

ارزیابی تاثیر آلاینده‌های زیست‌محیطی بر کارایی فنی گاوداری‌های شیری شهرستان سراب به روش تحلیل مرز تصادفی

مرتضی مولائی*^۱ و فاطمه ثانی^۲

۱، استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲، فارغ التحصیل کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۰ - تاریخ تصویب: ۹۶/۲/۲)

چکیده

صنعت دامداری به عنوان یکی از مهم‌ترین زیربخش‌های کشاورزی است، به طوری که نقش مهمی در تولید مواد غذایی پایه مانند شیر و گوشت دارد. بنابراین، هر ساله بایستی به منظور تامین تقاضای داخلی و صادرات مازاد تقاضا بر میزان تولید آن افزوده شود. با توجه به شبه رقابتی بودن بازار نهاده و ستاده محصولات دامی، یکی از راه‌های افزایش تولید و سود دامداری‌ها، افزایش کارایی واحدهای تولیدی است. لذا، هدف از این مطالعه، محاسبه کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی به روش تحلیل مرز تصادفی در گاوداری‌های شیری شهرستان سراب با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و تکمیل پرسشنامه از ۵۱ گاوداری شیری در سال ۱۳۹۴ است. یافته‌های تحلیل مرز تصادفی نشان داد که میانگین کارایی فنی، ۹۵ درصد و میانگین کارایی زیست‌محیطی (با لحاظ کردن آلاینده‌های نیتروژن و فسفر) ۷۲ درصد است. جهت مقایسه آماری اختلاف بین متوسط کارایی فنی و زیست‌محیطی از آزمون کروسکال-والیس استفاده شده است که نتیجه، معنی دار بودن اختلاف بین میانگین کارایی‌ها را تایید می‌کند. از آنجایی که مقدار انتشار آلاینده‌های فسفر و نیتروژن به نوع جیره مصرفی بستگی داشت، پیشنهاد می‌شود واحدهای تولیدی با مدیریت و بهبود کیفیت جیره گاوها، تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی به ازای هر تن تولید شیر را کاهش داده که از این طریق می‌توان کارایی واحدهای تولیدی را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آلاینده فسفر، آلاینده نیتروژن، دامداری، کارایی زیست‌محیطی.

مقدمه

میزان تولید شیر نیز فارغ از این پیشرفت نبوده و سالانه در حال افزایش است. میزان تولید شیر در سال ۱۳۹۲ معادل ۸۲۶۸ هزار تن بوده که این مقدار نسبت به سال قبل، ۳/۹۷ درصد افزایش داشته است. همچنین، در ایران آمار و ارقام در دسترس در طی سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۲ حاکی از آن است که میزان تولید شیر در سال ۱۳۹۲ نسبت به سال ۱۳۵۳، از رشدی معادل ۲۵۹/۵

صنعت دامداری به عنوان یکی از مهم‌ترین زیربخش‌های کشاورزی، تولید کننده اساسی مواد غذایی پایه یعنی شیر و گوشت می‌باشد که باید بر میزان تولیدات آن، به منظور تامین تقاضای داخلی و صادرات مازاد تقاضا، افزوده شود. میزان تولید فرآورده‌های پروتئینی کشور همواره روندی رو به رشد داشته است.

شیوه‌های سنتی تولید و عدم بهره‌گیری از تکنولوژی مدرن می‌باشد (Dashti, 2008).

Ball et al (2004) معتقدند که اندازه‌گیری کارایی بدون تفکیک ستاده‌های خوب و بد درست نیست؛ زیرا این نوع اندازه‌گیری اثرات جانبی را در نظر نمی‌گیرد. به عبارت دیگر، آنها معتقدند که در جریان تولید هم ستاده‌های قابل عرضه به بازار و هم ستاده‌های غیرقابل عرضه به بازار تولید می‌شود. این ستاده‌های غیر بازاری، دارای اثرات زیست‌محیطی مثبت و منفی می‌باشند. این در حالی است که در اکثر مواقع ستاده‌های نامطلوب مانند آلودگی در تخمین کارایی در نظر گرفته نمی‌شود (Zhang et al., 2008). Pittman (1983) نخستین فردی بود که تولید چندین محصول از جمله محصولات بد را در اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری با استفاده از تابع فاصله گنجانده. بعد از پیتمن مطالعات زیادی محصولات بد را در اندازه‌گیری کارایی وارد نمودند. برای مثال می‌توان به (Fare et al., 1989; Coggins & Swinton, 1996; Hetemaki, 1996; Hailu & Veeman, 2000; Ball et al., 2004; Iribarren et al.; 2011; Ramilan et al., 2001; Shortall & Barnrs, 2013) اشاره نمود.

نخستین مطالعه در داخل کشور به منظور برآورد کارایی فنی و زیست‌محیطی، مطالعه Darijani (2005) می‌باشد که بر روی کشتارگاه‌های صنعتی دام استان تهران انجام شده است. همچنین، از جمله مطالعاتی که در ایران به تعیین کارایی زیست‌محیطی پرداخته‌اند می‌توان به (Rezaei et al (2011), Amadeh & Rezaei (2011), Jafarnia & Esmaeili (2013), Seifi et al (2013), Molaei & Sani (2015), Emami Meibodi & Jaydari (2015), Shahiki Tash et al (2015) اشاره کرد.

با توجه به اینکه گاوداری‌ها بزرگ‌ترین تولیدکننده شیر هستند و نقش حیاتی در اقتصاد ملی دارند و کوچکترین عدم کارایی در آن بر سایر بخش‌های اقتصاد اثر می‌گذارد و از سوی دیگر، این بخش با انتشار آلاینده‌ها باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شوند؛ لذا، در این تحقیق تلاش می‌شود که با برآورد کارایی فنی و زیست‌محیطی گاوداری‌ها، در راستای ارتقای عملکرد آنها و کاهش آلودگی زیست‌محیطی پیشنهادهایی ارائه شود.

درصد برخوردار شده است. به گونه‌ای که طی مدت مورد مطالعه (۱۳۵۳ تا ۱۳۹۲) میزان تولید شیر در کشور، سالانه از رشدی معادل ۳/۳۴ درصدی برخوردار است (Agriculture Statistics of Iran, 2013). از آنجایی که بنگاه‌های تولید کننده محصولات دامی معمولاً از طرف بازار نهاده و ستاده در شرایط شبه رقابتی عمل می‌کنند (Akbari et al., 2009)، یکی از راه‌های مطمئن افزایش درآمد و سود، افزایش کارایی هر بنگاه می‌باشد.

فضولات تولیدشده توسط گاوداری‌های فعال در زیربخش دامپروری یکی از منابع انتشار آلاینده‌ها به شمار می‌روند. چنانچه برنامه تغذیه، خوراک دادن و مدیریت عمومی در گاوداری‌ها مناسب نباشد، مقدار اضافی موادغذایی از راه مدفوع و ادرار دفع شده و این پسماندها، آلودگی محیط و افزایش هزینه‌ی تولید را به دنبال خواهند داشت (Chandler, 1996). برخی یافته‌ها حاکی از مصرف بیش از نیاز موادغذایی نسبت به نیازهای گاوها در دامداری‌های کشور است (Nafisi, 2003; Moshref, 2004). توجه روزافزون بر این آثار منفی و کیفیت محیط‌زیست باعث شده است که در مطالعات مربوط به کارایی، آلاینده‌های زیست‌محیطی نیز مد نظر قرار گیرد.

پرورش گاو به منظور تولید شیر و فراورده‌های آن یکی از فعالیت‌های مهم بخش کشاورزی در شهرستان سراب بوده و نقش قابل توجهی از لحاظ تولید و اشتغال و تامین درآمد تولیدکنندگان دارد. این شهرستان در سطح استان، بیشترین مقدار شیر و گوشت را تولید می‌کند که رتبه یک در تولید گوشت قرمز و شیر را در سال ۱۳۹۲ کسب کرده است. این شهرستان ۱۵/۷ درصد شیر استان و ۱۲/۴ درصد گوشت قرمز استان را تامین می‌کند که نشان‌دهنده سهم قابل توجهی می‌باشد. اما متأسفانه اکثر گاوداری‌های شهرستان سراب سنتی بوده و شیوه‌های سنتی تولید در این واحدها اعمال می‌شود. لذا، نیاز به مدیریت صحیح و بهره‌گیری بهینه از نهاده‌های تولید جهت دستیابی به بهره‌وری و کارایی مطلوب و پایدار است. این امر بدلیل بهره‌وری پایین عوامل تولید، عدم کارایی واحدهای تولیدی، ضعف در مدیریت، نادیده انگاشتن اصول اقتصادی، اعمال

مواد و روش‌ها

کارایی مفهوم نسبی است و برای سنجش کارایی باید عملکرد بنگاه مورد نظر با کارایی در شرایط بالقوه تولید مقایسه شود تا مشخص شود که کارایی بنگاه‌ها و واحدهای تولیدی از اندازه مورد انتظار و ایده‌آل تا چه حد فاصله دارد. روش‌های اندازه‌گیری کارایی به روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم می‌شود (Reinhard et al., 2000). تحلیل مرز تصادفی (SFA) از جمله روش‌های پارامتری است که برآورد آن، نیاز به شکل تابعی تولید و توزیع احتمال داده‌ها دارد که در این مطالعه این روش به کار گرفته می‌شود.

الف- کارایی فنی

برای برآورد کارایی فنی واحدهای تولید شیر لازم است تابع تولید مرزی تصریح و برآورد شود. ساختار اساسی مدل تابع تولید مرزی تصادفی به صورت رابطه (1) می‌باشد (Reinhard, 1996):

$$Y_i = F(X_i; \beta) * \exp\{V_i - U_i\} \quad (1)$$

$i = 1, \dots, I$

Y_i نشان‌دهنده سطح تولید، X_i نشان‌دهنده نهاده‌ها، β بردار پارامترها، V_i جزء اخلاص تصادفی (دارای توزیع یکسان و مستقل با توزیع $(0, \delta_v^2) \sim N$) برای در نظر گرفتن حوادث خارج از کنترل مزارع در نظر گرفته شده است. U_i جزء اخلاص تصادفی نامنفی و دارای توزیع یکسان و مستقل $(\mu, \delta_u^2) \sim N^+$ که برای محاسبه جزء ناکارایی تولید در نظر گرفته شده است. با استفاده از تابع (1) می‌توان کارایی فنی ستاده‌گرا را با استفاده از رابطه (2) برآورد نمود (Reinhard, 1999; Battese & Coelli, 1992).

$$TE_i = E\left\{\frac{\exp(-U_i)}{(V_i - U_i)}\right\} \quad (2)$$

برای واحدهایی که مقدار تولید آنها دقیقاً روی منحنی مرزی تولید قرار می‌گیرد $U_i = 0$ است، اما برای واحدهایی که تولید آنها زیر منحنی مرزی تولید قرار می‌گیرد $U_i > 0$ است.

ب- کارایی زیست‌محیطی

به منظور برآورد کارایی زیست‌محیطی، برآورد تابع فاصله‌ای که دربرگیرنده تولیدات توأم چند محصول و چندین نهاده می‌باشد، لازم است (Fare & Primont, 1995). برای تعیین شکل تابعی مناسب برای تابع فاصله

نیاز به یک شکل تابعی هست که امکان تحمیل شرط مرتبه دوم (تحدب) و همگنی در آن باشد. همچنین، اجزا ناکارایی به آسانی قابل محاسبه باشد (Reinhard, 1999). شکل تابعی ترانسلوگ از انعطاف‌پذیری قابل قبولی برخوردار بوده و در بسیاری از مطالعات (Morrison & Johnston, 1996; Coelli & Perelman, 1996; Grosskopf et al., 1997; Fuentes et al., 2001; Kumar & Khanna, 2003; Ball et al., 2004; Cuesta et al., 2009; Raushan & Kumbhakar, 2014; Njuki et al., 2016; Mamardashvili et al., 2016) از آن استفاده شده است. در این مطالعه نیز از این فرم تابعی برای برآورد تابع فاصله استفاده می‌شود. تابع فاصله ستاده به شکل ترانسلوگ با یک ستاده مطلوب و دو ستاده نامطلوب به صورت رابطه (3) تصریح می‌شود (Reinhard, 1999):

(3)

$$\begin{aligned} \ln D_{oi} = & \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_{zj} \ln Z_{ij} + \beta_y \ln Y_i + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \sum_{m=1}^2 \beta_{z_j z_m} \ln Z_{ij} \ln Z_{im} + \\ & \frac{1}{2} \beta_{yy} \ln Y_i^2 + \sum_{j=1}^2 \beta_{z_j y} \ln Z_{ij} \ln Y_i + \sum_{k=1}^4 \beta_k \ln X_{ik} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^4 \sum_{l=1}^4 \beta_{kl} \ln X_{ik} \ln X_{il} \\ & + \sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^2 \beta_{kz_j} \ln X_{ik} \ln Z_{ij} + \sum_{k=1}^4 \beta_{ky} \ln X_{ik} \ln Y_i + V_i \end{aligned}$$

D_{oi} تابع فاصله ستاده، Y_i بردار محصول خوب، Z_i بردار محصولات بد، X_{it} بردار نهاده‌ها، β بردار پارامترها و V_i جز اخلاص تصادفی می‌باشد. به منظور اعمال شرط همگنی و شرط تقارن بایستی محدودیت‌هایی (رابطه 4) در تابع فاصله اعمال شود (Reinhard, 1999):

$$\begin{aligned} \beta_y + \beta_{z1} + \beta_{z2} = 1; & \quad \beta_{z1z1} + \beta_{z1z2} + \beta_{z2z1} = 0; \quad (4) \\ \beta_{z1z2} + \beta_{z2z2} + \beta_{yzy} = 0; & \quad \beta_{z1y} + \beta_{z2y} + \beta_{yy} = 0; \\ \beta_{ky} + \beta_{kz1} + \beta_{kz2} = 0; & \quad \beta_{z1z1} = \beta_{z2z1}; \quad \beta_{kl} = \beta_{lk}; \end{aligned}$$

این محدودیت‌ها از طریق نرمال‌سازی تابع فاصله به وسیله‌ی یکی از ستاده‌ها اعمال می‌شود (Coelli & Perelman, 1996; Morrison & Johnston, 1996). پس از برآورد تابع فاصله ستاده‌گرای فوق با یک ستاده خوب و دو ستاده زیست‌محیطی و چهار نهاده، لگاریتم کارایی زیست‌محیطی با استفاده از رابطه زیر برآورد می‌شود (Zhang & Xue, 2005).

نتایج و بحث

جدول (۱) بیانگر آماره‌های توصیفی مربوط به گاو‌داری‌های شیری شهرستان سراب می‌باشد. نهاده‌های مورد استفاده شامل انرژی مصرفی (هزینه برق و گاز)، نیروی کار، علوفه و کنسانتره و ستاده مطلوب، شیر و ستاده‌های نامطلوب فسفر و نیتروژن دفعی می‌باشند. بر اساس این جدول، هر گاو‌داری سالانه به طور میانگین با مصرف ۵۳/۴۹ تن علوفه، ۵۴/۹۰ تن کنسانتره، ۲/۵۳ نفر نیروی کار و ۱۰/۱۹ میلیون ریال انرژی، سالانه ۷۷/۷۳ تن شیر تولید کرده و ۱/۸۸ تن نیتروژن و ۰/۴۲ تن فسفر روانه محیط زیست کرده است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی سالانه گاو‌داری‌های شیری

| شهرستان سراب | | | | |
|--------------|-------|---------|-------|--------|
| متغیر | علامت | میانگین | حداقل | حداکثر |
| علوفه | a | ۵۳/۴۹ | ۲۳/۰۴ | ۱۹۸ |
| کنسانتره | k | ۵۴/۹۰ | ۷۶ | ۵۰۰/۰۵ |
| نیروی کار | l | ۲/۵۳ | ۱ | ۵ |
| انرژی | e | ۱۰۱۹/۰۵ | ۶۰ | ۴۳۲۰ |
| شیر تولیدی | m | ۷۷/۷۳ | ۱۲/۷۷ | ۱۲۰۴/۵ |
| فسفر دفعی | p | ۰/۴۲ | ۰/۰۸۸ | ۸/۵۱ |
| نیتروژن دفعی | n | ۱/۸۸ | ۰/۷۷ | ۱۵/۰۰۹ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

به دلایلی که در پیشتر ذکر گردید، در این مطالعه به منظور برآورد کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی به ترتیب از تابع تولید مرزی تصادفی و تابع فاصله ستاده‌گرا به شکل ترانسلوگ استفاده شد.

به منظور برآورد کارایی فنی، تابع تولید مرزی به روش حداکثر راستنمایی با توزیع نیمه نرمال تعمیم یافته برای اثرات عدم کارایی، تخمین زده شد، که نتایج حاصله در جدول (۲) گزارش شده است. مقدار گاما (γ) بدست آمده از مدل ۰/۹۹ بوده که در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. این نتیجه حاکی از این است که دلیل اصلی اختلاف عملکرد گاو‌داری‌های شیری ناشی از آثار عدم کارایی U بوده و سهم خطای تصادفی V بسیار کوچکتر است.

$$\begin{aligned} \text{LnEE} = & \{ -(\beta_{\varepsilon_1} + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \text{Ln}X_1 + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_3} \text{Ln}X_2 + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_4} \text{Ln}X_3 \\ & + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_5} \text{Ln}X_4 + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_6} \text{Ln}Z_1 + \beta_{\varepsilon_2} + \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_3} \text{Ln}X_2 + \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_4} \text{Ln}X_3 \\ & + \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_5} \text{Ln}X_4 + \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_6} \text{Ln}Z_2 + \beta_{\varepsilon_3} \text{Ln}Z_1 + \beta_{\varepsilon_3 \varepsilon_4} \text{Ln}Z_2) + \\ & [(\beta_{\varepsilon_1} + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \text{Ln}X_1 + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_3} \text{Ln}X_2 + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_4} \text{Ln}X_3 + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_5} \text{Ln}X_4 + \\ & \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_6} \text{Ln}Z_1 + \beta_{\varepsilon_2} + \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_3} \text{Ln}X_1 + \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_4} \text{Ln}X_2 + \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_5} \text{Ln}X_3 + \\ & \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_6} \text{Ln}X_4 + \beta_{\varepsilon_3} \text{Ln}Z_2 + \beta_{\varepsilon_3 \varepsilon_4} \text{Ln}Z_1 + \beta_{\varepsilon_3 \varepsilon_5} \text{Ln}Z_2)^2 - \\ & 4(0.5\beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_2} + 0.5\beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_3} + \beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_3})U_i^{0.5} \} / (\beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_2} + \beta_{\varepsilon_2 \varepsilon_3} + 2\beta_{\varepsilon_1 \varepsilon_3}) \end{aligned} \quad (5)$$

بنابراین، شاخص کارایی زیست‌محیطی به صورت رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$EE = \exp(\text{LnEE}) \quad (6)$$

معادلات مختلفی برای برآورد مواد دفعی گاو‌ها وجود دارد (Nennich et al., 2005; Hollman et al., 2008). در این مطالعه برای محاسبه نیتروژن و فسفر دفعی گاو‌داری‌های شیری از مطالعه Hollman et al (2008) استفاده شده است.

$$P_E \left(\frac{g}{d} \right) = \sum_{x=1}^n (\nu / \delta + \text{DMI} \left(\frac{kg}{d} \right) + \text{dietary}P \left(\frac{g}{g} \right) \times \nu \delta - \text{MY} \left(\frac{kg}{d} \right) \times \nu / \nu \cdot 2) \quad (7)$$

$$N_E \left(\frac{g}{d} \right) = \sum_{x=1}^n (\text{DMI} \left(\frac{kg}{d} \right) \times \text{dietary}CP \left(\frac{g}{g} \right) \times 84 / 1 + \text{BW} (kg) \times 0 / 196) \quad (8)$$

که در روابط بالا، DMI_x ماده خشک مصرفی کل گله (کیلوگرم)، dietary CP درصد پروتئین خام جیره، dietary P درصد فسفر خام جیره، MY عملکرد شیر برای هر رأس گاو، BW وزن گاو و X تعداد گاوهای موجود در گله، P_E و N_E به ترتیب نیتروژن و فسفر دفعی (گرم در روز) است.

اطلاعات واحدهای گاو‌داری شیری شامل نوع جیره مصرفی برای تغذیه گاو و مقدار آنها از طریق جمع‌آوری پرسشنامه از گاو‌داری‌های منطقه صورت گرفته است. از ۱۰۹ واحد گاو‌داری‌های شیری دارای پروانه بهره‌برداری، ۵۱ واحد برای نمونه با استفاده از نمونه‌گیری کاملاً تصادفی انتخاب شدند

جدول ۲- نتایج برآورد تابع تولید مرزی به فرم ترانسلوگ

| متغیر | ضریب | آماره Z |
|-------|-----------|---------|
| Lk | -۰/۱۴ | -۱/۴۵ |
| La | ***۰/۷۴ | ۵/۳۹ |
| Ll | ***-۰/۴۷ | -۳/۸۹ |
| Le | **۰/۱۸ | ۲/۴۷ |
| Lk | ***۰/۰۸ | ۲/۹۲ |
| La | ***-۰/۱۷ | -۳/۶۴ |
| Ll | ***-۰/۱۳ | -۲/۹۸ |
| Le | ***-۰/۰۳۷ | -۳/۲۱ |
| Lk | -۰/۰۱۳ | -۰/۲۹ |
| Lk | **۰/۰۶۱ | ۲/۴ |
| Lk | **۰/۰۴۶ | ۲/۵۲ |
| La | ***۰/۱۵ | ۴/۵۹ |
| La | ***-۰/۰۸ | -۴/۳۹ |
| Ll | ۰/۰۰۴۹ | ۰/۲۳ |
| عر | ***-۱/۰۳۶ | -۴/۱۴ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق؛ (***)، ** و * به ترتیب معنی‌داری در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد) و L نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی هست

بر مبنای نتایج برآورد تابع تولید مرزی، متوسط کارایی فنی گاوداری‌های شیری منطقه با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شده و برابر با ۹۵ درصد به‌دست آمد. بنابراین، ظرفیت ارتقای کارایی این واحدها (نسبت به کارآمدترین واحد در نمونه مورد بررسی) تا پنج درصد قابل افزایش است.

برای به‌دست آوردن کارایی زیست‌محیطی نیز ابتدا تابع فاصله ستاده‌گرا با یک محصول خوب (شیر) و دو محصول بد (نیتروژن و فسفر) و چهار نهاده برآورد گردید؛ که نتایج آن در جدول (۳) آمده است. آزمون‌های آماری انجام شده (ناهمسانی واریانس، خطای تصریح و نرمال بودن اجزای اخلاص مدل برآورد شده) نشان‌دهنده برازش خوب مدل می‌باشد.

جدول ۳- نتایج برآورد تابع فاصله ستاده‌گرا

| متغیر | ضریب | آماره t |
|-------------|---------|---------|
| Lp | ۱/۵۳ | ۱/۳۵ |
| Lm | -۰/۴ | -۰/۵۶ |
| Ln | **۰/۱۳ | -۲/۰۵ |
| Lk | ۰/۴۳ | ۰/۵۶ |
| La | ۰/۳۵ | ۰/۵۶ |
| Ll | ۰/۲۷ | ۰/۴۶ |
| Le | ۰/۱۱ | ۰/۴۴ |
| Lp×Lp | **۰/۶۲ | ۲/۰۶ |
| Lm×Lm | **۰/۷۵ | -۲/۲۴ |
| Ln×Ln | ۰/۳ | ۰/۷ |
| Lk×Lk | ۰/۰۰۵۶ | ۰/۰۱ |
| La×La | ۰/۱۸۹ | ۱/۱۳ |
| Ll×Ll | ۰/۲ | ۱/۵۱ |
| Le×Le | **۰/۰۷۷ | -۲/۶۳ |
| Lp×Lk | ۰/۰۶۹ | ۰/۳۳ |
| Lp×La | -۰/۰۷۳ | -۰/۳۷ |
| Lp×Ll | -۰/۱ | -۰/۶۳ |
| Lp×Le | *۰/۱۲ | -۱/۷۸ |
| Lm×Lk | -۰/۱ | -۰/۹۸ |
| Lm×La | **۰/۳۴ | ۲/۱۶ |
| Lm×Ll | -۰/۱۱ | -۱/۰۶ |
| Lm×Le | -۰/۰۰۸ | -۰/۱۶ |
| Ln×Lk | ۰/۰۳۵ | ۰/۱۸ |
| Ln×La | -۰/۲۶ | -۱/۱۳ |
| Ln×Ll | ۰/۲۱ | ۱/۱۶ |
| Ln×Le | ۰/۱۳ | ۱/۵ |
| Lp×Lm | -۰/۰۹۷ | -۰/۴۹ |
| Lp×Ln | *۰/۵۲ | -۱/۷۶ |
| Ln×Lm | ۰/۲۲ | ۰/۸۸ |
| Lk×La | -۰/۸ | -۰/۶۱ |
| Lk×Ll | ۰/۱۲ | ۱/۶۴ |
| Lk×Le | ***۰/۱۶ | ۲/۹۱ |
| La×Ll | **۰/۱۹ | ۲/۰۶ |
| La×Le | ***۰/۱۸ | -۳/۱۳ |
| Ll×Le | -۰/۰۴۵ | -۰/۷۵ |
| عرض از مبدا | -۱/۳۹ | -۰/۵۶ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق؛ (***)، ** و * به ترتیب معنی‌داری در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد) و L نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی هست

پس از برآورد جز ناکارایی (U)، مقدار کارایی زیست‌محیطی با استفاده از روابط ۶ و ۷ محاسبه گردید.

نتایج برآورد کارایی فنی و زیست‌محیطی برای هر بنگاه یا واحد تولیدی شیر در جدول (۴) و به صورت گروه‌بندی شده در جدول (۵) آمده است.

جدول ۴- نتایج کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی

| بنگاه | TE | EE | بنگاه | TE | EE |
|-------|------|------|--------------|------|-------|
| ۱ | ۰/۹۵ | ۰/۹۹ | ۲۹ | ۱ | ۰/۸۴ |
| ۲ | ۰/۹۸ | ۰/۹۸ | ۳۰ | ۰/۹۵ | ۰/۵ |
| ۳ | ۰/۹۵ | ۰/۷۹ | ۳۱ | ۰/۸۱ | ۰/۷۸ |
| ۴ | ۰/۹۸ | ۰/۹۵ | ۳۲ | ۰/۹۷ | ۰/۴۷ |
| ۵ | ۰/۹۶ | ۰/۷۰ | ۳۳ | ۰/۹۷ | ۰/۸۴ |
| ۶ | ۰/۹۹ | ۰/۹۵ | ۳۴ | ۰/۹۹ | ۰/۳۵ |
| ۷ | ۰/۹۷ | ۰/۵۷ | ۳۵ | ۰/۹۳ | ۰/۲ |
| ۸ | ۰/۹۹ | ۰/۶۴ | ۳۶ | ۱ | ۰/۸۱ |
| ۹ | ۰/۹۶ | ۰/۵۳ | ۳۷ | ۰/۸۷ | ۰/۸۱ |
| ۱۰ | ۰/۹۸ | ۰/۹۵ | ۳۸ | ۰/۹۶ | ۰/۵۶ |
| ۱۱ | ۱ | ۰/۹ | ۳۹ | ۰/۹۵ | ۰/۹۵ |
| ۱۲ | ۰/۹۸ | ۱ | ۴۰ | ۰/۸۹ | ۰/۶۱ |
| ۱۳ | ۰/۹۶ | ۰/۹۲ | ۴۱ | ۰/۹۶ | ۰/۲۵ |
| ۱۴ | ۰/۹۶ | ۰/۸۹ | ۴۲ | ۰/۹۱ | ۰/۴۶ |
| ۱۵ | ۰/۹۸ | ۰/۹۹ | ۴۳ | ۰/۹۶ | ۰/۳۶ |
| ۱۶ | ۰/۹۶ | ۰/۷۹ | ۴۴ | ۰/۹۹ | ۰/۸۲ |
| ۱۷ | ۰/۹۱ | ۰/۹۰ | ۴۵ | ۰/۹۵ | ۰/۹۶ |
| ۱۸ | ۰/۹۰ | ۰/۳۵ | ۴۶ | ۰/۹۹ | ۰/۷۶ |
| ۱۹ | ۰/۹۸ | ۰/۹۶ | ۴۷ | ۰/۹۱ | ۰/۵۹ |
| ۲۰ | ۰/۹۲ | ۰/۶۹ | ۴۸ | ۰/۹۷ | ۰/۶۸ |
| ۲۱ | ۰/۹۶ | ۰/۲۷ | ۴۹ | ۰/۹۸ | ۰/۶۱ |
| ۲۲ | ۰/۹۶ | ۰/۷۹ | ۵۰ | ۰/۶۸ | ۰/۹۲ |
| ۲۳ | ۰/۹۵ | ۱ | ۵۱ | ۰/۹۷ | ۰/۵۷ |
| ۲۴ | ۰/۹۷ | ۰/۹۲ | | | |
| ۲۵ | ۰/۹۸ | ۰/۷۲ | میانگین | ۰/۹۵ | ۰/۷۲ |
| ۲۶ | ۰/۸۷ | ۰/۵۵ | حداقل | ۰/۶۸ | ۰/۲ |
| ۲۷ | ۰/۹۷ | ۰/۶۱ | حداکثر | ۱ | ۱ |
| ۲۸ | ۰/۷۸ | ۰/۶۵ | انحراف معیار | ۰/۵۸ | ۰/۲۲۲ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

میانگین کارایی زیست‌محیطی با استفاده از روش تحلیل مرز تصادفی برابر ۷۲ درصد می‌باشد. به عبارتی، با سطح ثابت نهاده‌ها تا ۲۸ درصد می‌توان میزان شیر را افزایش داد حداقل و حداکثر کارایی زیست‌محیطی برابر ۱۰۰ و ۲۰ درصد می‌باشد که نشان از وجود اختلاف قابل توجه بین حداقل و حداکثر کارایی زیست‌محیطی بین گاو‌داری‌های شیری منطقه وجود دارد.

جدول ۵- تعداد و درصد کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی گاو‌داری‌های شیری شهرستان سراب

| درصد کارایی | تعداد گاو‌داری‌ها (درصد) | تعداد گاو‌داری‌ها (درصد) | تعداد گاو‌داری‌ها (درصد) |
|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| کارایی فنی | تعداد گاو‌داری‌ها | تعداد گاو‌داری‌ها | تعداد گاو‌داری‌ها |
| ۵۰-۰ | ۰ (۰) | ۸ (۱۵/۶۸) | |
| ۷۰-۵۰ | ۱ (۱/۹۶) | ۱۳ (۲۵/۴۹) | |
| ۹۰-۷۰ | ۵ (۹/۸) | ۱۴ (۲۷/۴۵) | |
| ۱۰۰-۹۰ | ۴۵ (۸۸/۲۳) | ۱۶ (۳۱/۳۷) | |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که نتایج مندرج در جدول (۵) نشان می‌دهد، کارایی زیست‌محیطی حدود ۱۵/۶۸ درصد گاو‌داری‌های شیری کمتر از ۵۰ درصد می‌باشد؛ در حالی‌که هیچ یک از گاو‌داری‌ها دارای کارایی فنی زیر ۵۰ درصد نمی‌باشند. شایان توجه است که کارایی زیست‌محیطی ۳۱/۳۷ درصد از گاو‌داری‌های شیری و کارایی فنی ۸۸/۲۳ درصد از آنها بالاتر از ۹۰ درصد می‌باشد که بیشترین تعداد کارایی زیست‌محیطی گاو‌داری‌های شیری در این بازه قرار دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش کارایی فنی کارایی زیست‌محیطی نیز افزایش یافته و همبستگی مثبت بین آنها وجود دارد.

به‌منظور بررسی اینکه آیا تفاوت معنی‌داری بین کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی وجود دارد یا خیر، از آزمون غیرپارامتری کروسکال-والیس^۱ استفاده می‌شود. دلیل استفاده از این آزمون، نرمال نبودن توزیع مقادیر کارایی می‌باشد. فرضیه H_0 یکسان بودن میانگین کارایی فنی با کارایی زیست‌محیطی در بین بنگاه‌ها می‌باشد. نتیجه آزمون (مقدار آماره چی-دو برای آزمون کروسکال والیس برابر با ۴۷/۳۵ به دست آمد) نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین کارایی فنی و زیست‌محیطی در سطح احتمال ۱۰۰ درصد است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه تلاش شد تا با لحاظ محصولات بد تولید شده در فرآیند تولید شیر در گاو‌داری‌های شیری شهرستان سراب (نیترژن و فسفر) برآورد دقیق‌تری از

1. Kruskal-Wallis

بین ۹۰-۱۰۰ درصد بودند ولی بدون لحاظ آلاینده ۸۸/۲۳ درصد واحدهای تولیدی در این گروه از کارایی قرار دارند. توصیه می‌شود برای برآورد دقیق کارایی واحدهای تولیدی، آلاینده‌ها نیز در توابع تکنولوژی تولید وارد شده و لحاظ گردند. از آنجایی که مقدار انتشار آلاینده‌های فسفر و نیتروژن به نوع جیره مصرفی بستگی داشت، از این‌رو، پیشنهاد می‌شود واحدهای تولیدی با مدیریت صحیح و انتخاب روش تغذیه‌ای مناسب، مصرف نهاده‌های تولیدی را بهبود داده و از این طریق میزان تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی (نیتروژن و فسفر) به ازای تولید شیر را کاهش دهند. با کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی امید است که میزان کارایی فنی گاوداری‌های شیری منطقه مورد مطالعه افزایش یابد.

مقادیر کارایی این بنگاه‌ها به‌دست آید. همانطور که مقایسه‌ی کارایی فنی و زیست‌محیطی نشان می‌دهد اختلاف بین کارایی فنی و کارایی زیست‌محیطی از لحاظ آماری معنی‌دار است. به‌عبارت دیگر، لحاظ نکردن محصولات بد در برآورد کارایی فنی تخمین بیش از واقع^۱ از مقادیر کارایی را به‌دست می‌دهد؛ که منجر به تصمیم‌گیری‌های ناصحیح در این صنعت می‌شود.

همچنین، ملاحظه شد که با لحاظ محصولات بد کارایی هشت گاوداری بین ۵۰-۰ درصد می‌باشد، در حالی‌که بدون لحاظ این محصولات هیچ گاوداری‌ای کارایی فنی کمتر از ۵۰ درصد ندارد. همچنین، با لحاظ محصولات بد ۳۱/۳۷ درصد گاوداری‌ها دارای کارایی

1. Overestimate

REFERENCES

1. Agricultural Jihad Ministry. (2013). *Agricultural Statistics of Iran, 2012- 2013*. (In Farsi).
2. Akbare, N.A., Zahedi Keyvan, M & Monfarediyan, M. (2008). Determine Efficiency Performance Animal Husbandry Industry in Country (Approach: Interval Data Envelopment Analysis). *The Economic Research*, 3: 141-160. (In Farsi).
3. Amadeh, H. & Rezaei, A. (2011). Measurement of environmental efficiency through use of the non-separable desirable and non-desirable output model in the electric utilities. *Quarterly Energy Economics*, 30: 125-154. (In Farsi).
4. Ball, V.E., Lovell, C.A.K., Luu, H. & Nehring, R. (2004). Incorporating environmental impacts in the measurement of agricultural productivity growth. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 29: 436-460.
5. Battese, G.E. and Coelli, T. (1992). Frontier production functions, technical efficiency and panel data with application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3, 153-169.
6. Chandler, P.T., (1996). Environmental challenges as related to animal agriculture – dairy, Nutrient Management of Food Animals to Enhance and protect the Environment, KornegayETed, CRC Press, Inc., Boca Raton, Fl: 7-19.
7. Coelli, T. & Perelman, S. (1996). Efficiency Measurement multiple-output technologies and distance functions: with application to European railways. *Crepp Working Papers 96/05, University De Liege*.
8. Coggins, J.S. & Swinton, J.R. (1996). The price of pollution: a dual approach to valuing so2 allowances. *Journal of Environmental Economics and Management*, 30: 58-72.
9. Cuesta, R.A., Knox Lovell, C.A. & Zofio, J.L. (2009). Environmental efficiency measurement with translog distance functions: a parametric approach. *Ecological Economics*, 68: 2232-2242.
10. Darijani, A. (2005). Evaluation of environmental and technical efficiencies for Iranian livestock slaughterhouses. Ph.D. dissertation, University of Tehran, Iran. (In Farsi).
11. Dashti, Gh. (2008). Evaluation of factor productivity growth of the dairy industry. *Third Congress of Animal Science*, Ferdowsi University of Mashhad. (In Farsi).
12. Emami Meibodi, A. & Jaydary, F. (2015). Eco-efficiency evaluation of Iran's oil refineries: using data envelopment analysis (DEA). *The Economic Research*, 4:79-96. (In Farsi)
13. Färe, R. & Primont, D. (1995). Multi-output Production and duality: theory and applications. *Kluwer Academic Publisher, Boston*.
14. Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, K. & Pasurka, C. (1989). Multilateral productivity comparison when some products are undesirable: a non-parametric approach. *The Review of Economics and Statistics*, 71: 90-98.
15. Fuentes, H.J., Grifell-Tatje, E. & Perelman, S. (2001). A parametric distance function approach for Mulmquist productivity index estimation. *Journal of Productivity Analysis*, 15: 79-94.

16. Grosskopf, S., Hayes, K.J., Taylor, L.L. & Weber, W.L. (1997). Budget-Constrained frontier measures of fiscal equality and efficiency in schooling. *The Review of Economics and Statistics*, 75: 116-124.
17. Hailu, A. & Veeman, T.S. (2000). Environmentally sensitive productivity analysis of Canadian pulp and paper industry, 1959–1994: An input distance function approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 40: 251-274.
18. Hetemäki, L. (1996). Essays on the impact of pollution control on a firm: a distance function approach. *Research Papers vol*, 609.
19. Hollmann, M., Knowlton, K.F. & Hanigan, M.D. (2008). Evaluation of solids, nitrogen, and phosphorus excretion models for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91: 1245–1257.
20. Iribarren, D., Hospido, A., Moreira, M.T. & Feijoo, G. (2011). Benchmarking environmental and operational parameters through eco-efficiency criteria for dairy farms. *Science Total Environ*, 409: 1786–1798.
21. Jafarnia, M. & Esmaeili, A. (2013). Application of environmental impact analysis of technical efficiency: A case study of Shiraz fattening units of beef cattle. *Journal of Agricultural Economics Researches*, 2: 151-164. (In Farsi).
22. Kumar, S. & Khanna, M. (2003). *The impact of co2 abatement on productivity growth and GDP: a cross-country analysis using the distance function approach.* www.ace.uiuc.edu/pERE/papers/pERE_WP29.pdf
23. Mamardashvili, P., Emvalomatis, G. & Jan, P. (2016). Environmental performance and shadow value of polluting on Swiss dairy farms. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 41:225–246.
24. Molaie, M. & Sani, F. (2015). Estimating environmental efficiency of the agricultural sector. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 2:91-101. (In Farsi).
25. Morrison, C.J. & Johnston, W.E. (1996). Efficiency in New Zealand sheep and farming: pre- and post-reform, paper presented at Georgia productivity workshop ii, Athens GA.
26. Moshref, Sh. (2003). Final report of research project, investigation management of feed in industrial dairy farm in Esfahan. *Esfahan Research Center of Agricultural and Natural Resource*. (In Farsi).
27. Nafisi, M. (2004). Final report of research project, investigation management of feed in industrial dairy farm under record making in Tehran. *Animal Sciences Research Institute of Iran, Karaj*. (In Farsi).
28. Nennich, T.D., Harrison, J.H., VanWieringen, L.M., Meyer, D., Heinrichs, A.J., Weiss, W.P., St-Pierre, N.R., Kincaid, R.L., Davidson, D.L & Block, E. (2005). Prediction of manure and nutrient excretion from dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88: 3721-3733.
29. Njuki, E., Bravo B.E & Mukherjee, D. (2016). The good and the bad: environmental efficiency in northeastern U.S. dairy farming. *Agricultural and Resource Economics Review*, 45: 22-43.
30. NRC, (2001). Nutrient requirements of dairy cattle, seventh revised edition. *National Academies Press, Washington, DC, USA*. (Online) Available at: <http://www.nap.edu/catalog/9825.html>.
31. Pittman, R.W. (1983). Multilateral productivity comparisons with undesirable outputs. *The Economic Journal*, 93: 883–891.
32. Ramilan, T., Scrimgeour, F. & Marsh, D. (2011). Analysis of economic and environmental efficiency using a farm population micro-simulation model. *Math. Comput. Simulat*, 81: 1344–1352.
33. Raushan, B. & Kumbhakar, S.C. (2014). A distance function model with good and bad outputs. *International Congress, August 26-29, 2014, Ljubljana, Slovenia*.
34. Reinhard, S. (1999). Econometric analysis of economic and environmental efficiency in Dutch dairy farms. *Ph.D. Thesis*, Wageningen Agricultural University.
35. Rezaei, A., Amadeh, H. & Mohammadi, T. (2011). Policy analysis of natural gas export to India-Pakistan countries, a game theoretic approach. *Journal of Iranian Energy Economics*, 2: 93-126. . (In Farsi).
36. Seifi, A., Salimifar, M. & Fanodi, H. (2013). Measuring environmental efficiency: a case study of thermal power generation in Jonoobi, Razavi and Shomali Khorasan provinces. *Quarterly Energy Economics Review*, 7:17-41. (In Farsi).
37. Shahiki tash, M., Khajeh Hasani, M. & Jafari, S. (2015). Assessment of the environmental performance in energy intensive industries of Iran by using directional distance function approach. *Journal of Applied Theories of Economics*, 1:99-120. (In Farsi).
38. Shortall, O.K. & Barnes, A.P. (2013). Greenhouse gas emissions and the technical efficiency of farmers. *Journal of Ecological Indicators*, 29: 478-488.
39. Zhang, B. & Xue, B.D. (2005). Environmental efficiency analysis of china vegetable production. *Biomedical and Environmental Sciences*, 18: 21-30.