ارتباط کارآیی مقیاس و بازده نسبت به مقیاس

محمد بخشوده

عضو هیأت علمی بخش اقتصاد کشاورزی -

دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده:

اندازه بهینه واحدهای تولیدی عامل تعیین کننده ای در میزان کارآیی آن واحدهاست. در روش کلاسیک، جهت تعیین اندازه بهینه از مفاهیم مربوط به تابع هزینه و صرفه‌جویی های ناشی از مقیاس استفاده می‌شود. کاربرد مفهوم کارآیی مقیاس(SE) برای این منظور روش نسبتاً ساده و در عین حال فاقد محدودیت های تخمینی توابع هزینه است. طبق نظر چاواس وآلیبر (۱۹۹۳)، معکوس کارآیی مقیاس $\frac{1}{SE}$ را می توان به روش مشابه تابع هزینه متوسط در توضیح صرفه جویی‌های ناشی از مقیاس و در نتیجه تعیین اندازه بهینه بکار برد بر این اساس وقتی تابع تولید بازده صعودی (نزولی) نسبت به مقیاس را نشان میدهد، $\frac{1}{SE}$ تابع کاهشی (افزایشی) محصول یا اندازه واحد تولیدی است.

دراین مطالعه، ضمن تشریح رابطه بین کارآیی مقیاس و بازده نسبت به مقیاس با استفاده از داده های مقطعی ۷۵-۱۳۷۴ روی ۱۶۲۶ واحد گاوداریهای صنعتی در ایران، پس از تخمین تابع تولید مرزی تصادفی بشکل ترانزیندنتال و محاسبه معیار کارآیی فنی در حالت های بازدهٔ ثابت و متغیر نسبت به مقیاس، معیار SE برای هریک از واحدها تعیین گردید و معکوس آن بعنوان تابعی از میزان شیر تولیدی در این واحدها تعریف شد. نتایج حاصله نشان داد که اندازه گاوداریهای صنعتی رابطه مستقیمی با میزان کارآیی این واحدها دارد.

کلمات کلیدی: کارآیی مقیاس، اندازه مطلوب، کارآیی فنی، بازده نسبت به مقیاس گاوداریهای صنعتی، ایران.

مقدمه:

بازده نسبت به مقیاس بیانگر رابطه بین مقیاس تولید و کارآیی تولید است. این پدیده تعیین کننده آنست که آیا تولید در واحدهای تولیدی بزرگ از نظر اقتصادی مزیتی بر تولید در واحدهای کوچک دارد یا خیر؟ از معمول ترین روشهای اندازه گیری نوع بازده نسبت به مقیاس، استفاده از توابع هزینه است. براین اساس در محدوده‌ای که هزینه متوسط نزولی (صعودی) است، بازده صعودی(نزولی) نسبت به مقیاس حاکم است و در قسمت افقی هزینه متوسط، تابع تولید نشان دهنده پدیده بازده ثابت نسبت به مقیاس است. علاوه بر توابع هزینه، می توان با استفاده از ضریب تابع (کشش کلی تولید) نیز روی نوع بازده نسبت به مقیاس صحبت کرد. بدین ترتیب اگر این ضریب بزرگتر(کوچکتر) از یک باشد بازده صعودی (نزولی) نسبت به مقیای و اگر این ضریب برابر یک باشد بازده ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد.

بحث روی نوع بازدهی نسبت به مقیاس را می توان پس از اندازه گیری کارآیی مقیاس[1] - یا انحراف از بازده ثابت نسبت به مقیاس - نیز توضیح داد. براساس نظر چاواس و آلیبر(۱۹۹۳) معکوس کارآیی مقیاس $\frac{1}{SE}$ از روندی مشابه با هزینه های متوسط برخوردار است. بدین معنی که در محدوده‌ای که تابع تولید بازده صعودی (نزولی) نسبت به مقیاس را نشان میدهد، $\frac{1}{SE}$ کاهشی (افزایشی) است. البته باید توجه داشت که $SE= 1$ بیانگر واحد تولیدی است که از نظر مقیاس ۱۰۰ درصد کارآست و $SE < 1$ به عدم کارآیی مقیاس در سطح ۱۰۰ درصد اشاره می‌کند. مع‌الوصف نامساوی اخیر ممکن است در هر یک از محدوده‌هایی که باز ده صعودی و نزولی نسبت به مقیاس وجود دارد، دیده شود. به بیان دیگر نمی توان مستقیما" از روی ضریب SE، بازدهی نسبت به مقیاس صعودی و نزولی را از هم تفکیک کرد. با وجود این، معکوس کارآیی مقیاس رابطه مشخصی با مقیاس تولید دارد.

1- Scale efficiency (SE)

در ادامه ضمن تشریح رابطه فوق و چگونگی اندازه گیری تئوریک کارآیی مقیاس، با استفاده از مدل اقتصاد سنجی موارد فوق بصورت تجربی نیز دنبال گردیده‌اند.

کارآیی مقیاس:

در صورتیکه تولید قبل از ناحیه سوم تولید صورت‌گیرد، اجزاء کارآیی فنی کلی[2] (OTE) عبارتند از:

کارآیی فنی خالص[1] (PTE) یا انحراف مقادیرمشاهده شده محصول از میزان محصول بالقوه[2] که ناشی از ترکیب غیر مطلوب نهاده‌های تولید است.

کارآیی مقیاس (SE) یا انحراف از بازده ثابت نسبت به مقیاس

به عبارت دیگر رابطه تعریفی زیر وجود دارد:

$$OTE = PTE \times SE$$

این سه جزء کارآیی در قسمت بالایی نمودار(۱) نشان داده شده است وبرای مزرعه‌ای که Y_I واحد محصول را در سطح مقیاس S_I تولید می کند می توان روابط زیر را تعریف کرد:

$$PTE = TE_{VRS} = \frac{Y_I}{Y_F}$$

$$OTE = TE_{CRS} = \frac{Y_I}{Y_C}$$

$$SE = \frac{OTE}{PTE} = \frac{Y_F}{Y_C}$$

در این روابط، TE_{VRS} نمایانگر سطح کارآیی فنی برای واحد تولید مورد نظر است وقتی تابع تولید مرزی با بازده متغیر نسبت به تولید[3] (VRS FPF) مد نظر قرار گیرد و

2- Overall technical efficiency (OTE)

[1] -Frontier output

[2] -Overall technical efficiency

[3] -Variable returns to scale frontier production function

TE_{CRS} که همان کارآیی فنی کلی است، انحراف سطح محصول مشاهده شده از محصول بالقوه (Y_C) برروس تابع تولید مرزی با بازده ثابت نسبت به مقیاس[4] (CRS FPF) را نشان میدهد.

نمودار پائینی رابطه بین $\frac{1}{SE}$ و مقیاس را نشان میدهد. درهر سطحی از مقیاس $\frac{1}{SE}$ با نسبت Y_C به Y_F بیان می شود. در مقیاس‌های کوچک تر از S^* (که مقیاس مطلوب است و در آن $SE=1$)این نسبت روبه کاهش است و پس از آن، نسبت مزبور روبه افزایش است. به‌عبارت دیگر در محدوده‌ای که بازده صعودی نسبت به مقیاس وجود دارد، $\frac{1}{SE}$کاهشی و در محدوده باز ده نزولی نسبت به مقیاس، $\frac{1}{SE}$ افزایشی است. همانگونه که ملاحظه می شود، $\frac{1}{SE}$ از روندی مشابه با هزینه متوسط تولید برخوردار است. بااستفاده ازاین قسمت بحث اکنون می توان ارتباط بین کارآیی مقیاس و اندازه مطلوب واحد تولیدی را توضیح داد. براین اساس در صورتیکه رابطه بین $\frac{1}{SE}$ و مقیاس نزولی (صعودی) باشد، تولید در واحدهای بزرگتر(کوچکتر) کارآیی بیشتری را دارد.

مدل اقتصاد سنجی:

تابع‌تولید مرزی را درحالت کلی می توان بصورت $Y_j = f(X_i; \beta) \exp(\varepsilon_j)$ نشان داد که درآن :

میزان محصول واحد تولیدی واحد j	$Y_j=$
سطح محصول بالقوه	(X_i,β)
بردارنهاده‌های تولید	$X_i =$
رائب تابع تولید	β-

[4] -Constant returns to scale frontier production function

جمله خطا $\varepsilon_j = -\mu_j + V_j$

عنصر کارآیی فنی که بصورت یکطرفه و غیر مثبت است[1] $\mu j =$

جمله خطای معمولی که بصورت دوطرفه‌است ومربوط به خطایا اشتباه آماری است. $V_j =$

درصورتیکه هیچگونه محدودیتی‌در تخمین تابع‌تولید مرزی اعمال نشود($f(X_i;\ \beta$ برابر Y_f یا سطح محصول بالقوه بر روی VRS FPF است و در نتیجه PTE از مقایسه Y_j و Y_F برای مزرعه j قابل محاسبه است:

$$PTE_j = \frac{Y_j}{Y_f} = \frac{f(x_i,\beta)\exp(-\mu_j + v_j)}{f(x_i,\beta)\exp(v_j)} = \exp(-\mu_j)$$

اما در صورتیکه محدودیت $\sum\beta_j=1$ در تابع تولید مرزی اعمال گردد $f(x_i\ ,\ \beta)$ معادل سطح محصول بالقوه بر روی CRS FRF یعنی Y_c خواهد بود و لذا $\exp(-\mu_j)$ معادل معیار کارآیی فنی کل برای مزرعه j (OTE_j) خواهد بود. بنابراین میزان کارآیی مقیاس واحد تولیدی j نسبت کارآیی فنی کلی آن واحد به کارآیی فنی خالص آن واحد تعریف می شود.

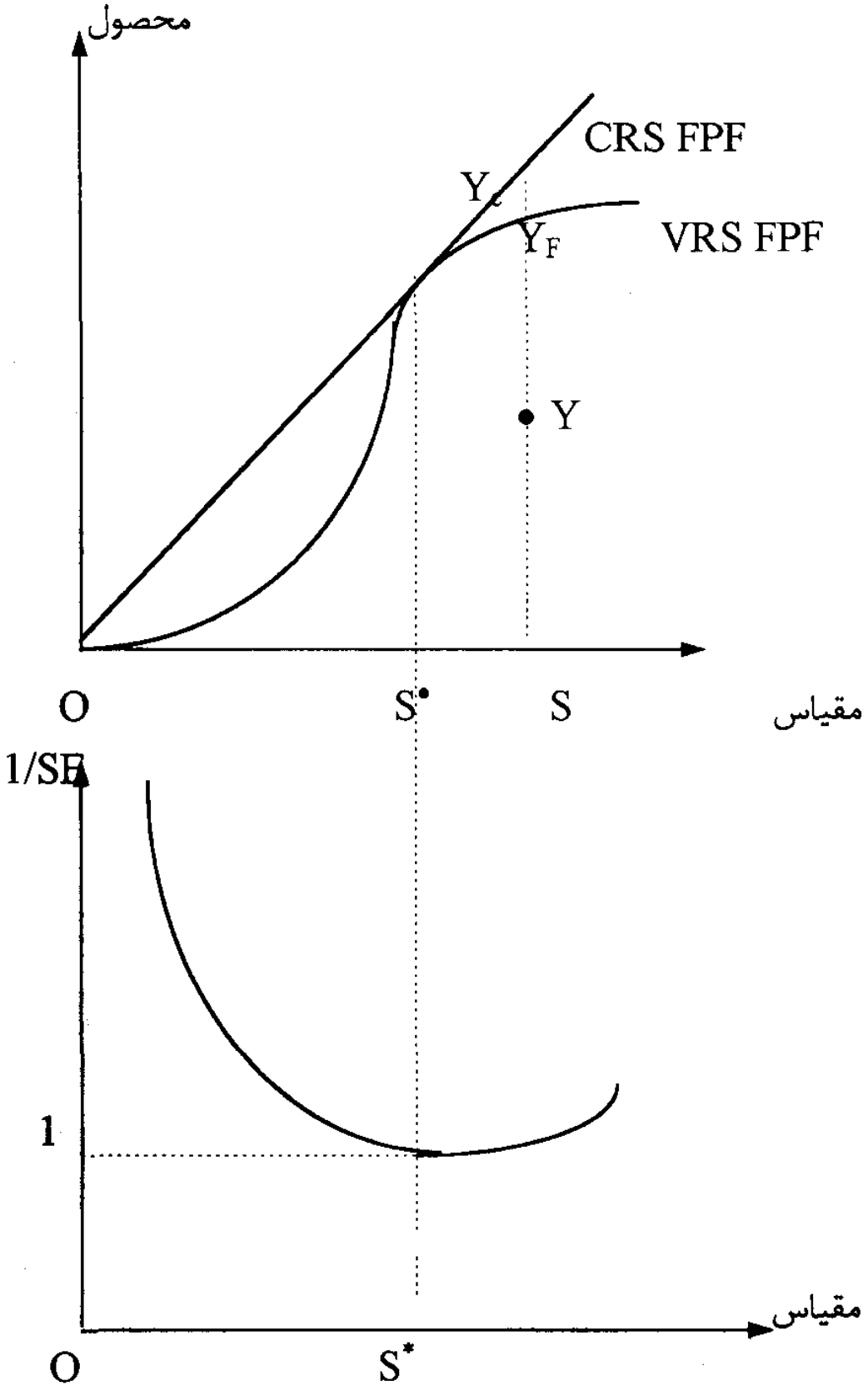
---

[1] برای تخمین μ_j معمولاً از روش پیشنهادی بوسیله Jondrow وهمکارانش(۱۹۸۲) استفاده میشود که در آن امید ریاضی u مشروط بر ε و با فرض توزیع نرمال برای v و توزیع نیمه نرمال برای μ عبارت است از :

$$\epsilon(u/\varepsilon) = \delta^*\left[\frac{f(.)}{1-F(.)} - \frac{\varepsilon\lambda}{\delta}\right]$$

در این رابطه δ عبارت از انحراف معیار ε است و $\delta^2 = \delta^2_\mu + \delta^2_v$, $\lambda = \delta^2_\mu / \delta_v$, $\delta^2_* = \delta^2_\mu \delta^2_v / \delta^2$ و انحراف معیار μو v بترتیب با δ_μ وδ_v بیان شده است. f(.) و F(.) نیز بترتیب تابع چگالی استا ندارد و نرمال و تابع cdf هیتندکه در سطح $\varepsilon\lambda / \delta$ ارزیابی شده‌اند.

نمودار(۱) - کارآیی فنی و رابطه آن با مقیاس تولید



اکنون اگر معکوس کارآیی مقیاس بعنوان تابعی از معیاری که بیانگر مقیاس تولید است، تعریف گردد، نوع بازدهی نسبت به مقیاس را می توان تعیین کرد. امبوا و نیووات (۱۹۹۷) مقیاس را معادل میزان محصول واقعی یا اندازه واحدهای تولیدی می دانند. بنابراین در حالت کلی می توان از رابطه زیر برای توضیح بازده نسبت به مقیاس استفاده نمود:

$$\frac{1}{SE_j} = f(Y_j)$$

اندازه گیری تجربی کارآیی مقیاس و بازده نسبت به مقیاس:

بخشوده و تامسون(۲۰۰۰) قبلاً در مطالعه‌ای نشان داده اند، گاوداریهای صنعتی بزرگ در ایران نسبت به گاوداریهای کوچک کارآتر هستند. در این مطالعه پس از محاسبه معیار کارآیی فنی برای واحد های مختلف، رابط بین این معیار و اندازه واحد با استفاده از تکنیک آنالیز واریانس بررسی شده است. در مطالعه حاضر، این رابطه با بکارگیری تابع مزبور بررسی گردیده است. برای این منظور، داده های مربوط به مطالعه اول که در برگیرنده یک نمونه ۱۶۲۶ تایی گاوداریهای صنعتی ایران در سال ۷۵-۱۳۷۴ است، بکاررفته است. تابع تولید مرزی بصورت ترانزنیدنتال تعریف گردیده است:

$$Y_j = A\prod_i X_i \exp(\sum_i \beta_i X_i)\exp(\sum_h \gamma_h D_h)\exp(-\mu_j + \nu_j)$$

که در آن Y_j شیر تولیدی هرگاوداری است.$Xi \quad (i = 1,2,...,6)$ به‌ترتیب عبارت از تعداد گاوشیری، کنساتنزه، علوفه، داروهای دامی و خدمات دامپزشکی، سوخت و انرژی و نیروی کارمزد بگیراست. D_h عوامل مؤثر برکارآیی تولید است و در برگیرنده نسبت گاوهای اصلاح شده، ظرفیت استفاده شده مزرعه، سن مزرعه، میزان استفاده از خدمات مدرن مثل تلقیح مصنوعی و محل مزرعه است. A ،β_i و γ_h ضرایب تابع تولید مرزی است و سایر پارامترها مثل قبل تعریف شده اند. ضرایب تابع با استفاده از روش حداکثر درشتنمایی (ML) و باستفاده از برنامه نرم افزاری TSP تخمین زده شده‌اند. نتایج حاصله در حالت VDS FPF یطور اختصار در جدول (۱) آورده شده است. ملاحظه می شود که که

ضرایب متغیرهای لگاریتمی بجز برای علوفه معنی داراند و لیکن هیچیک از ضرائب متغیرهای غیر لگاریتمی و همچنین عرض از میداء معنی دار نبوده است.

جدول (۱) ضرائب تابع تولید مرزی برای گاوداریهای صنعتی ایران، ۷۵-۱۳۷۴

	لگاریتم	غیر لگاریتم
عرض از میداء	1084	
	(.345)	
ضرایب X_i:		
گاوهای شیری	0.735	0.5E-4
	(.021)	(0.5E-3)
کنسانتره	0.263	0.1E-4
	(.031)	(0.8E-3)
علوفه	-0.020	0.1E-4
	(.023)	(0.8E-3)
دارو	0.014	-0.4 E-6
	(0.006)	(0.2E-5)
سوخت و انرژی	0.027	0.1E-7
	(.012)	(0.3E-7)
نیروی کار مزدبگیر	0.086	-0.3E-4
	(.046)	(0.6E-4)
ضرائب D_h		
نسبت نیروی کار اجیر به نیروی کار خانوادگی		-0.2E-2
		(0.6E-3)
نیروی کار اخیر به تعداد دام		-0.3E-2
		(0.3E-2)
نیروی کار خانوادگی به دام		-0.4E-2
		(0.9E-3)
ظرفیت استفاده شده		-0.5E-3
		(0.3E-3)
نسبت گاوهای اصیل		-0.2E-2
		(0.2E-3)
سن مزرعه		0.0821
		(0.0131)
محل مزرعه		0.0206
		(0.0251)
ضرایب اماری:		
δ		0.585
		(0.023)
λ		1.941
		(0.238)
log- liklihood		0.790
		-783.4

* ضرایب ستاره‌دار در سطح پنج درصد معنی‌دارند.
اعداد داخل پرانتز انحراف معیار ضرایب مربوطه را نشان می‌دهند.

تابع مزبوریکبارنیز با اعمال محدودیت " بازده ثابت نسبت به مقیاس" تخمین زده شد. بااستفاده از نسبت حداکثر درشتنمایی[1] (LR) شواهد قوی مبنی بر تفاوت این تابع باتابع تولیدمرزی بدون اعمال محدودیت وجود داشت [2].

پش از تخمین ضرایب، با استفاده از روش پیشنهادی Jondrow وهمکارانش، معیارهای OTE و PTE برای هریک از گاوداریها تخمین و براساس فرمول مربوطه SE نیز محاسبه گردید. چگونگی توزیع مزارع برحسب معیار اخیر درجدول (۲) دیده می شود.

جدول (۲)توزیع گاوداریهای صنعتی کشور برحسب کارآیی مقیاس

درصد	تعداد	SE (%)	
0.12	2	0.30	
6.78	108	30.50	
9.64	154	50.60	
20.52	328	60.70	
39.49	631	70.80	
20.52	369	80.90	
39.49	6	90.100	
23.09	0.71	حداقل	0.27
	0.12	حداکثر	0.98
0.38			

ملاحظه می گرددکه قریب به ۴۰ در صد از واحدهای تولیدی دارای کارآیی مقیاس بین ۷۰ تا ۸۰ درصد بوده اند . حداقل این معیار برابر با ۰/۲۷ و حداکثر برابر ۰/۹۸ و بطور میانگین ۰/۷۱ بوده است .

1 . Log- likeilhood ratio(LR)

2. -2[-805.2 - (-783.4)] = 43.6>14.07 = %5 حد بحرانی در سطح

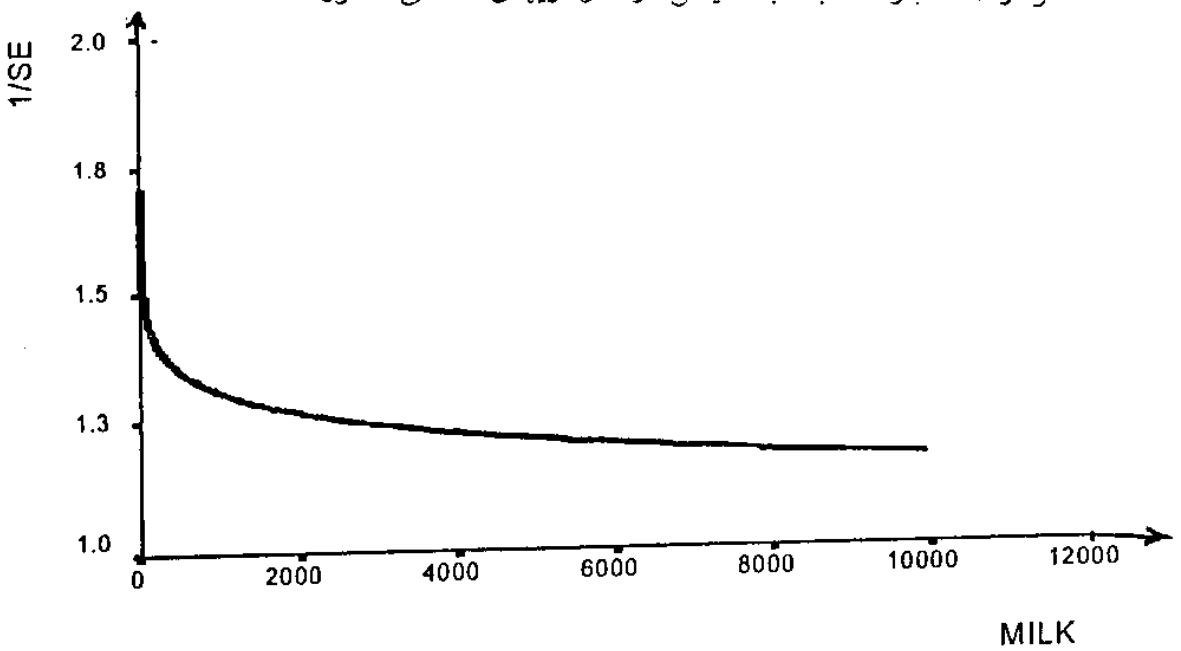
پس از محاسبه SE، معکوس این ضریب بعنوان تابعی از شیر تولیدی در نظر گرفته شده و این ارتباط بصورت $\frac{1}{SE} = L_n(\text{Milk})^{\alpha}$ تخمین زده شد. رابطه فوق بصورت زیر بود:

$$\frac{1}{SE} = 1071 l_n (\text{Milk})^{-0.058}$$

(0.024) (0.005)

این رابطه در نمودار(۲) نیز نشان داده شده است:

نمودار (۲)- بازده نسبت به مقیاس در گاوداریهای صنعتی کشور ۷۵-۷۴



بعبارت دیگر این تابع به ازای افزایش میزان تولید شیر که انعکاسی از واحدهای تولیدی بزرگتر است، نزولی است. در نتیجه در شرایط ثابت، تولید در واحدهای بزرگتراقتصادی و کارآست. بدین ترتیب نتیجه ای که قبلاً بخشوده و تامسون (۲۰۰۰) گرفته بودند، از طریق این مدل نیز تأیید می شود.

خلاصه و نتیجه گیری:

در این مطالعه ضمن تشریح چگونگی اندازه گیری نوع بازده نسبت به مقیاس و در نتیجه اندازه مطلوب واحدهای تولیدی از روی توابع هزینه و تولید، ارتباط بین پدیده بازده و کارآیی مقیاس بیان گردید. براساس نوع رابطه اخیر، معکوس معیارکارآیی مقیاس در محدوده بازده صعودی نسبت به مقیاس نزولی و در محدوده بازده نزولی نسبت به مقیاس صعودی است و در راستای نقطه صددرصد کارآیی مقیاس برابر واحد است. این رابطه بیانگر مشابهت روند معکوس کارآیی مقیاس با هزینه متوسط تولید است. پس از تشریح تئوریک ، روابط فوق روی یک نمونه از گاوداریهای صنعتی کشور مورد تجربه واقع شد که کارآبودن تولید شیردر واحدهای بزرگترکه نتیجه مطالعه مشابهی روی این نمونه بود، باریگر مورد تأیید قرار گرفت.

در ادامه این مطالعه لازمست تعیین گردد که آیا چنین نتیجه ای بدون در نظر گرفتن شرایط محیطی و فنی تولید قابل تعمیم هست یا خیر؟ برای این منظور می توان واحدهای تولیدی را مثلا" برحسب میزان صنعتی بودن و مکانیزه بودن، میزان استفاده از خدمات مدرن، نوع دام و امثالهم طبقه بندی کرده و رابطه اخیر را بطور جداگانه برای آنها جستجو کرد.

منابع مورد استفاده:

1. Bakhshoodeh M. and K. J. Lthomson (2000), Scale Efficiency of Iranian Dairy Farming. Univ. Aberdeen.
2. Chavas, J. P. and M. Aliber(1993), An Analysis of Economic Efficiency in Agriculture: A Nonparametric Approach, J. Agric. Resource Econ., 18: 1-16.
3. Jondron, J.,C. A. K. Lovell, I. S. Materov and P. Schmidt(1982), on the Esdimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Yroduction Function model, J. Econometrics, 19: 233-38.

Mbowa, S. and W.L. Nienwoudt (1997) Size Efficiency of Sugarcane Farms in Kwazulu - Natul, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Univ. of Natal.