا. (۱۳۹۷). الگو و کارایی مصرف انرژی تولید گندم دیم به کمک رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها مطالعه موردی: شهرستان چرداول، استان ایلام. نشریه زراعت دیم ایران؛ ۷: ۳۳- ۴۷.

Refrences

- Acaroglu, M. (1998). Energy from biomass, and applications. University of Selcuk, Graduate School of Natural and Applied Sciences. Textbook.
- Ayyappan, S., Rao, N.G.S., Rao, G.R.M., Janakiram, K & Purushothaman, P.K. (1990). Production efficiencies of carp culture ponds under different management practices. J. Aqua Trop. 5, pp: 69-75.
- Charnes A., Cooper, W.W & Rhodes, E. (1978). Measuring the inefficiency of decision making units, European Journal of Operational Research. 2 (6), pp: 429-444.
- Duy, N., Flaaten, O. (2016). Efficiency analysis of fisheries using proxies. Fisheries Research, 181, pp: 102–113.
- Heidari, M.D., Omid M., & Akram, A. (2011). Energy efficiency and econometric analysis of broiler production farms. Energy. 36, pp: 6536-6541.
- Heidari MD, Omid M. & Akram A. (2011). Optimization of energy consumption of broiler production farms using data envelopment analysis approach. Mod Appl Sci. 5, pp: 69 - 78.
- Jafarzadeh, S., Ellingsen, H. & Aanondsen, S. A., (2015). Energy efficiency of Norwegian fisheries from 2003 to 2012. Journal of Cleaner Production, Article in press, pp: 1-15
- Li, S. (1987). Energy structure and efficiency of a typical Chinese integrated fish farm. Aquaculture. 65, pp:105-118.
- Madau, F.A., Furesi, R. & Pulina, P. (2018). The technical efficiency in Sardinian fisheries cooperatives. Marine Policy. pp: 111 – 116.
- Mohammadi, A. & Omid, M. (2010). Economic analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. Applied Energy. 87(1), pp: 191–196.
- Sarkar, B., Mohapatra, B.C., Singh, S.K., Majhi, D., Sarangi, N & Tiwari, G.N. (2007). Impact on Energy Consumption in Greenhouse Fish Production. Asian Journal of Agricultural Research. 1, pp: 74-79.

- Singh, J.M. (2002). On Farm Use Pattern in Different Cropping Systems in Haryana, India. Master of Science, International Institute of Management, University of Flensburg, Germany.
- Singh, S. & Pannu, C.J.S. (1998). Energy requirement in fish production in the state of Punjab. Energy Convers. Manage. 39(9), pp: 911-914.
- Tiwari, G.N. & Sarkar, B. (2007). Fundamentals of Aquaculture Greenhouse. 1st Edn., Anamaya Publishers, New Delhi 11006, pp: 1-225.
- Yaldiz, O., Ozturk,H.H., Zeren, Y & Bascetincelik , A. (1993). Energy use in the production of the field crops in Turkey. Proceedings of the 5th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, October 11-14, Kusadasi, Turkey. pp: 527-536.
- Zangeneh M., Omid M. & Akram A. (2010). A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. Energy. 35, pp: 2927 -2933.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست‌ها

جدول ۱- معادل‌های انرژی در ارتباط با مصرف نهاده‌ها و ستاده در تولید ماهی

نهاده‌ها و ستاده	واحد	معادل انرژی (مگا ژول به ازای هر واحد)	مرجع
بچه ماهی	کیلوگرم	۵/۰۴	ایپاپن و همکاران[1]، ۱۹۹۰
غذا	کیلو گرم	۱۰/۷۶	لی[2]، ۱۹۸۷
نیروی کار	ساعت	۱/۹۶	یالدیز و همکاران[3]، ۱۹۹۳
پمپ و موتور آلات	ساعت	۶۲/۷	سینگ[4]، ۲۰۰۲
سوخت	لیتر	۵۶/۳۱	سینگ و پانو[5]، ۱۹۹۸
آب	متر مکعب	۱/۰۲	آکاروگلو[6]، ۱۹۹۸
برق	کیلو وات در ساعت	۳/۶	حیدری و همکاران، ۲۰۱۱
مکمل‌های غذایی و دارو	متر مکعب	۱/۵۹	حیدری و همکاران، ۲۰۱۱
ماهی	کیلو گرم	۵/۰۴	ایپاپن و همکاران، ۱۹۹۰

ماخذ: یافته‌های پژوهش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] -Ayyappan et al.
[2]- Li
[3]- Yaldiz et al.
[4]- Singh
[5]- Singh and Pannu
[6]- Acaroglu

جدول ۲- مقدار انرژی در ارتباط با متوسط مصرف نهاده ها و ستاده برای واحدهای پرورش ماهی در شهرستان شیروان.

نهاده‌ها و ستاده	واحد	معادل انرژی (مگا ژول به ازای هر واحد)	مقدار استفاده از نهاده (به ازای واحد در هر متر مربع)	مقدار انرژی نهاده-ها (مگا ژول در هر متر مربع)
بچه ماهی	کیلوگرم	۵/۰۴	۰/۳	۱/۵۱۲
غذا	کیلو گرم	۱۰/۷۶	۷۰	۷۵۳/۲
نیروی کار	ساعت	۱/۹۶	۰/۹	۱/۷۶۴
پمپ و موتور آلات	ساعت	۶۲/۷	۱/۰۸	۶۷/۷۱۶
سوخت	لیتر	۵۶/۳۱	۹/۴	۵۲۹/۳۱۴
آب	متر مکعب	۱/۰۲	۳	۳/۰۶
برق	کیلو وات در ساعت	۳/۶	۱۹/۱۱	۶۸/۷۹۶
مکمل‌های غذایی و دارو	متر مکعب	۱/۵۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱۵
ماهی	کیلو گرم	۵/۰۴	۴۰	۲۰۱/۶

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳- آمارهای توصیفی برای واحدهای پرورش ماهی در ارتباط با مقدار مصرف انرژی در نهاده ها و ستاده بر حسب مگا ژول در هر متر مربع

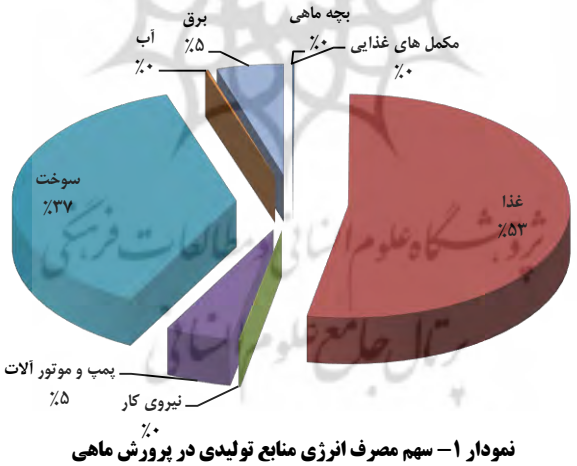
	بچه ماهی	غذا	نیروی کار	پمپ و موتور آلات	سوخت	آب	برق	مکمل-های غذایی	ماهی
ماکزیمم	۲/۲۶	۱۱۲۹/۸	۲/۶۴	۱۰۱/۵۷	۷۹۳/۹۷	۴/۵۹	۱۰۳/۱۹	۰/۰۰۲۳	۳۰۲/۴
مینیمم	۰/۹۴	۴۷۰/۷۵	۱/۱۰	۴۲/۳۲	۳۳۰/۸۲	۱/۹۱	۴۲/۹۹	۰/۰۰۰۹	۱۲۶
متوسط	۱/۵۱	۷۵۳/۲	۱/۷۶	۶۷/۷۱	۵۲۹/۳۱	۳/۰۶	۶۸/۷۹	۰/۰۰۱۵	۲۰۱/۶

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۴- تخمین شاخص‌های انرژی برای ۱۳ واحد پرورش ماهی در شهرستان شیروان

واحدهای پرورش ماهی	کارایی انرژی	بهره‌وری انرژی	بازده خالص انرژی	کل انرژی ستاده	کل انرژی نهاده ها
۱	۰/۷۹	۰/۴۷	-۱۸۳۵/۶۵	۳۰۲/۴	۲۱۳۸/۰۴
۲	۱	۰/۶۶	-۱۳۴۱/۲۲	۱۸۰/۴۹	۱۵۲۱/۷۱
۳	۱	۰/۶۸	-۱۲۹۰/۶	۱۸۴/۲	۱۴۷۴/۸
۴	۱	۰/۶۶	-۱۲۸۸	۲۲۳	۱۵۱۱
۵	۰/۶۷	۰/۸۳	-۱۰۴۱/۷۱	۱۵۷/۰۵	۱۱۹۹/۷۶
۶	۰/۵۲	۰/۱۱	-۷۶۴/۸۵	۱۲۶	۸۹۰/۸۵
۷	۰/۹۷	۰/۶۶	-۱۲۲۰/۷	۳۰۰/۴	۱۵۲۱/۱
۸	۰/۹	۰/۷۲	-۱۱۹۲/۳۳	۲۰۴/۶۶	۱۳۹۶/۹۹
۹	۱	۰/۶۷	-۱۳۲۹/۱۲	۱۶۲	۱۴۹۱/۱۲
۱۰	۰/۸۳	۰/۴۹	-۱۷۱۵	۳۱۰	۲۰۲۵
۱۱	۱	۰/۶۶	-۱۳۱۲/۴	۲۰۰/۹	۱۵۱۳/۳
۱۲	۰/۵۷	۰/۱۰	-۷۷۱/۱	۱۴۹	۹۲۰/۱
۱۳	۰/۵۷	۰/۰۷	-۸۹۲/۵۵	۱۲۱/۷۶	۹۲۲/۳۱
متوسط	۰/۸۳	۰/۷۴	-۱۲۲۳/۷۶	۲۰۱/۶	۱۴۲۵/۰۸

ماخذ: یافته‌های پژوهش



نمودار ۱- سهم مصرف انرژی منابع تولیدی در پرورش ماهی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی