اقتصادکشاورزي و توسعه، سال سیزدهم، شماره ۵۱، پاییز ۱۳۸۴

براورد کارایی زیستمحیطی با استفاده از تحلیل مرز تصادفی
مطالعه موردی کشتارگاههای دام استان تهران

دکتر علی دریجانی*، دکتر غلامعلی شرزه‌ای*، دکتر سعید یزدانی**،
دکتر غلامرضا پیکانی** و دکتر سیّدمهریار صدرالاشرافی**

چکیده

با توجه به خلأ تحقیقات کاربردی زیستمحیطی، پژوهش حاضر با جمع‌آوری اطلاعات تولیدی سال ۱۳۸۲ کلیه کشتارگاههای دام فعال استان تهران و نمونه‌برداری از پساب مبادی ورودی و خروجی سیستمهای تصفیه فاضلاب آنها و همچنین سنجش پارامترهای بار آلی و شیمیایی و میکروبی، و به کارگیری رهیافت اقتصادسنجی تحلیل مرز تصادفی از طریق برازش تابع مرز تصادفی فاصله ستانده نرمال‌شده، مقادیر کارایی به کارگیری منابع و کارایی زیستمحیطی را ارزیابی و در گروههای مختلف کشتارگاهی مقایسه و تحلیل کرده است. همچنین با آزمونهای آماری، اثربخشی سیستمهای رایج تصفیه در بهبود عملکرد زیستمحیطی تعیین شده است.

---

* به ترتیب: استادیاراقتصادکشاورزی دانشگاه علوم‌کشاورزی‌ومنابع‌طبیعی‌گرگان‌و دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران
e-mail: ali_darijani@yahoo.com
** به ترتیب: دانشیار، استادیار و استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران

نتـایج نشـان داد اکثـر کشـتارگاهها بـه لحـاظ زیسـتمحیطی کـارا نیسـتند (متوسـط کاراییهـای زیستمحیطی و به کارگیری منابع به‌ترتیب ۵۷/۷۴ و ۵۲/۷۵ درصد است)، در حالی که ارتقای عملکرد زیسـتمحیطی بـا فناوریهـای موجـود امکانپـذیر اسـت. همچنـین مقـادیر کـارایی، بهتـر بـودن وضـعیت کشتارگاههای مکانیزه، واحدهای غیردولتـی و سیسـتمهای تصـفیه بیولوژیـک را نسـبت بـه واحـدهای سنتی و دولتی تأیید می کند. در پایان، ضمن ارائه راهکارهای بهبود کـارایی زیسـتمحیطی، ایـن روش بـه‌عنـوان مبنـای علمـی ارزیـابی عملکـرد از بعـد زیسـتمحیطی واحـدهای تولیـدی بـه برنامـه‌ریـزان و سیاستگذاران این عرصه پیشنهاد شده است.

کلید واژه‌ها:

آلودگی، محیط زیست، کارایی زیستمحیطی، ستانده نامطلوب، کشتارگاه، تابع فاصله، تحلیل مرز تصادفی

مقدمه

در حال حاضر مسئله محیط‌زیست، به‌عنوان میراث مشترک تمدنها، موضوعی جهانی بـه‌شـمار می‌آید و آلودگیهای زیستمحیطی چالش بحث‌انگیز قرن حاضر است. با ایـن حـال، روشـهای تحلیلـی حاضر، که به‌منظور بررسی آثار زیستمحیطی به کار مـی‌رونـد، ابزارهـای مناسـبی بـرای سیاسـتگذاران نیستند (آسافو-آجایی، ۱۳۷۹). از این رو طراحی الگوهای کاربردی به‌منظور بررسی واکنشـهای میـان فعالیتهای اقتصادی و زیستمحیطی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است و سازگاری با محیط زیسـت مهمتـرین عامل و در واقع پیش‌نیاز هرگونه فعالیت در سطح کلان تلقی می‌شود.

کشتارگاهها به‌عنوان حلقه انتهایی زنجیره دامپروری و عمده‌ترین عرضه‌کننده گوشت قرمز بـه بازار مصرف، از مهمترین صنایع تبدیلی غذایی تلقـی مـی‌شـوند (پـروژه توسـعه منـابع طبیعـی، ۱۳۷۵). بی‌توجهی به توسعه کشتارگاههای مکـانیزه ضـمن تشـدید کـاهش سـطح بهداشـت عمـومی جامعـه و آلودگیهای زیستمحیطی، موجب هدررفتن فرصتهای بهره‌برداری اقتصادی و بهینه از گوشت مـی‌شـود

(همان منبع و لواء، ۱۳۷۹). این واحدها ضمن عرضه گوشت تولیدی، امکان فراوری دیگر تولیدات کشتارگاهی (نظیر گوشت، پوست و استخوان) را فراهم می‌سازند. در این میان، مقادیر فراوانی آب، خون حاصل از ذبح، چربی مازاد، مواد معلق و غیره فاضلاب کشتارگاهها را تشکیل می‌دهدکه اگر جداسازی اولیه خون از فاضلاب صورت نگیرد، آلودگی زیستمحیطی (بویژه بار آلی فاضلاب - BOD_5[1]) و هزینه‌های تصفیه پساب افزایش خواهد یافت. در این‌صورت چنانچه پساب حاصل شده به شیوه‌های مناسبی تصفیه و بازیافت نشود و در واقع آلاینده‌ها به حد مجاز کاهش نیابد، می‌تواند موجب به‌هم‌خوردن نظم محیط زیست شود و از طریق آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی و شیوع بیماریهایی نظیر وبا و طاعون، سلامت خاک، آب و انسانها را به مخاطره اندازد، ضمن آنکه به طور غیرمستقیم با انتشار بوی نامطبوع و محدودکردن نوع کاربری زمینهای مجاور و غیره، زیانهای زیستمحیطی دیگری را تحمیل می‌کند.

همان گونه که در شرایط فعلی استقرار دامپزشک، به‌عنوان نماینده سازمان دامپزشکی و ناظر بر بهداشت کشتار و سلامت گوشت، و ثبت روزانه کشتار نهادینه شده است، فرهنگ‌سازی و ایجاد زمینه برای حضور مداوم کارشناس بهداشت محیط زیست و رکوردگیری مستمر از وضعیت آلاینده‌ها و نظارت بر کیفیت بهداشت محیط زیست کشتارگاهها ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است (دریجانی، ۱۳۸۴). با این حال، از سوی سازمانهای نظارتی و حفاظتی معیار توانمند و منصفانه‌ای به‌منظور ارزیابی عملکرد زیستمحیطی ارائه نشده است. بی گمان، خلأ ضوابط و معیارهای علمی در خصوص ارزیابی زیستمحیطی واحدها و بررسی مشکلات اجرایی موجب تداوم فعالیت واحدهای آلاینده و کاهش انگیزه در راه‌اندازی سیستمهای تصفیه کارامد شده است. با آنکه این مسائل به لحاظ کیفی تا حدودی

---

۱. BOD_5 یا تقاضای اکسیژن بیوشیمیایی (بار آلی) مقدار میلی‌گرم اکسیژنی است که به‌منظور اکسیده کردن مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در پنج روز نخست توسط باکتریهای هوازی لازم است. نکته قابل توجه اینکه بار آلی خون خالص بسیار بالا (۱۰۰۰۰۰-۲۰۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) است، در حالی‌که حد مجاز این رقم برای تخلیه فاضلاب در آبهای سطحی، چاه جذبی و مصارف کشاورزی ۳۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تعیین شده‌است (سعیدی، ۱۳۷۹).

مشخص بوده، در مطالعات اقتصادی موجود، ارزیابی زیستمحیطی واحدها به‌شکل علمی و جدی دنبال نشده است.

با این مقدمه، تحقیق حاضر به‌دنبال آن است ضمن سنجش تعدادی از شاخصهای آلایندگی پساب کشتارگاهی، با استفاده از رهیافت اقتصادسنجی تحلیل مرز تصادفی(SFA)، تابع فاصله ستانده[1]را براورد نماید و نهایتاً عملکرد زیستمحیطی واحدهای کشتارگاهی را محاسبه و در سطوح مختلف فناوری و مالکیتی و همچنین سیستمهای متداول تصفیه‌ای مقایسه کند. این مطالعه امکان شناخت دقیقتری از عملکرد واقعی کشتارگاهها در قبال محیط زیست پیرامون را برای برنامه‌ریزان و سیاستگذاران این عرصه فراهم می‌سازد.

مروری بر مطالعات کشتارگاهی

درباره براورد و محاسبه کارایی فنی مطالعات بسیاری در داخل و خارج کشور انجام و مباحث آن تا حدودی مبرهن شده، ولی مطالعات ارزیابی کارایی و عملکرد زیستمحیطی اندک بوده است. در کشور ما نیز تاکنون مطالعه‌ای در این خصوص صورت نپذیرفته و مهمتر آنکه این تحقیق برای اولین‌بار درباره کشتارگاههای دام از منظر مطالعات زیستمحیطی- اقتصادی انجام گرفته است.

آقا علی‌نژاد و رحیمی‌سوره در تحلیلی صرفاً توصیفی به بررسی کشتارگاههای دام و طیور کشور و فراوری محصولات فرعی کشتارگاهی پرداختند. به عقیده آنها مهمترین عامل در هدررفت منابع اقتصادی بخش دام، سنتی‌بودن بخش عظیمی (۹۵٪) از کشتارگاهها و بدون استفاده ماندن ظرفیت قابل توجه کشتارگاهها (۸۶/۹٪ ظرفیت اسمی کشتار گوسفند و ۸۵٪ ظرفیت اسمی کشتار گاو و گوساله) بوده است. آنها همچنین به کشتار قاچاق بیش از حد (حتی در مناطق دارای کشتارگاه)، فرسودگی ماشین‌آلات و تجهیزات کشتار دام و ضعف مدیریت این واحدها به‌عنوان عمده دلایل پایین‌ماندن ظرفیت عملی واحدها اشاره نمودند. نهایتاً لزوم جایگزینی تدریجی واحدهای صنعتی و نیمه‌صنعتی به جای کشتارگاههای سنتی و تشویق بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در این زمینه،

1. stochastic frontier output distance function

احداث کشتارگاههای روستایی در مقیاس کوچک براساس طرحهای مطالعاتی و توسعه هرچه بیشتر واحدهای فراوری ضایعات و محصولات فرعی کشتارگاهها را راهکارهای عملی کاراترسازی سیستم پیشنهاد کردند (آقاعلی نژاد و رحیمی سوره، ۱۳۷۶). باید گفت این مطالعه بیشتر جنبه راهبردی داشته، به‌طوری که مباحث به شکل علمی کمی نشده است.

لواء نیز در تحقیق خود به بررسی و امکانسنجی فنی و اقتصادی استقرار کشتارگاههای دام در مقیاس کوچک در مناطق روستایی پرداخت. وی با اطلاعات نمونه ۵۰ تایی مشتمل بر هشت استان کشور اقدام به برازش تابع تولید و محاسبه کارایی فنی کرد و به‌دلیل معنیدار نشدن الگوهای رگرسیون معمولی، با این فرض که نهاده‌های دارای کیفیت متفاوت اثرهای متفاوتی را بر تابع تولید می‌گذارند، بهره‌وری نیروی کار و میزان آب مصرفی در واحد دامی را در الگوی رگرسیونی خود در نظرگرفت. وی همچنین از روش حداقل مربعات تصحیح‌شده (COLS)[1] در براورد تابع تولید مرزی معین و تعیین کارایی فنی کشتارگاهها استفاده کرد. سپس به‌دلیل ثابت‌بودن قیمتها و نبود امکان براورد تابع هزینه، براساس متغیرهای توضیحی (شامل قیمتها و تابع تولید)، از حاصل تقسیم مقدار براوردشده تولید بر بیشترین مقدار تابع تولید تصادفی اقدام به براورد کارایی اقتصادی و نهایتاً کارایی تخصیصی کشتارگاهها کرد. نتایج مطالعه وی نشاندهنده پایین‌بودن کاراییهای فنی (۰/۳۳)، تخصیصی (۰/۰۲) و اقتصادی (۰/۰۱–۰/۳۸) و تفاوت زیاد بین ظرفیتهای بالقوه و بالفعل (حدود ۵۵٪) است. این محقق لزوم تجدیدنظر در ساختار ذبح، بسته‌بندی و عرضه گوشت بهداشتی را راهکار افزایش کارایی بسیار اندک فعلی واحدها و افزایش اشتغال در منطقه برشمرد (لواء، ۱۳۷۹).

سعیدی در پژوهش دیگری وضعیت کشتارگاههای استان تهران را بررسی کرد. وی پس از تشریح مسائل بهداشتی کشتارگاهها و محاسبه مازاد کشتاری، به شرح انواع روشهای تصفیه فاضلاب پرداخت. نهایتاً با ملاحظات بهداشتی و زیستمحیطی، کشتارگاههای استان را در گروههایی نظیر کشتارگاههایی که باید در کوتاهمدت، میانمدت و درازمدت تعطیل شوند و کشتارگاههای قادر به ادامه فعالیت طبقه‌بندی کرد. وی همچنین انتخاب و پیشنهاد یک سیستم تصفیه سپتیک برای کشتارگاهها را عملی نادرست و احتمالاً ناموفق ارزیابی کرده و به کارگیری مجموعه‌ای از روشهای

1.corrected ordinary least squares

تصفیه فاضلاب (روشهای تلفیقی) را در جهت بهبود بازده و کاهش آلاینده‌ها مؤثر دانست (سعیدی، ۱۳۷۹).

حسینی‌یکانی در تحقیقی اقدام به تعیین کارایی و بهره‌وری کشتارگاههای مرغ گوشتی استان تهران با استفاده از سه روش اندازه‌گیری کارایی فنی (تابع تولید مرز قطعی، تحلیل فراگیر داده‌ها و تحلیل مرز تصادفی) و مقایسه این روشها با یکدیگر کرد. داده‌ها و اطلاعات لازم از ۱۷ واحد کشتارگاه مرغ گوشتی استان تهران برای سالهای ۱۳۷۸-۸۰ جمع‌آوری شد. نتایج مطالعه وی نشان داد اندازه و ظرفیت بالای واحدها موجب افزایش کارایی آنها نمی‌شود و به کارگیری هر نوع راهبردی که موجب کاهش هزینه‌های متوسط تولید گردد، با افزایش کارایی مقیاس واحدها، کارایی فنی را بهبود می‌بخشد و در نتیجه بهره‌وری استفاده از عوامل تولید را می‌افزاید (حسینی یکانی، ۱۳۸۲).

مواد و روشها

فناوری بنگاههای آلاینده را می‌توان با استفاده از توابع تولید، هزینه و سود و همچنین توابع فاصله نهاده و ستانده تصریح کرد (Färe & et al., 1989). چنانچه یک بنگاه برداری مشتمل بر K عامل تولید را به‌منظور تولید همزمان ستانده‌های خوب (مطلوب)[1] و ستانده‌های بد (نامطلوب)[2] به کار گیرد، فروض مربوط به درجه قابلیت حذف ستانده‌ها[3] بسیار مهم خواهد بود و بهتر است بردار ستانده به دو زیربردار[4] ستانده‌های خوب و بد تجزیه شود. اختلاف بین این دو نوع ستانده به فرض قابلیت حذف آنها برمی‌گردد، به‌طوری که ستانده‌های خوب کاملاً آزاد[5] است، درحالی که ستانده‌های بد تنها به طور ضعیفی قابل حذف (WD) می‌باشد. این بدان معناست که ستانده بد به راحتی قابل حذف نیست و یا حذف آن بدون هزینه امکانپذیر نمی‌باشد. در این مجموعه کاهش در ستانده‌های بد تنها زمانی امکانپذیر می‌شود که ستانده‌های مطلوب نیز به‌طور همزمان کاهش و یا مصرف نهاده‌ها افزایش یابد.

1.good (desirable) outputs
2. bad (undesirable) outputs
3. output disposability
4. sub-vector
5. freely disposable (FD)

بردار عوامل تولید $X = (X_1, ..., X_K)$

بردار ستانده‌های مطلوب $Y = (Y_1, ..., Y_g)$

بردار ستانده‌های نامطلوب $Z = (Y_{g+1}, ..., Y_M)$

به اعتقاد فیر و همکاران (همان منبع)، ارتباط بین ستانده خوب و ستانده بد توسط فناوری (که در ستانده بد به‌طور ضعیف قابل حذف است) نمایش داده می‌شود. در این حالت فناوری تولید را می‌توان از طریق مجموعه ستانده[1] و همچنین تابع فاصله ستانده نمایش داد. در واقع تابع فاصله این امکان را فراهم می‌سازد که بتوان فناوری تولید چندمحصولی و چندعاملی را بدون نیاز به فرض حداقل‌سازی هزینه و یا حداکثرسازی سود بیان کرد:

$$D_0(Y, Z, X) = \min\{\theta : (Y/\theta,\ Z/\theta) \in P(X)\} \qquad \forall\ \ \theta \in [0,1] \qquad (۱)$$

در اینجا تابع فاصله ستانده، حداکثر میزان افزایش متناسب در بردار ستانده را با توجه به بردار ثابت عوامل تولید نشان می‌دهد. در این‌صورت مقدار عددی تابع فاصله ستانده، معکوس سنجه دیدگاه ستانده‌ای فارل[2] از کارایی فنی است (همان منبع). بی گمان این فاصله در صورتی که مجموعه عوامل تولید ثابت بماند، معکوس ضریبی است که تولید کلیه ستانده‌ها می‌تواند به آن میزان افزایش یابد. در این وضعیت چنانچه بردار ستانده‌ها (Y, Z) عضوی از مجموعه موجه ستانده[3] $P(X)$ باشد، تابع فاصله، مقادیر کمتر یا مساوی یک خواهد گرفت.

فرم کلی تابع تصادفی فاصله ستانده به‌صورت زیر است:

$$\begin{aligned} Ln\, D_0 = \alpha_0 &+ \sum_{m=1}^{4} \alpha_m\, Ln Y_m + \sum_{k=1}^{5} \beta_k\, Ln\, X_k + 0.5 \sum_{m=1}^{4}\sum_{m'=1}^{4} \alpha_{mm'}\, Ln Y_m\, Ln Y_{m'} \\ &+ 0.5 \sum_{k=1}^{5}\sum_{k'=1}^{5} \beta_{kk'}\, Ln\, X_k\, Ln\, X_{k'} + \sum_{k=1}^{5}\sum_{m=1}^{4} \lambda_{km}\, Ln\, X_k\, Ln Y_m + \varepsilon \end{aligned} \qquad (۲)$$

که در آن D، X و Y به‌ترتیب سنجه تابع فاصله، بردار عوامل تولید و بردار ستانده‌ها (خوب و بد) است و α، β و λ نیز پارامترهای براوردی و ε جمله اخلال تصادفی با توزیع نرمال $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ می‌باشد.

1.output set
2. farrell output measure
3. feasible output set

مشکل اولیه براورد اقتصادسنجی این‌گونه توابع، عدم‌مشاهده متغیر وابسته آن یعنی سنجه تابع فاصله می‌باشد که با اعمال شرط همگنی درجه یک ستانده‌ها و به کارگیری جزء ناکارایی رفع می‌شود. در نهایت، فرم نهایی تابع فاصله ستانده نرمال‌شده (رابطه ۳)، که از طریق نرم‌افزارهای اقتصادسنجی براورد شدنی است، حاصل می‌گردد:

$$
\begin{aligned}
-LnY_1 = \alpha_0 + \sum_{j=2}^{4} \alpha_j \, LnY_j^* + \sum_{k=1}^{5} \beta_k \, Ln X_k + 0.5 \sum_{j=2}^{4} \sum_{j'=2}^{4} \alpha_{jj'} \, LnY_j^* \, LnY_{j'}^* \\
+ 0.5 \sum_{k=1}^{5} \sum_{k'=1}^{5} \beta_{kk'} \, Ln X_k \, Ln X_{k'} + \sum_{k=1}^{5} \sum_{j=2}^{4} \lambda_{kj} \, Ln X_k \, LnY_j^* + u + \varepsilon
\end{aligned}
\qquad (۳)
$$

Y_j^* ستانده‌های نرمال‌شده ($Y_j^* = Y_j / Y_m$)، u جمله اخلال تصادفی غیرمنفی ($u \sim N^+(\mu, \sigma_u^2)$ و μ نیز یکی از پارامترهای براوردی الگوست. پارامترهای اصلی تابع فاصله ستانده (رابطه ۲) عیناً همان پارامترهای تابع نرمال‌شده (رابطه۳) هستند. تعدادی پارامتر در الگوی ۲ نیز وجود دارد که به‌دلیل اعمال شرایط همگنی در الگوی ۳ مشاهده نمی‌شود. باید متذکر شد که این پارامترها می‌باید با بهره‌گیری از روابط همگنی و استفاده از پارامترهای الگوی ۳ محاسبه شود و برای این ضرایب، امکان محاسبه آماره t و انجام دادن آزمونهای آماری امکانپذیر نیست. از سوی دیگر، پیش از براورد این الگوها، تصریح فرم تابعی مناسب به‌منظور بررسی اقتصادسنجی ارتباط بین ستانده‌های خوب و بد حائز اهمیت است. به عقیده گرین(Greene, 1997)، فرمهای تابعی انعطاف‌پذیر امکان تحمیل و مدلسازی اثرهای مرتبه دوم نظیر قیود تحدب و قیود همگنی و سهولت محاسبه جزء ناکارایی را دارند. ضمن آنکه در متون مرتبط با موضوع، چنین معیارهایی منجر به انتخاب فرم تابعی ترانسلوگ شده است (رجوع شود به منابع ۱۱، ۱۹، ۲۰و ۲۱). مطالعه حاضر، تابع تصادفی فاصله ستانده نرمال‌شده را به فرم ترانسلوگ (نرمال‌شده با ستانده مطلوب شاخص گوشت تولیدی) و با در نظرگرفتن یک ستانده مطلوب (شاخص گوشت تولیدی : Y_1)، سه ستانده آلاینده (بار آلی: $Z_1 = Y_2$، بار شیمیایی[۱]:

۱. مقدار اکسیژن لازم جهت فعل و انفعالات شیمیایی مواد آلی و تبدیل آنها به مواد ساده‌تر به کمک اکسیدکننده قوی در محیط اسیدی در حرارت جوش، بارآلی یا COD نام دارد که عمدتاً برای پی‌بردن به آلودگی آب و فاضلابهای صنعتی به کار می‌رود (سعیدی، ۱۳۷۹).

$Z_2 = Y_3$ و بار میکروبی: $Z_3 = Y_4$) و پنج عامل تولید (نیروی کار، انرژی مصرفی، دام کشتاری، آب و سرمایه: X_k ها) و به فرم رابطه ۳ به کار می گیرد.

پس از براورد تابع ۳، به‌منظور ارزیابی مقادیر کارایی زیستمحیطی، بر اساس رهیافت فیر و همکاران، لازم است ابتدا قیمتهای ستانده‌ها مشخص شود. با توجه به اینکه ستانده مطلوب (گوشت) دارای قیمت بازاری است، از این قیمت استفاده می‌شود. مشکل اصلی برای ستانده‌های نامطلوب (انواع آلودگیهای آلی، شیمیایی و میکروبی) این است که قیمت بازاری ندارند. لذا باید طی مراحلی قیمت سایه‌ای آنها استخراج شود. از این رو محققان متعددی فرم بسط یافته (رابطه ۴) را معرفی کرده‌اند[1]:

$$\frac{P_{Y_j}}{P_{Y_1}} = \frac{\dfrac{\partial D_0(X,Y)}{\partial Y_j}}{\dfrac{\partial D_0(X,Y)}{\partial Y_1}} \qquad (۴)$$

که در آن ∂ نشاندهنده مشتق جزئی است و از طریق آن P_{Y_j} محاسبه می‌شود. در این حالت، قابلیت حذف ضعیف ستانده‌ها حاکی از آن است که کاهش در ستانده نامطلوب، هزینه فرصت[2] مرتبطی از کاهش ستانده مطلوب و یا افزایش مصرف نهاده‌ها دارد (رجوع شود به منابع ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۸و۱۹).

در مرحله بعد به‌منظور محاسبه کارایی زیستمحیطی لازم است مقادیر کارایی فنی (TE) و کارایی به کارگیری نهاده‌ها (RE)[3] برای تک‌تک واحدها محاسبه شود. کارایی به کارگیری منابع در واقع نشاندهنده نسبت درآمد فعلی به حداکثر درآمد موجه (در وضعیتی که بنگاه به لحاظ زیستمحیطی و فنی کارا باشد) است. بر اساس معادلات ارائه‌شده، حداکثر تولید بنگاه در شرایطی تحقق می‌یابد (کارا به‌لحاظ فنی) که تولید روی مرز انجام شود؛ یعنی $\varepsilon = 0$ و $u = 0$ باشد. همچنین در وضعیتی بنگاه به لحاظ زیستمحیطی کاراست که به‌ازای تولید هر واحد ستانده مطلوب، کمترین تولید ستانده‌های نامطلوب و به‌عبارتی حداقل Y_j / Y_i را دارا باشد. با این مقدمه، روش زیر برای براورد مقادیر کارایی به کارگیری منابع در متون مرتبط با موضوع آمده است:

---

۱. برای کسب توضیحات بیشتر در خصوص روابط همگنی و استخراج قیمتهای سایه‌ای به منبع دریجانی،۱۳۸۴ مراجعه شود.

2. Opportunity cost

3. Resource use efficiency (RE)

با قراردادن $\varepsilon = 0$ در رابطه ۳، مقدار براورد شده LnY_1 و سپس حداکثر نسبت $\hat{Y}_1 / Y_j$ برای مجموعه نمونه محاسبه می‌شود. مجدداً با قراردادن $\varepsilon = 0$، $u = 0$ و حداقل ستانده‌های بد نرمال‌شده ($\min Y_j^*$) برای کلیه مشاهدات، یک بار دیگر مقدار براوردی LnY_1 محاسبه می‌شود و با توجه به شاخص قیمت بازاری گوشت تولیدی (P_{Y_1}) و مقادیر $\hat{Y}_j$ حاصل از $\hat{Y}_j = (\min Y_j^*).\hat{Y}_1$، قیمت سایه‌ای ستانده‌های آلاینده منتج از جایگزینی در فرم مبسوط معادله ۴، تابع درآمد برای تک‌تک مشاهدات و به‌شکل $P_{Y_1}\hat{Y}_1 + \sum_{j=2}^{4} P_{Y_j}\hat{Y}_j$ محاسبه می‌گردد. سپس درآمد کلیه واحدها با استفاده از رابطه $P_{Y_1}Y_1 + \sum_{j=2}^{4} P_{Y_j}Y_j$ محاسبه و از حاصل تقسیم درآمد این مرحله به حداکثر درآمد هر مشاهده (تابع درآمد مرحله قبل)، کارایی به کارگیری نهاده‌ها (RE_i) برای کلیه مشاهدات محاسبه می‌شود. از آنجا که کارایی به کارگیری منابع از حاصل ضرب (تلفیق) کاراییهای فنی و زیستمحیطی به دست می‌آید، کارایی زیستمحیطی با در اختیار داشتن مقادیر کارایی فنی و کارایی به کارگیری نهاده‌ها، و از طریق رابطه $EE_i = RE_i / TE_i$ محاسبه می‌شود (Färe & et al., 1993).

مشاهدات و نتایج

اطلاعات مربوط به مقادیر انتشاریافته آلاینده‌ها در سال ۱۳۸۲ به‌صورت سرشماری[1] از کلیه کشتارگاههای فعال دام استان تهران (۳۱ کشتارگاه فعال) و نمونه‌برداری از پساب مبادی ورودی و خروجی سیستم تصفیه جمع‌آوری شد. ظرفیت کم دستگاه‌های سنجش آلودگی بیوشیمیایی (بار آلی BOD_5) یکی از اصلی‌ترین عوامل محدودکننده حجم نمونه‌برداری محسوب می‌گردید، به‌طوری که به‌منظور سنجش آلودگی بیوشیمیایی لازم بود نمونه‌ها حداقل پنج روز کامل در دستگاه‌های مربوط تحت آزمایش باشند و یک روز نیز به‌منظور آماده‌سازی دستگاه‌ها جهت پذیرش نمونه‌های جدید در نظر گرفته شود. از این رو ظرفیت ۸-۱۴ نمونه در هفته و هفته‌ای یک بار (معمولاً روزهای دوشنبه) برای انجام آزمایشها تعیین شد. ذکر این نکته ضروری است که با توجه به پراکنش واحدهای کشتارگاهی، شرایط جوی، محدودیتهای مربوط به توجیه و هماهنگی، پایان ساعات کاری کشتارگاه

1.census

و مهلت ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاههای تخصصی (حداکثر پنج ساعت پس از نمونه‌برداری)، بعضاً سقف تعیین‌شده نمونه‌ها نیز تکمیل نمی‌گردید، به گونه‌ای که در طول دوره نمونه‌برداری کمترین تعداد نمونه ارسالی یک عدد (مربوط به واحد اشتهارد) و حداکثر ۱۴ عدد مربوط به مرحله دوم نمونه‌برداری از کشتارگاههای شهرستان ری بود. در مجموع، طی برنامه زمانبندی، عملیات نمونه‌برداری از کشتارگاهها در ۱۳ نوبت و بیش از سه ماه انجام گرفت. پارامترهای زیستمحیطی بارآلی (اکسیژن بیوشیمیاییBOD)، بار شیمیایی (اکسیژن شیمیاییCOD) و بار میکروبی (شمارش کلی کلیفرم) منطبق با روشهای استاندارد و بر مبنای نمونه‌های پساب ارسالی به آزمایشگاههای تخصصی سنجش گردید. همزمان با مراجعه به کشتارگاهها و استعلام از شبکه‌های دامپزشکی مورد نظر آمار و اطلاعات مربوط به نهاده‌ها و ستانده‌های تولیدی نیز گردآوری شد.

در الگوهای مورد استفاده از پنج عامل تولید مشتمل بر نیروی کار (نفر روز کار)، انرژی مصرفی[۱](هزار تومان)، نهاده دامی[۲] (بر حسب «واحد دامی[۳]»)، آب (مترمکعب) و سرمایه[۴](واحد دامی) بهره گرفته شد. از سوی دیگر، به دلیل کشتار انواع مختلف دام و در نتیجه متنوع بودن گوشت تولیدی برای هر کشتارگاه، بر مبنای سهم انواع دام از کل ارزش دام کشتاری هر کشتارگاه، شاخص وزنی گوشت تولیدی (ستانده Y_1) و شاخص وزنی بهای گوشت تولیدی (P_{Y_1})، محاسبه و در تحلیلها به کار گرفته شد. نهایتاً با توجه به تعداد واحدهای فعال و ضرورت همگنی تکنولوژیکی در نمونه‌های مورد برازش الگوهای مرزی، مدلهای رگرسیونی مذکور تنها روی ۵۲ مشاهده (شامل قبل و بعد از تصفیه) برازش شد. اطلاعات جدول ۱ بخشی از آماره‌های توصیفی متغیرهای الگو را نشان می‌دهد.

---

۱. کل هزینه انواع انرژی نظیر الکتریسیته و سوخت

۲. به دلیل متنوع بودن انواع دام کشتاری در هر کشتارگاه نظیر گوسفند، بز، گاو و شتر، از «شاخص واحد دامی» به‌عنوان نهاده دام کشتاری بهره گرفته‌شد.

۳. واحد دامی (animal unit) در ایران «یک گوسفند به وزن ۳۰-۳۵ کیلوگرم» است. بر این اساس، گوسفند و بره معادل یک واحد دامی، بز و بزغاله ۰/۷۵، گاو و گوساله ۵، گاو بومی، گاو دورگ، گاو اصیل، گاومیش و شتر به ترتیب ۷، ۸، ۸، ۸ و ۷ واحد دامی محسوب می‌شوند (امینی فرد، ۱۳۷۸).

۴. به‌دلیل عدم‌دسترسی به اطلاعات قابل اعتماد نهاده سرمایه، بویژه ارزش سرمایه مربوط به انواع داراییها و تجهیزات و نرخ استهلاک دستگاهها و تجهیزات و هزینه تعمیرات سالانه و غیره، از ظرفیت اسمی کشتار تعدیل شده (بر حسب نهاده دامی) به‌عنوان جانشین نهاده سرمایه استفاده شده است.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی متغیرهای تحقیق در کشتارگاههای مورد مطالعه

متغیر		واحداندازه‌گیری	میانگین	حداقل	حداکثر
نیروی کار	X_1	نفر روز کار	۸۸۰۸۶	۱۰۵۶۰	۱۷۵۲۰۰
انرژی (هزینه انرژی)	X_2	هزار تومان	۳۴۳۵	۲۰۰	۱۲۰۰۰
نهاده دامی	X_3	واحد دامی	۱۱۵۷۷۱	۱۱۸۸۷	۳۱۶۰۷۳
آب مصرفی	X_4	مترمکعب	۳۶۲۶	۵۰۰	۱۱۵۰۰
سرمایه(ظرفیت اسمی‌تعدیل‌شده کشتار)	X_5	واحد دامی	۲۱۶۱۵۸	۳۱۹۰۰	۵۳۳۸۰۰
ستانده آلاینده بار آلی (BOD)	Y_2	تن اکسیژن	۲۰/۴	۰/۰۰۷	۸۴/۲
ستانده آلاینده بار شیمیایی (COD)	Y_3	تن اکسیژن	۲۹/۴	۰/۰۹۵	۱۳۹/۹
ستانده آلاینده بار میکروبی	Y_4	صد میلیارد کلیفرم	۸۳/۱	۰/۰۰۰۲	۶۹۸/۱
شاخص گوشت تولیدی کشتارگاه	Y_1	تن	۲۴۳۱/۷	۲۳۵/۳	۷۸۱۸/۱
شاخص قیمت یک کیلوگرم گوشت تولیدی	P_{Y1}	ریال	۴۰۸۹۰	۳۸۶۲۰	۴۱۹۳۰

مأخذ: داده‌های بررسی

بر این اساس، به‌طور متوسط هر کشتارگاه سالانه با کشتار ۱۱۵/۷ هزار نهاده دامی و به کارگیری ۸۸ هزار نفر-روز نیروی کار، ۲۴۳۱ تن انواع گوشت (به‌عنوان ستانده مطلوب با متوسط قیمت ۴۰۸۹۰ ریال برای هر کیلوگرم گوشت) تولید کرده، ضمن آنکه ۲۰/۴ تن اکسیژن آلی، ۲۹/۴ تن اکسیژن شیمیایی و ۸۳۰۰ میلیارد کلیفرم (به‌عنوان ستانده‌های آلاینده) روانه محیط زیست نموده است. از سوی دیگر، مقایسه ظرفیت اسمی کشتار (به‌عنوان جایگزین نهاده سرمایه) با ظرفیت عملی کشتار (نهاده دام کشتاری) نشان می‌دهد که در شرایط موجود ۴۴/۱۱ درصد ظرفیت کشتارگاهها بدون استفاده مانده است که این امر برنامه‌ریزی کارامدی را به‌منظور استفاده از این ظرفیتها و فرصتهای تولیدی می‌طلبد.

الگوی مرز تصادفی ۳ با بهره‌گیری از روش حداکثر راستنمایی و استفاده از نرم‌افزار اقتصادسنجی ویژه توابع مرزی[1] FRONTIER براورد شد. در میان توابع متعدد برازش‌شده، فرم تابعی ترانسلوگ با یک ستانده مطلوب، چهار نهاده (نیروی کار، انرژی، نهاده دامی و آب) و سه ستانده نامطلوب انتخاب گردید که نتایج آن در جدول ۲ گزارش شده است.

1. FRONTIER 4.1 Package, (Coeli, 1993)

جدول ۲. نتایج براورد اقتصادسنجی تابع ترانسلوگ مرزی تصادفی فاصله ستانده نرمال‌شده

متغیر	پارامتر	مقدار براوردی	سطح معنیداری	متغیر	پارامتر	مقدار براوردی	سطح معنیداری
CONSTANT	α_0	-۳۷/۱۴۱	***	$X_2 Z_1$	λ_{22}	۰/۶۰۸	*
Y	α_1	۲/۲۱۳	#	$X_3 Z_1$	λ_{32}	-۱/۸۵۹	***
$Y_{2=} Z_1$	α_2	۵/۱۹۵	***	$X_4 Z_1$	λ_{42}	۱/۷۴۲	***
$Y_{3=} Z_2$	α_1	-۰/۱۴۳	ns	$X_1 Z_2$	λ_{13}	-۰/۴۲۰	*
$Y_4 = Z_3$	α_4	-۶/۲۶۵	***	$X_2 Z_2$	λ_{23}	-۰/۷۴۸	**
X_1	β_1	۶/۵۶۶	***	$X_3 Z_2$	λ_{33}	۱/۸۹۴	***
X_2	β_2	-۶/۳۵۰	***	$X_4 Z_2$	λ_{43}	-۱/۳۹۵	**
X_3	β_3	۱۶/۲۸۹	***	$X_1 Z_3$	λ_{14}	۰/۶۱۰	***
X_4	β_4	-۱۶/۴۶۶	***	$X_2 Z_3$	λ_{24}	-۰/۱۳۷	ns
YY	α_{11}	۰/۲۴۲	#	$X_3 Z_3$	λ_{34}	۰/۵۸۲	**
YZ_1	α_{12}	-۰/۱۰۹	#	$X_4 Z_3$	λ_{44}	-۰/۷۶۳	***
YZ_2	α_{13}	-۰/۰۹۴	#	X_1X_1	β_{11}	-۰/۴۶۶	ns
YZ_3	α_{14}	-۰/۰۳۹	#	X_1X_2	β_{12}	۰/۲۴۵	ns
Z_1Z_1	α_{22}	-۰/۰۸۰	*	X_1X_3	β_{13}	۰/۳۲۹	ns
Z_1Z_2	α_{23}	۰/۲۲۲	**	X_1X_4	β_{14}	-۰/۳۳۷	ns
Z_1Z_3	α_{24}	-۰/۰۳۳	ns	X_2X_2	β_{22}	-۰/۰۶۲	ns
Z_2Z_2	α_{33}	-۰/۲۰۳	**	X_2X_3	β_{23}	۲/۵۲۸	***
Z_2Z_3	α_{34}	۰/۰۷۴	ns	X_2X_4	β_{24}	-۳/۱۱۰	***
Z_3Z_3	α_{44}	-۰/۰۰۳	ns	X_3X_3	β_{33}	-۳/۶۳۴	***
X_1Y	λ_{11}	۰/۰۴۴	#	X_3X_4	β_{34}	۵/۳۴۱	***
X_2Y	λ_{21}	۰/۰۲۷۷	#	X_4X_4	β_{44}	-۱/۰۱۵	ns
X_3Y	λ_{31}	-۰/۶۱۶	#	sigma-squared	σ^2	۰/۰۱۹	***
X_4Y	λ_{41}	۰/۴۱۶	#	gamma	γ	۰/۹۲	***
$X_1 Z_1$	λ_{12}	-۰/۲۳۴	ns	LLF= **-۷/۶۳**		$\lambda_{LRT} = mixed\ \chi^2 =$ **۱۵/۱۰*****	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

***: معنیدار در سطح ۹۹ درصد، **:معنیدار در سطح ۹۵ درصد، *: معنیدار درسطح۹۰ درصد، ns عدم معنیداری، #: غیرقابل محاسبه

الگوی برازش‌شده معنیداری کلی رگرسیون را نشان می‌دهد. همچنین آزمون معنیداری جزئی رگرسیون (آزمون t) نشان می‌دهد ۲۴ ضریب براوردشده در سطوح خطای کمتر از ۱۰ درصد معنیدار شده‌اند. آماره‌های σ^2 و γ نیز پارامترهای مربوط به توزیع جزء اخلال تصادفی الگو می‌باشند. بر اساس آزمون تعمیم‌یافته نسبت راستنمایی[1] ملاحظه می‌گردد مقدار براوردشده γ به‌شکل معنیداری متفاوت از صفر است. از این رو می‌توان استنباط کرد که روش حداکثر راستنمایی به روش حداقل مربعات معمولی ترجیح دارد. ضمن آنکه اختلاف بین واحدها صرفاً ناشی از عوامل خارج از کنترل مدیر نیست و مقادیر کارایی فنی دارای توزیع تصادفی است و از طریق براورد تابع مرز تصادفی قابل مشاهده‌می‌باشد.

پس از برازش الگوی مرز تصادفی رابطه ۳، بازیابی و محاسبه پارامترهای مفقودی[2]، پارامترها و مقادیر متغیرها در فرم مبسوط رابطه ۴، جایگزین و قیمتهای سایه‌ای آلاینده‌های زیستمحیطی تک‌تک بنگاهها محاسبه گردید[3]. سپس با استفاده از روش شرح داده‌شده در بخش مواد و روشها، مقادیر کارایی به کارگیری منابع و اصلی‌ترین موضوع، یعنی کارایی زیستمحیطی واحدها براورد شد، ضمن آنکه بر اساس تحلیل میانگین، انواع کارایی در گروههای مختلف کشتارگاهی از حیث سطح فناوری و نوع مالکیت مورد مقایسه آماری قرار گرفت. جدول ۳ نتایج حاصل از رهیافت اقتصادسنجی براورد کاراییهای به کارگیری منابع و زیستمحیطی کشتارگاههای دام استان تهران را ، که در گروههای مختلف مقایسه شده‌اند، نمایش می‌دهد.

---

1. generalized likelihood ratio test (LRT); $\lambda_{LRT} = -2\left(LLF_{H_0} - LLF_{H_1}\right) \approx mixed\ \chi^2$

۲. پارامترهای مفقودی پارامترهایی است که در تابع فاصله اصلی وجود دارد، اما به‌واسطه اعمال شرط همگنی در فرم براوردپذیر(تابع فاصله نرمال‌شده) حذف شده‌است. این پارامترها را می‌باید پس از براورد الگو، و بر اساس معادلات همگنی استخراج کرد (در جدول ۲ پارامترهایی که روبه روی آنها علامت # درج شده است، مفقودشده به‌شمار می‌روند). همچنین با استفاده از پارامترهای الگوی ۲ کششهای تولید، بازده مقیاس و روابط جانشینی قابل استخراج است (برای اطلاع بیشتر به منابع ۶ و ۱۳ مراجعه شود).

۳. میانگین قیمت سایه‌ای آلاینده‌های بار آلی، بار شیمیایی و بار میکروبی پساب کشتارگاههای دام به‌ترتیب ۹۱۶۴، ۱۴۵۰۲ و ۷۰۵ ریال به‌ازای انتشار یک کیلوگرم اکسیژن آلی، اکسیژن شیمیایی و یکصدمیلیون کلیفرم استخراج شده است (منابع ۷ و ۱۲ و ۱۳).

جدول ۳. مقایسه کاراییهای زیستمحیطی و به کارگیری منابع گروههای کشتارگاهی در وضعیت قبل و بعد از تصفیه

نوع کارایی/گروه کشتارگاهی / وضعیت		قبل از تصفیه	پس از تصفیه
کارایی‌به‌کارگیری‌منابع	مکانیزه	۵۸/۰۷ (a)	۷۱/۷۰ (b)
	نیمه‌مکانیزه	۵۰/۹۸ (a)	۵۳/۰۵ (ab)
	کم‌مکانیزه	۳۵/۵۲ (a)	۳۶/۵۴ (a)
کارایی زیستمحیطی	مکانیزه	۶۳/۲۳ (a)	۷۶/۲۲ (b)
	نیمه‌مکانیزه	۵۵/۱۷ (a)	۵۷/۳۵ (ab)
	کم‌مکانیزه	۴۳/۱۳ (a)	۴۴/۲۶ (a)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تذکر: در هر سری ستون، میانگینهای با حروف مشترک اختلاف معنیداری با یکدیگر ندارند.

ملاحظه می‌شود که کشتارگاههای مکانیزه در مقایسه با کشتارگاههای نیمه‌مکانیزه از وضعیت مناسبتری برخوردار بوده‌اند به‌طوری که متوسط انواع کارایی کشتارگاههای مکانیزه بالاتر از گروههای دیگر ارزیابی شده است. بایدگفت که در وضعیت قبل از تصفیه، آزمون مقایسه میانگین اختلاف آماری معنیداری را بین سطوح مختلف فناوری نشان نمی‌دهد. در حالی که در وضعیت پس از تصفیه، گروه نیمه‌مکانیزه به‌عنوان حدواسط بوده و گروه مکانیزه بالاترین سطح کارایی را به خود اختصاص داده است. بر این اساس می‌توان تفسیر کرد چنانچه کشتارگاههای کم‌مکانیزه بتوانند به‌لحاظ فنی و زیستمحیطی کارا عمل نمایند، پتانسیل افزایش ۶۳/۴۶ درصدی در درامد ناخالص خواهند داشت. این رقم برای کشتارگاههای مکانیزه و نیمه‌مکانیزه به‌ترتیب ۲۹/۳۰ و ۴۶/۹۵ درصد است، در حالی که مقادیر کارایی زیستمحیطی نشان از امکان بهبود ۵۵/۷۴، ۴۲/۶۵ و ۷۸/۳۳ درصدی در کاهش آلاینده‌ها و به‌تبع آن ارتقای عملکرد زیستمحیطی واحدهای کشتارگاهی مکانیزه، نیمه‌مکانیزه و کم‌مکانیزه دارد. در این خصوص، بهره‌گیری از توانمندیهای کارشناسان مهندسی محیط زیست و استفاده از تأسیسات کارامد تصفیه‌ای، بهبود وضعیت موجود را ممکن می‌سازد. از این رو آموزش کارکنان، استخدام کارشناسان مهندسی محیط زیست، راه‌اندازی و بهره‌برداری از سیستمهای تصفیه به‌منظور ارتقای عملکرد زیستمحیطی توصیه می‌شود. در مجموع، مقادیر ارزیابی‌شده کاراییهای

زیستمحیطی و به کارگیری منابع نشان داد که اکثر واحدهای کشتارگاهی مورد مطالعه کارا نبوده به‌طوری که امکان ارتقای عملکرد به کارگیری منابع و زیستمحیطی با فناوری حاضر وجود دارد.

نتایج مقایسه میانگین انواع کارایی در گروههای مالکیت (جدول ۴) حاکی از وضعیت نامناسب واحدهای دولتی (میانگین ۳۵/۹۳ و ۴۴/۸۹ برای کاراییهای به کارگیری منابع و زیستمحیطی) و وضعیت ممتاز واحدهای تعاونی (۸۳/۶۸ و ۸۵/۹۸) دارد. واحدهای خصوصی (۵۲/۲۰ و ۵۶/۸۸) نیز در وضعیت بینابین قرار دارند. از این رو ترغیب واگذاری واحدهای دولتی به بخش تعاونی و خصوصی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

جدول ٤. مقایسه میانگین انواع کارایی در گروههای مالکیت کشتارگاهها (درصد)

کارایی / گروه مالکیت	خصوصی	تعاونی	دولتی	کل
کارایی به کارگیری منابع	۵۲/۲۰ (ab)	۸۳/۶۸ (b)	۳۵/۹۳ (a)	۵۲/۷۵
کارایی زیستمحیطی	۵۶/۸۸ (ab)	۸۵/۹۸ (b)	۴۴/۸۹ (a)	۵۷/۷۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تذکر: در هر سطر، میانگینهای با حروف مشترک اختلاف معنیداری با یکدیگر ندارند.

از سوی دیگر به‌منظور ارزیابی اثربخشی سیستمهای تصفیه‌ای مورد استفاده در بهبود عملکرد زیستمحیطی کشتارگاهها، از روش آزمون مقایسه زوجی[1] مقادیر عملکرد قبل و پس از اعمال تصفیه استفاده گردید (جدول ۵).

نتایج آزمون مقایسه زوجی نشان می‌دهد هر دو نوع سیستم تصفیه متداول اثر معنیداری بر بهبود کارایی زیستمحیطی داشته‌اند، ولی سیستم تصفیه بیولوژیک در مقایسه با سیستم تصفیه سپتیک از کارایی نسبی بالاتری برخوردار بوده است، به‌طوری که شاخص کارایی به کارگیری منابع و کارایی زیستمحیطی در مبادی خروجی سیستم تصفیه بیولوژیک ۶۳/۸۵ و ۶۷/۹۹ درصد است، در حالی که این ارقام برای سیستم تصفیه سپتیک به‌ترتیب ۵۷/۷۶ و ۶۲/۸۸ درصد می‌باشد. در ضمن سیستمهای بیولوژیک توانسته‌اند کارایی به کارگیری منابع و کارایی زیستمحیطی را ۷/۸۹ و ۷/۶۲

1. paired t-test

واحد ارتقا بخشند. این ارقام برای سیستم سپتیک ۲/۱۷ و ۲/۳۷ محاسبه شده است. نکته جالب توجه اینکه به‌رغم کاراتر بودن سیستم بیولوژیک، شاخص عملکرد زیستمحیطی در مبادی ورودی سیستمهای تصفیه در گروه بیولوژیک تقریباً مشابه سیستم سپتیک است. از این رو لزوم تجدیدنظر در فرایند تشکیل پساب برای این کشتارگاهها قوت می‌یابد.

جدول ۵. آزمون مقایسه زوجی ارزیابی عملکرد سیستمهای تصفیه در بهبود مقادیر براوردی انواع کارایی

نوع سیستم تصفیه	وضعیت	کارایی به کارگیری منابع	کارایی زیستمحیطی
سیستم تصفیه بیولوژیک	قبل از تصفیه	۵۵/۹۶	۶۰/۳۷
	پس از تصفیه	۶۳/۸۵	۶۷/۹۹
	آماره t	۳/۴۸	۳/۹۹
	سطح معنیداری	(۰/۰۰۸)	(۰/۰۰۴)
سیستم تصفیه سپتیک	قبل از تصفیه	۵۵/۵۹	۶۰/۵۱
	پس از تصفیه	۵۷/۷۶	۶۲/۸۸
	آماره t	۴/۰۰	۳/۹۹
	سطح معنیداری	(۰/۰۰۳)	(۰/۰۰۳)
کل	قبل از تصفیه	۴۹/۱۰	۵۴/۱۰
	پس از تصفیه	۵۲/۷۵	۵۷/۷۴
	آماره t	۳/۶۰	۳/۹۹
	سطح معنیداری	(۰/۰۰۱)	(۰/۰۰۱)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در پایان با توجه به نتایج پژوهش حاضر، به‌منظور بهبود کارایی زیستمحیطی واحدهای کشتارگاهی، راهکارهای زیر ارائه می‌شود:

– با توجه به آنکه بسیاری از کشتارگاههای حاضر بدون مطالعه احداث شده‌اند، به‌طوری که با مشکلات فنی، زیستمحیطی و بهداشتی روبه رو گردیده و حدود نیمی از ظرفیت اسمی کشتارشان بدون استفاده مانده است، باید قبل از احداث مجتمعهای کشتارگاهی، مطالعه جامعی از حیث امکانسنجی فنی و مکانیابی اقتصادی صورت پذیرد. این مهم باید از سوی مسئولان سازمان حفاظت محیط زیست و شبکه دامپزشکی پیگیری شود.

- از آنجا که راه‌اندازی سیستمهای کارامد تصفیه فاضلاب ضرورتی اجتناب‌ناپذیر و نیازمند صرف سرمایه‌گذاری قابل توجه است، دولت بایددر کوتاهمدت با اعطای تسهیلات (سیاست تشویقی) و در درازمدت از طریق اعمال جرایم منصفانه (سیاست تنبیهی)، واحدهای آلاینده را ملزم به تجهیز سیستمهای مناسب تصفیه فاضلاب و رعایت اصول بهداشتی و زیستمحیطی کند. ضمن آنکه جایگزینی واحدهای فرسوده و سنتی با واحدهای پیشرفته‌تر ضرورت بیشتری می‌یابد.

- با توجه به تجربه واگذاری واحدهای کشتارگاهی استان تهران به بخشهای خصوصی و تعاونی و وضعیت نامناسب واحدهای دولتی (بویژه به‌لحاظ زیستمحیطی)، لازم است دولت تمهیداتی را فراهم آورد و در شیوه مدیریت و بهره‌برداری از واحدهای تحت پوشش خود تجدیدنظر اساسی کند. از سوی دیگر، با ترغیب بخشهای خصوصی و تعاونی، فرایند واگذاری واحدهای تابعه دیگر استانها را نیز تسریع بخشد و وظیفه خود را از تصدی‌گری به نظارت و برنامه‌ریزی تغییر دهد.

منابع

۱. آسافو-آجایی، ج. (۱۳۷۹)، اقتصاد محیط‌زیست برای غیراقتصاددانان، ترجمه دهقانیان و فرج‌زاده، *دانشگاه فردوسی مشهد*.

۲. آقاعلی‌نژاد، ع. و ص. رحیمی‌سوره (۱۳۷۶)، کشتارگاهها و فرآوری محصولات فرعی کشتارگاهی، *فصلنامه روستا و توسعه*، شماره ۴، ص‌ص: ۶۳-۹۰.

۳. امینی‌فرد، م. (۱۳۷۸)، اصول نگهداری و پرورش شتر، *مؤسسه انتشارات یزد*.

۴. پروژه توسعه منابع طبیعی (۱۳۷۵)، گزارش نهایی مطالعات تعیین استراتژی گوشت و فرآوری محصولات آن، *وزارت جهاد سازندگی*، جلد سوم (صنعت کشتار).

۵. حسینی یکانی، ع. (۱۳۸۲)، تعیین میزان کارایی و بهره‌وری کشتارگاههای صنعتی مرغ گوشتی با استفاده از روشهای اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی ریاضی (مطالعه موردی استان تهران)، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصادکشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۶.دریجانی، ع. (۱۳۸۴)، ارزیابی کارایی‌های زیست‌محیطی و فنی کشتارگاههای دام استان تهران، *رساله دکتری اقتصاد کشاورزی*، دانشگاه تهران.

۷. دریجانی، ع.، س. یزدانی، غ. شرزه‌ای، م. صدرالاشرافی و غ. پیکانی (۱۳۸۴)، استخراج قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی؛ کاربرد تابع تصادفی فاصله ستانده، مقاله پذیرفته‌شده جهت چاپ در *مجله علمی پژوهشی علوم و صنایع کشاورزی*، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۴ص.

۸. سعیدی، م. (۱۳۷۹)، بررسی وضعیت کشتارگاههای استان تهران با نگرشی بر سیستم تصفیه فاضلاب، *پایان‌نامه دکتری دامپزشکی*، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران.

۹. لواء، ح. (۱۳۷۹)، بررسی و امکان‌سنجی فنی و اقتصادی استقرار کشتارگاههای دام در مقیاس کوچک در مناطق روستایی، *پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی*، دانشگاه علامه طباطبایی.

10. Coelli, T.J. (1993), estimation of frontier production functions: A guide to the computer program FRONTIER, working papers in econometrics and applied Statistics, *Department of Econometrics*, University of New England, Armidale, Australia.

11. Coelli, T.J., & S. Perelman (1996), Efficiency measurement, multiple output technologies and distance functions: with application to European railways, CREPP discussion paper no. 96/05, University of Liege, Liege.

12. Darijani, A., D. Harvey, S. Yazdani, & GH.A. Sharzeie (2005), Derivation shadow prices of bad outputs; The case of livestock slaughterhouses, A paper presented as Oral in 5th *International Conference of Asian Society of Agricultural Economics*, 29-31th August, University of Sistan & Baluchestan, Iran.

13. Darijani, A. (2005), Evaluation of environmental and technical efficiencies for Iranian livestock slaughterhouses, A thesis presented as oral at department of rural economy, 27th May, *University of Alberta*, Canada.

14. Färe, R., S. Grosskopf, C.A.K. Lovell, & C. Pasurka (1989), Multilateral productivity comparisons when some Outputs are undesirable: A nonparametric ppproach, *Review of Economics and Statistics*, 71, PP: 90-98.

15. Färe, R., S. Grosskopf, C.A.K. Lovell, & S. Yaisawarng (1993), Derivation of shadow prices for undesirable outputs: A distance function approach, *Review of Economics and Statistics*, 74, PP: 374-380.

16. Greene, W.H. (1997), Frontier production functions, In: M.H. Pesaran & P. Schmidt (eds.), Handbook of Applied Econometrics, Volume II: Microeconomics, Blackwell, PP: 81-166.

17. Hadley, D. (1998), Estimation of Shadow Prices for Undesirable Outputs: An Application to UK Dairy Farms, *American Agricultural Economics Association Annual Meeting*, August 2-5, Salt Lake City, Utah, 16P.

18. Hailu, A., & T.S. Veeman (2000), Environmentally sensitive productivity analysis of the Canadian Pulp and paper industry, 1959-94: an input distance function approach, *Journal of Environmental Economics Management*, 40, PP: 251-274.

19. Murty, M. N. & S. Kumar (2002), Measuring cost of environmentally sustainable industrial development in India: A distance function approach, *Environmental and Development Economics*, 7, PP: 467-486.

20. Murty, M. N. & S. Kumar (2003), Win-Win opportunities and environmental regulation: Testing of porter hypothesis for Indian manufacturing industries, *Journal of Environmental Management*, 67(2), PP: 139-144

21. Reinhard, S., C.A.K. Lovell, & G.J. Thijseen (1999), Econometric estimation of technical and environmental efficiency: An application to Dutch dairy farms, *American Journal of Agricultural Economics*, 81, PP: 44-60.