مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷ (ص۳۴-۲۷) DOI: 10.22059/ijbse.2017.138776.664695

ارزیابی عملکرد و هزینه‌ی روش‌های شیردوشی سنتی و مکانیزه‌ی گاو شیری

عبدالله حیاتی[۱]، افشین مرزبان[۲*] ، محمد امین آسودار[۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملاثانی، خوزستان

۲. استادیار، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملاثانی، خوزستان

۳. استاد، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملاثانی، خوزستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۱۷ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۸/۱۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۷/۱۰)

چکیده

استفاده از مکانیزاسیون می‌تواند باعث کاهش صرف زمان، هزینه و افزایش عملکرد شیردوشی گردد. شیردوشی سنتی به عنوان یکی از روش‌های شیردوشی بسیار رایج در کشور، از لحاظ ارزیابی‌های عملکردی و هزینه‌ای کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در مطالعه‌ی حاضر روش‌های شیردوشی سنتی و مکانیزه (استانشیون و سالنی نوع تاندم) گاو شیری از لحاظ عملکردی و هزینه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص‌های عملکردی شامل عملکرد فنی شیردوشی و میزان جریان دوشش شیر بودند. هزینه‌ی دوشش هر کیلوگرم شیر با در نظر گرفتن هزینه‌های ثابت و متغیر مربوط به فرایند شیردوشی برآورد گردید. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 صورت گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد شیردوشی تاندم نسبت به شیردوشی سنتی و استانشیون حدود ۵ برابر بیشتر بود. میزان جریان دوشش نیز در روش مکانیزه با حدود ۱/۷ کیلوگرم بر دقیقه نسبت به روش دستی حدود ۹۰ درصد بیشتر بود. هزینه‌های شیردوشی تاندم به ازای هر ساعت شیردوشی حدود ۲ برابر دو روش دیگر بود. به طور کلی، با اعمال روش شیردوشی مکانیزه‌تر، عملکرد شیردوشی افزایش می‌یابد، میزان شیر بیشتری در مدت زمان یکسان دوشیده می‌شود و هزینه‌های شیردوشی در واحد زمان افزایش می‌یابد، ولی هزینه‌ی شیردوشی به ازای میزان دوشش کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: مکانیزاسیون شیردوشی، جریان دوشش، شیردوشی سالنی، شیردوشی دستی، نیروی کارگری.

مقدمه

به دلیل افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به تولید مضاعف در بخش کشاورزی و همچنین به دلیل این که نیروی انسانی به تنهایی قادر به تأمین غذای مورد نیاز بشر نیست، مکانیزاسیون کشاورزی که از جمله اهداف آن افزایش تولید، افزایش سرعت کار و کاهش هزینه‌ها می‌باشد به کار گرفته می‌شود (Almassi *et al*., 2008) و این امر نیاز به استفاده بیشتر از مکانیزاسیون برای تولید در کشاورزی به ویژه در بخش دامپروری و تولید شیر را افزایش می‌دهد. با این وجود در ایران تحقیقات چندانی پیرامون مسایل مربوط به مکانیزاسیون دامپروری به طور عام و مکانیزاسیون شیردوشی به طور خاص صورت نگرفته است. همچنین آمار رسمی در خصوص دامداری‌های سنتی در سطح کشور وجود ندارد؛ امّا شیردوشی سنتی در بین دامداران کشور رواج گسترده دارد (Hayati *et al*., 2015a) و مطالعه عملکردی شیردوشی سنتی می‌تواند منافع خصوصی و اجتماعی قابل توجهی به همراه داشته باشد.

شیردوشی یکی از عملیات بسیار مهم دامپروری‌ها از لحاظ صرف زمان و هزینه می‌باشد (Chang *et al*., 1992). منابع علمی متعددی در مورد بررسی زمان و عملیات در دامپروری گاو شیری موجود می‌باشد که اغلب آنها تأثیر بسزای مکانیزاسیون شیردوشی بر عملکرد شیردوشی را نشان می‌دهند (Clough, 1963; Bickert *et al*., 1974; Armstrong & Quick, 1986; Hayati *et al*., 2015b; Phillips, 2001; Jacobs *et al*., 2009; Ohnstad *et al*., 2012). در این خصوص می‌توان به مطالعه‌ای اشاره کرد که در آن نشان داده شد با به کارگیری درها و موانع مکانیزه در سیستم شیردوشی سالنی مرسوم با عملکرد دوشش ۵۰ گاو در ساعت این عملکرد به ۶۰ گاو در ساعت بهبود یافت (Phillips, 2001). در کنار روش شیردوشی سنتی (دستی)، در مورد شیردوشی مکانیزه به تناسب نوع جایگاه نگهداری گاو

* نویسنده مسئول: marzban@ramin.ac.ir

شیری دو روش عمده‌ای که به طور رایج در دامداری‌های کشور استفاده می‌شوند شیردوشی استانشیون و شیردوشی سالنی (Parlor) می‌باشند. در روش شیردوشی استانشیون به مقتضای بسته بودن گاو در مکانی معین، ابزار شیردوشی به صورت سیار حرکت داده می‌شود. در سیستم شیردوشی سالنی گاو برای شیردوشی باید وارد سالن شیردوشی شود. کارگر شیردوش می‌تواند در حالتی که گاو بالاتر از سطح دستگاه شیردوش قرار دارد شیردوشی را انجام دهد. یکی از این نوع سالن‌ها، سالن‌های تاندم (Tandem) می‌باشد. در این سالن‌ها گاوها در دو سوی گودال و پشت سر هم و معمولاً زاویه‌دار قرار می‌گیرند. هر جایگاه یک درب ورودی و یک درب خروجی دارد؛ که از کنار باز می‌شود. در این سالن‌ها هر گاو به طور انفرادی وارد سالن شده و شیردوشی می‌شود (Fathi & Riassi, 2011; Reinemann, 2013).

استفاده از سیستم‌های شیردوشی خودکار میزان تولید شیر را ۶ تا ۲۵ درصد افزایش داده و باعث کاهش ۱۸٪ نیاز به نیروی کارگری می‌شود (Meijering *et al*., 2002; Wagner-Storch & Palmer , 2003; Bijl *et al*., 2007; De Koning, 2010; Jacobs & Siegford, 2012). به طور موردی در کشور آمریکا گزارشات حاکی از این است که تولید شیر سالانه یک گاو در از سال ۱۹۵۳ تا سال ۲۰۰۷ از حدود ۲۴۰۰ کیلوگرم به حدود ۹۰۰۰ کیلوگرم افزایش یافت که اثر مکانیزاسیون شیردوشی در آن به چشم می‌خورد (Jacobs & Siegford, 2012).

نیروی کارگری بخش شیردوشی بیش از ۵۰٪ از مدت زمان کار روزانه در دامپروری را به خود اختصاص می‌دهد (Bickert *et al*., 1974) که استفاده از مکانیزاسیون می‌تواند باعث بهبود بهره‌وری کارگر و کاهش نیاز به نیروی کارگری و هزینه‌ی مورد نیاز به ازای شیردوشی هر رأس گاو گردد (Jacobs *et al*., 2009) و این امر افزایش عملکرد شیردوشی در واحد زمان را به همراه دارد. بنابراین تلاش برای بهبود بهره‌وری کارگر در فرآیند شیردوشی جهت افزایش عملکرد و کاهش زمان مصرفی ضروری به نظر می‌رسد. تحقیقات نشان می‌دهد که حدود ۸۰ تا ۸۷ درصد از هزینه‌های‌سالیانه شیردوشی و ۹۱ تا ۹۷ درصد از کل هزینه‌های عملیات سالن شیردوشی مربوط به نیروی کارگری می‌باشد. در این خصوص اضافه نمودن تجهیزات مکانیزه به بخش شیردوشی می‌تواند باعث بهبود بهروری کارگر شود؛ بدون اینکه میزان تولید یا کیفیت شیر کاهش پیدا کند (Bickert *et al*., 1974; Bijl *et al*., 2007; Jacobs & Siegford, 2012). به عنوان مثال در مطالعه‌ای روی نوعی سالن شیردوشی با شش جایگاه دوشش، طی مکانیزه کردن برخی از تجهیزات شیردوشی، تعداد گاو دوشیده شده در ساعت توسط دو نفر در حالت اولیه از ۵۶ رأس به ۷۱ رأس توسط یک نفر رسید (Bickert *et al*., 1974). به دلیل هزینه‌های بالای کارگری و برخی تجهیرات مکانیزه جهت استفاده در دامپروری‌ها به خصوص در بخش شیردوشی و ماهیت مکانیزاسیون که بخشی از آن افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید می‌باشد؛ لازم است نقش مکانیزاسیون در افرایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها و همچنین کم کردن نیاز به نیروی انسانی به گونه‌ای که هزینه‌های ناشی از تجهیزات مکانیزه را جبران کند، مورد بررسی قرار گیرد.

با وجود تحقیقات گوناگون انجام گرفته در زمینه‌های عملکردی دامپروری‌های گاو شیری این تحقیقات اغلب در حوزه مکانیزاسیون شیردوشی بوده است و توجه به شیردوشی سنتی که به خصوص در کشور بسیار رایج است کمرنگ جلوه می‌کند. در مطالعه‌ی حاضر سعی بر در نظر گرفتن شیردوشی سنتی در کنار روش‌های مکانیزه‌ی شیردوشی در ارزیابی‌های عملکردی و هزینه‌ای شده است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر به منظور ارزیابی سه روش شیردوشی سنتی (دستی)، استانشیون (توسط شیردوش سیار تک واحدی) و جایگاه آزاد نوع تاندم (سالن دارای شش جایگاه جهت دوشش) در ایستگاه دامپروری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و شهرستان رامهرمز انجام پذیرفت. ارزیابی‌ها روی عملکرد فنی شیردوشی، میزان جریان دوشش شیر و برآورد هزینه‌ی دوشش شیر صورت گرفت.

عملکرد فنی روش‌های شیردوشی

عملکرد جایگاه‌های شیردوشی را می‌توان به روش‌های مختلفی ارزیابی کرد. یکی از این روش‌ها تعداد گاوهایی می‌باشد که هر کارگر می‌تواند در یک ساعت دوشش نماید. سه عامل اصلی موثر بر بهره‌وری استفاده از کارگر در این روش عبارتند از: مدت زمان انجام کارهای رایج در شیردوشی برای هر گاو، مدت زمان مربوط به زمان دوشش برای هر گاو و تعداد واحدهای شیردوش. ارزیابی عملکرد فنی روش شیردوشی با استفاده از سه شاخص انجام شد (Ghorbani & Khosravinia, 2000): ۱) زمان معمول شیردوشی ((Routine Time (RT): مدت زمان لازم برای اجرای سلسله عملیات دوشش برای هر رأس گاو بدون توجه به تعداد گاوها یا واحدهای دوشش: ۲) مدت زمان واحد شیر دوش (Unit Time (UT): مدت زمان واحد شیردوش به ازای هر گاو به

مدت زمان اتصال دستگاه به پستان هر گاو و همچنین مدت زمان بی‌استفاده ماندن دستگاه در حین انتقال آن از گاوی به گاو دیگر و ۳) تعداد واحد به ازای هر کارگر (Unit per person (N)): تعداد واحدهایی که یک شخص می‌تواند اداره کند که برای تعیین آن، مدت زمان اتصال یا روشن بودن ماشین بر زمان معمول برای اجرای روند دوشش (RT) تقسیم شد.

ارزیابی فنی روش شیردوشی ((Performance (P)) برحسب تعداد گاوهای دوشیده شده در ساعت توسط هر شخص را می‌توان با استفاده از معیارهای زمان لازم برای انجام کارهای معمولی شیردوشی (RT)، مدت زمان واحد شیردوش (UT) و تعداد واحدها (N) تخمین زد. به این منظور از دو رابطه (۱) و (۲) استفاده شد.

$$P1=60/RT \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$P2=60/UT\times N \quad \text{(رابطه ۲)}$$

P1 و P2: عملکرد فنی (تعداد گاو بر ساعت بر نفر)

RT: زمان لازم برای انجام کارهای معمولی شیردوشی (دقیقه به ازای هر گاو)

UT: مدت زمان واحد شیردوش (دقیقه بر ازای هر گاو)

N: تعداد واحد به ازای هر کارگر

در خصوص یکسان نبودن مقادیر عملکرد فنی (P) طبق گفته‌ی محققین (Ghorbani & Khosravinia, 2000) اگر یکی از عوامل رابطه عملکرد فنی تغییر کند، یک تغییر اجباری در اجزای رابطه دوم انجام می‌گیرد.

میزان جریان دوشش شیر

این شاخص سرعت دوشش شیر را در هر روش شیردوشی مشخص می‌کند که از تقسیم میزان شیر دوشیده شده هر گاو بر مدت زمان دوشش به دست می‌آید. میزان شیر دوشیده شده در هر نوبت از دوشش از ثبت گردید. در نهایت با استفاده از رابطه-ی (۳) میزان جریان دوشش شیر محاسبه شد (Filipovic & Kokaj, 2009).

$$MER=M/T \quad \text{(رابطه۳)}$$

MER (Milking Extraction Rate): میزان جریان دوشش شیر (کیلوگرم بر دقیقه)

M: میزان شیر دوشیده شده هر گاو (کیلوگرم)

T: مدت زمان دوشش (دقیقه)

شیردوشی در دامپروری‌های مورد ارزیابی در دو نوبت صبح و عصر صورت می‌گرفت. اندازه‌گیری‌های عملکردی در شیردوشی نوبت عصر صورت گرفت. همچنین گاوهای شیری مورد آزمایش از نژاد هلشتاین با میزان تولید شیر بین ۵ تا ۶ کیلوگرم در هر نوبت دوشش بودند. تعداد گاوهای مورد ارزیابی برای روش‌های شیردوشی سنتی، استانشیون و تاندم به ترتیب ۴۰، ۴۰ و ۷۸ رأس بودند.

برآورد هزینه‌ی دوشش شیر

هزینه‌ی دوشش هر کیلوگرم شیر با در نظر گرفتن هزینه‌های ثابت و متغیر مربوط به فرایند شیردوشی برآورد گردید و با در نظر گرفتن میزان شیر دوشیده شده میزان هزینه به ازای هر کیلوگرم شیر تولید شده برآورد شد (Almassi *et al*., 2008). جهت برآورد هزینه‌های دوشش شیر عوامل دخیل در برآورد هزینه شیردوشی در جدول (۱) برای هر سه روش شیردوشی ذکر شده است.

جدول ۱. عوامل دخیل در برآورد هزینه شیردوشی روش‌های شیردوشی

عوامل مؤثر	سنتی (دستی)	مکانیزه	
		استانشیون	تاندم
توان دستگاه شیردوش (کیلووات)	-	۱	۳۰
هزینه روغنکاری، سرویس و نگهداری (ریال در ماه)	-	۱۰۰،۰۰۰	۱۵۰،۰۰۰
اجرت کارگر (ریال در ماه)	۷،۵۰۰،۰۰۰	۷،۵۰۰،۰۰۰	۱۲،۰۰۰،۰۰۰
هزینه خرید و نصب تجهیزات شیردوشی (ریال)	-	۱۱،۰۰۰،۰۰۰	۱۴۵،۰۰۰،۰۰۰
عمر مفید تجهیزات شیردوشی (سال)	-	۸	۱۵
هزینه احداث جایگاه شیردوشی (ریال)	-	-	۲،۸۰۰،۰۰۰
عمر مفید جایگاه شیردوشی (سال)	-	-	۱۵
هزینه هر کیلو وات-ساعت برق (ریال)	-	۱۰۰	۱۰۰
ساعات کاری روزانه (ساعت در روز)	۸	۸	۸

ساعت کاری روزانه جهت شیردوشی تقریباً ۲ ساعت در روز می‌باشد. بنابراین هزینه‌های ذکر شده در جدول ۲ به ازای هر ساعت کار روزانه شیردوشی تبدیل شدند. در این بین فقط اجرت کارگر با در نظر گرفتن ۸ ساعت کار روزانه محاسبه شد؛ زیرا کارگر به جز شیردوشی به فعالیت‌های دیگری نیز در دامپروری مشغول بود. هزینه خرید و نصب تجهیزات شیردوشی به صورت هزینه در هر سال تبدیل شد که در واقع بیانگر استهلاک سالیانه تجهیزات به روش خطی بود. سپس این هزینه با توجه به ساعات کاری روزانه جهت شیردوشی به صورت هزینه در هر ساعت تبدیل شد. سود سرمایه به روش خطی با استفاده از قیمت و ارزش اسقاطی تجهیزات و نرخ بهره‌ی ۱۰ درصد برآورد شد (Almassi *et al.*, 2008).

جدول ۲. برآورد هزینه شیردوشی در روش‌های شیردوشی

هزینه‌های شیردوشی	سنتی (دستی)	مکانیزه	
		استانشیون	تاندم
هزینه روغنکاری، سرویس و نگهداری (ریال بر ساعت)	-	۱،۶۶۶	۲،۵۰۰
اجرت کارگر (ریال بر ساعت)	۳۱،۲۵۰	۳۱،۲۵۰	۵۰،۰۰۰
هزینه خرید و نصب تجهیزات شیردوشی (ریال بر ساعت)	-	۱،۶۹۵	۱۱،۹۱۸
سود سرمایه (ریال بر ساعت)	-	۱۰	۷۳
هزینه احداث جایگاه شیردوشی (ریال بر ساعت)	-	-	۲،۵۵
هزینه برق (ریال بر ساعت)	-	۱۰۰	۳،۰۰۰
جمع کل (ریال بر ساعت)	۳۱،۲۵۰	۳۴،۷۲۱	۶۷،۷۴۶

با توجه به مقادیر کل هزینه بر ساعت برای روش های شیردوشی در جدول (۲) و معلوم بودن عملکرد شیردوشی و مقدار شیر دوشیده شده از هر گاو در روش‌های شیردوشی نهایتاً میزان هزینه به ازای شیر دوشیده شده محاسبه شد.

ابزار تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 صورت گرفت و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارزیابی‌های عملکردی

جدول (۳) عملیات و مدت زمان عملیاتی که در فرآیند هر یک از روش‌های شیردوشی دخیل بودند را بیان کرده است. مطابق این جدول با تغییر روش شیردوشی از سنتی (دستی) به روش استانشیون ملاحظه می‌شود که عملیات وصل نمودن خرچنگی، جدا نمودن خرچنگی، ضدعفونی کردن سرپستانک‌ها به مجموع فرآیند شیردوشی اضافه می‌شود. همچنین با به کارگیری روش شیردوشی تاندم به جای روش استانشیون عملیات جابه‌جایی بین گاوها و دوشش حذف شده و عملیات وارد نمودن گاو به سالن و خارج نمودن گاو از سالن به فرآیند شیردوشی اضافه شد.

روش شیردوشی تاندم با مدت زمان عملیات ۳/۸۸ دقیقه به ازای هر گاو نسبت به روش دستی و استانشیون به ترتیب ۴۰ و ۳۷ درصد بهبود یافت و این اختلاف در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ معنادار شد. از آنجا که نتایج مطالعات دیگر حاکی از این است که با ورود سیستم‌های مکانیزه در برخی از مراحل فرآیند شیردوشی می‌توان مدت زمان کل را برای هر گاو تا حدود ۵۰ درصد بهبود بخشید (Phillips, 2001)، در این مطالعه نیز مدت زمان عملیات در روش مکانیزه (استانشیون و تاندم) در حدود ۵ دقیقه به ازای هر گاو به طول انجامید، که نسبت به روش دستی حدود ۲۰ درصد برتری داشت (جدول ۳).

جدول ۳. عملیات و مدت زمان عملیات شیردوشی در روش‌های شیردوشی (اعداد نشاندهنده‌ی مدت زمان عملیات بر حسب دقیقه به ازای هر گاو می‌باشد)

عملیات	سنتی (دستی)	استانشیون	مکانیزه تاندم
وارد نمودن گاو به سالن	–	–	**۰/۳۷**
جابجایی بین گاوها	**۰/۵۵**	**۰/۲۲**	–
شستن پستان‌های گاو	**۰/۲۰**	**۰/۲۴**	**۰/۱۶**
وصل نمودن خرچنگی	–	**۰/۲۵**	**۰/۱۶**
دوشش	**۵/۳۷**	**۵/۰۸**	–
جدا نمودن خرچنگی	–	**۰/۱۲**	**۰/۰۸**
ضدعفونی کردن سرپستانک‌ها	–	**۰/۰۸**	**۰/۰۶**
خارج نمودن گاو از سالن	–	–	**۰/۲۵**
متفرقه	**۰/۳۳**	**۰/۲۵**	**۰/۴۳**
مدت زمان کل*	**۶/۴۵**[a]	**۶/۲۴**[a]	**۳/۸۸**[b]

جدول (۴) شاخص‌های عملکردی روش‌های شیردوشی را بیان می‌کند. در مورد زمان لازم برای انجام کارهای معمولی شیردوشی (RT)، شیردوشی تاندم با میزان ۱/۱ دقیقه به ازای هر گاو نسبت به دو روش دیگر با اختلاف معناداری نسبت به دو روش دیگر کمتر بود (سطح معنی‌داری ۵٪)، که این نتیجه همچون مطالعات گذشته نشان دهنده‌ی تأثیر مثبت مکانیزاسیون در کاهش کمیت RT می‌باشد (Ohnstad *et al.*, 2012). همچنین مدت زمان واحد شیردوش (UT) در شیردوشی تاندم ۲/۸ دقیقه به ازای هر گاو نسبت به روش دستی و

استانشیون به ترتیب ۵۱ و ۴۷ درصد بهتر بود (سطح معنی‌داری ۵٪). تعداد واحد به ازای هر کارگر (N) در شیردوشی دستی و استانشیون تقریباً برابر و حدود ۱ واحد به ازای هر کارگر بود. اما از آنجا که با بهبود مکانیزاسیون شیردوشی به راحتی می‌توان تعداد راس گاو دوشیده شده توسط هر فرد را تا سه یا چهار رأس افزایش داد (Jacobs *et al*., 2009)، شیردوشی تاندم با گنجایش ۳/۶ واحد به ازای هر کارگر از این حیث نسبت به دو روش دیگر حدود ۲/۶ برابر بیشتر بود که این برتری در سطح ۵٪ معنادار شد.

جدول ۴. شاخص‌های عملکردی روش‌های شیردوشی*

عملکردها	سنتی	مکانیزه	
	(دستی)	استانشیون	تاندم
مدت زمان کل (دقیقه)	۶/۵	۶/۲	۳/۹
RT (دقیقه به ازای هر گاو)	۶/۱^{a}	۶/۰^{a}	۱/۱^{b}
UT (دقیقه به ازای هر گاو)	۵/۷^{a}	۵/۳^{a}	۲/۸^{b}
N (بدون بُعد)	۱/۱^{b}	۱/۰^{b}	۳/۶^{a}
P_1 (تعداد گاو بر نفر- ساعت)	۹/۸^{b}	۱۰/۰^{b}	۵۵/۶^{a}
P_2 (تعداد گاو بر نفر- ساعت)	۱۱/۱^{b}	۱۱/۷^{b}	۷۷/۰^{a}
M (کیلوگرم)	۵/۱^{a}	۵/۶^{a}	۵/۴^{a}
T (دقیقه)	۵/۴^{a}	۵/۱^{a}	۲/۴^{b}
MER (کیلوگرم بر دقیقه)	۰/۹^{b}	۱/۱^{b}	۲/۳^{a}
میزان شیر دوشیده شده در هر ساعت (کیلوگرم بر ساعت)	۵۰/۰^{c}	۵۶^{b}	۳۰۰/۲^{a}

***حروف a و b نشان دهنده تفاوت آماری در سطح معنی‌داری ۵ درصد می‌باشند.**

در خصوص زمان انجام کارهای معمول برای دو روش سنتی و استانشیون، بر خلاف روش تاندم مدت زمان دوشش (T) نیز به آن اضافه شد؛ چرا که کارگر بدون گذراندن زمان دوشش یک گاو، نمی‌توانست به دوشش گاو دیگری بپردازد. در واقع در این دو روش وقت صرف شده برای عملیات دوشش به دلیل انجام مستقیم عملیات یا معطلی ناشی از انجام عملیات بود. این امر به این دلیل بود که دوشش گاو در روش سنتی توسط شخص کارگر صورت می‌گرفت و در روش استانشیون (که توسط شیردوش سیار تک واحدی انجام می‌شود) کارگر باید تا اتمام دوشش منتظر می‌ماند. بنابراین مدت زمانی که کارگر برای دوشش صرف می‌کرد جزیی از فرآیند شیردوشی است و باید به مدت زمان انجام کارهای معمول شیردوشی اضافه گردد. اما از آنجا که نصب وسایل مکانیزه مدت زمان صرف شده برای دوشیدن هر گاو را کاهش می‌دهد (Fathi & Riassi, 2011)، شرایط مذکور در دو روش قبلی در شیردوشی تاندم رخ نداد، به این دلیل که کارگر به محض وصل نمودن شیردوش به پستان‌های گاو، اقدام به انجام عملیات مربوط به شیردوشی گاوهای دیگر می‌کرد.

وجود شرایط ذکر شده در شیردوشی تاندم در نهایت باعث کم شدن مدت زمان کل، کمتر شدن زمان لازم برای انجام کارهای معمولی شیردوشی (RT)، کمتر شدن مدت زمان واحد شیردوش (UT) و کم شدن تعداد واحد به ازای هر کارگر (N) و در نهایت باعث بهبود تعداد گاو دوشیده شده بر نفر- ساعت نسبت به دو روش دیگر شد. از این حیث شیردوشی تاندم با عملکرد P_1 و P_2 به ترتیب برابر ۵۵/۶ و ۷۷ گاو بر نفر- ساعت از لحاظ عملکرد P_1 نسبت به شیردوشی سنتی و استانشیون به ترتیب ۴/۷ و ۴/۶ برابر و از لحاظ عملکرد P_2 نسبت به این دو روش به ترتیب ۵/۹ و ۵/۶ برابر بیشتر بود و این برتری‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ معنادار شد. مطالعات نیز نشان می‌دهند کمتر شدن مقدار RT به دلیل استفاده از سیستم‌های مکانیزه در فرآیند شیردوشی باعث بهبود چشمگیر عملکرد فنی می‌شود (Armstrong & Quick, 1986).

در کل عملکرد شیردوشی سنتی با جایگزینی سیستم‌های مکانیزه سالن شیردوشی تاندم بیش از ۵ برابر بهبود یافت. در یکی از مطالعات در خصوص عملکرد فرآیند شیردوشی (Phillips, 2001) نیز با جایگزینی برخی سیستم‌های مکانیزه در فرآیند شیردوشی تمام دستی عملکرد این سیستم با بهبود ۲/۲ برابری به ۱۱۰ گاو در ساعت رسید. همچنین در مطالعه‌ی حاضر به دلیل اینکه در هر سه روش شیردوشی مقدار عددی P_1 از P_2 کمتر شد باید در P_2 تغییراتی اعمال شود. بنابراین بنا به پیشنهاد صاحب نظران (Ghorbani & Khosravinia, 2000) مدت زمان واحد شیردوش (UT) باید بیشتر شود تا P_1 و P_2 با هم برابر شوند.

هر چند افزایش سطح مکانیزاسیون می‌تواند میزان شیر دوشیده شده هر گاو (M) را بهبود ببخشد (Wagner-Storch & Palmer , 2003; Jacobs & Siegford, 2012)، اما مطالعه‌ی حاضر نشان داد که سیستم‌های مکانیزه‌ی شیردوشی اثر معناداری روی میزان شیر دوشیده شده از هر گاو (M) ندارند که نتیجه مؤید یافته‌های برخی محققین (Gygax *et al*., 2007) نیز می‌باشد. در مورد مدت زمان دوشش (T)، شیردوشی تاندم با مدت زمان ۲/۴ دقیقه نسبت به روش سنتی و استانشیون به ترتیب ۵۶ و ۵۳ درصد کمتر بود (سطح معنی داری ۵٪).

مدت زمان دوشش و میزان شیر دوشیده شده برای روشهای مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. اما در مجموع مدت زمان دوشش در روش‌های مکانیزه حدود ۳/۷۵ دقیقه به طول انجامید که نسبت به روش سنتی حدود ۳۰ درصد کمتر بود. میزان جریان دوشش نیز در روش‌های مکانیزه

با حدود ۱/۷ کیلوگرم بر دقیقه نسبت به روش دستی حدود ۹۰ درصد برتری داشت. در مجموع میزان شیر دوشیده شده در هر ساعت در روش مکانیزه با حدود ۱۸۰ کیلوگرم نسبت به روش دستی حدود ۲/۵ برابر بیشتر بود. دیگر محققان (Filipovic & Kokaj, 2009) نیز در آزمایشات خود روی مشخصه‌های عملکردی شیردوشی دستی و مکانیزه به این نتیجه رسیدند که مدت زمان شیردوشی و میزان جریان دوشش شیر در روش مکانیزه نسبت به روش دستی به ترتیب حدود ۳۵٪ و ۸۷٪ بهبود یافته بود.

برآورد هزینه

نتایج مربوط به هزینه شیردوشی به ازای شیر تولیده در روش‌های شیردوشی با استفاده از جداول (۲) و (۴) به دست آمد، که به ترتیب مربوط به هزینه‌ها و عملکرد تولید شیر در روش‌های شیردوشی بودند. در این شرایط همانطور که در جدول (۵) نشان داده شده است شیردوشی تاندم با ۲۲،۶۰۰ ریال به ازای تولید ۱۰۰ کیلوگرم شیر کمترین هزینه را به همراه داشت و این اختلاف با دو روش شیردوشی دیگر در سطح ۵ درصد معنادار شد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که شیردوشی سالنی تاندم زمانی می‌تواند از شیردوشی استانشیون از لحاظ هزینه‌ای به صرفه‌تر باشد که گله گاو به قدر کافی بزرگ باشد (Tauer, 1998). اگرچه در مطالعه حاضر اندازه گله مورد مطالعه قرار نگرفت ولی نتایج هزینه‌ای نشان دادند که گله‌های مورد ارزیابی این مهم را پوشش دادند.

جدول ۵. هزینه شیردوشی به ازای شیر تولیدی در روش‌های مختلف شیردوشی

متغیرها	سنتی (دستی)	مکانیزه	
		استانشیون	تاندم
عملکرد شیردوشی (گاو بر نفر ساعت)	۹/۸	۱۰	۵۵/۶
میزان شیر دوشیده شده هر گاو (کیلوگرم)	۵/۱	۵/۶	۵/۴
میزان شیر دوشیده شده در هر ساعت (کیلوگرم بر ساعت)	۵۰/۰	۵۶	۳۰۰/۲
میزان هزینه شیردوشی به ازای هر کیلوگرم شیر دوشیده شده (ریال بر کیلوگرم)	۶۲۵	۶۲۰	۲۲۶
میزان هزینه شیردوشی به ازای ۱۰۰ کیلوگرم شیر دوشیده شده (ریال)*	۶۲،۵۰۰[b]	۶۲،۰۰۰[b]	۲۲،۶۰۰[a]

مطابق جدول (۲) هزینه‌های شیردوشی تاندم به ازای هر ساعت شیردوشی حدود ۲ برابر هر یک از دو روش دیگر بود؛ اما به دلیل اینکه عملکرد شیردوشی تاندم با اختلاف بسیار زیادی از دو روش دیگر بیشتر بود، میزان هزینه‌ی شیردوشی به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم دوشش شیر به حدود یک سوم از هزینه در روش سنتی و استانشیون کاهش یافت. اگرچه میزان هزینه در واحد زمان برای شیردوشی تاندم از دو روش دیگر بیشتر بود، اما مطالعه دیگری نشان داده بود که افزایش سطح مکانیزاسیون این کمیت را به طور معناداری افزایش نمی‌دهد (Bijl *et al*., 2007).

مطالعات گذشته نشان داده‌اند اگر هزینه‌ی تجهیزات مکانیزه در حد مطلوب باشد و جمعیت گله‌ی گاو به اندازه‌ای که درخور ظرفیت سیستم شیردوشی است بزرگ باشد، هزینه های مکانیزاسیون توجیه‌پذیر خواهد بود (Armstrong & Quick, 1986; Rotz *et al*., 2003). با تحقق شرایط ذکر شده در این مطالعه، هزینه‌های شیردوشی در روش مکانیزه به ازای صد کیلوگرم شیر با حدود ۴۳۰۰۰ هزار ریال نسبت به روش شیردوشی دستی حدود ۳۰ درصد بهتر بود. در این خصوص ابتدا باید گفت سیستم‌های مکانیزه به دلیل به کارگیری تجهیزات و هزینه‌های ناشی از سرویس و نگهداری از آنها هزینه‌های زیادی را بر دامپروری‌های گاو شیری تحمیل می‌کنند. همچنین تأمین نیروی محرک این سیستم‌ها باعث افزایش هزینه‌ها نسبت به روش سنتی (دستی) می‌شود. از سویی کار کردن با تجهیزات مکانیزه تا حدودی نیازمند آگاهی و تخصص بیشتری نسبت به شیردوشی دستی که فاقد این تجهیزات است می‌باشد. این امر می‌تواند دلیلی برای افزایش هزینه نیروی انسانی (اجرت کارگر) در دامپروری‌های مجهز به سیستم‌های مکانیزه باشد. بنابراین در مورد مطالعه حاضر ورود سیستم‌های مکانیزه در شیردوشی‌ها باعث شد که هزینه‌هانسبت به سیستم سنتی حدود ۶۵ درصد بیشتر شود. یعنی به ازای مدت زمان یکسان، استفاده از روش شیردوشی مکانیزه هزینه‌برتر از روش دستی بود. اما باید در نظر داشت در همین مدت زمان یکسان تعداد گاو دوشیده شده در روش مکانیزه بسیار بیشتر از روش دستی بود. از این رو میزان شیر دوشیده شده در زمان یکسان، در شیردوشی مکانیزه بیشتر است و این افزایش در عملکرد شیردوشی به میزانی می‌باشد که نه‌تنها هزینه‌های ناشی از اعمال سیستم‌های مکانیزه را جبران می‌کند بلکه باعث کاهش هزینه‌های دوشش شیر به ازای هر واحد شیر دوشیده شده نیز می‌شود. از طرفی با وجود افزایش نیاز به نیروی انسانی با کیفیت بالاتر ناشی از به کارگیری مکانیزاسیون در شیردوشی، کمیت و بهره‌وری آن به ترتیب کاهش و بهبود یافت که خود معلول نقش مکانیزاسیون در کاهش هزینه‌ها و بهبود بهره‌وری می‌باشند(Bickert *et al*., 1974; Vos, 1974; Nevala-Puranen *et al*., 1993).

نتیجه‌گیری کلی

با افزایش مکانیزه شدن شیردوشی و تغییر روش‌ها از شیردوشی دستی تا سالن‌های تاندم میزان دخالت و سهم زمانی کارگر در دوشش کاهش یافته و میزان شیر بیشتری در مدت زمان یکسان دوشش می‌شود. همچنین به دلیل وجود چنین شرایطی

در شیردوشی تاندم است که می‌توان همزمان با دوشش عملیات دیگرِ فرآیند شیردوشی را انجام داد و به همین دلیل عملکرد روش شیردوشی یعنی تعداد گاو دوشیده شده افزایش می‌یابد.

با تمایل به سمت سیستم‌های مکانیزه میزان هزینه‌های شیردوشی در واحد زمان نسبت به شیردوشی سنتی افزایش می‌یابد؛ اما به دلیل اینکه عملکرد شیردوشی مکانیزه با اختلاف بسیار زیادی از روش سنتی بیشتر است، میزان هزینه‌ی شیردوشی به ازای میزان دوشش شیر به حدود یک سوم از هزینه در روش سنتی کاهش می‌یابد. البته باید در نظر داشت قبل از این‌که مدت زمان به کارگیری روش مکانیزه به مدت زمان به کارگیری روش سنتی نزدیک شود، به میزان دوششی برابر میزان دوشش شیر در روش سنتی دست یافته است، بنابراین هیچگاه هزینه‌ی شیردوشی مکانیزه را فراتر از هزینه‌ی روش سنتی نخواهیم دید.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از کارگران داوطلب، ایستگاه دامپروری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و آقای مهندس رئوفی‌کیا، کارشناس ارشد علوم دام، به خاطر همکاری صمیمانه‌ی ایشان اعلام می‌دارند. بدینوسیله از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان به خاطر تامین هزینه این مطالعه سپاسگزاری به عمل می‌آورد.

REFERENCES

Almassi, M., Kiani, Sh. & Loveimi, N. (2008). *Principles of agricultural mechanization*. Tehran, Iran: Jungle publication international. (In Farsi).

Armstrong, D. V. & Quick, A. J. (1986). Time and motion to measure milking parlor performance. *Journal of Dairy Science*, 69, 1169-1177.

Bickert, W. G., Speicher, J. A. & Armstrong, D. V. (1974). Milking systems for large herds. *Journal of Dairy Science*, 57(3), 369-377.

Bijl, R., Kooistra, S. & Hogeveen, H. (2007). The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 239-248.

Chang, W., Barry, M. C. Jones, L. R. & Merrill, W. G. (1992). Compares: a computerized milking parlor evaluation System. *Journal of Dairy Science*, 75(9), 2578-2586.

Clough, P. A. (1963). Modern housing and milking systems for dairy herds. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 16(3), 133-138.

De Koning, C. (2010). Automatic milking-Common practice on dairy farms. In: Proceeding of *the 1st North American Conference on Precision Dairy Management*. Toronto, Canada. pp. 59-63

Fathi, M. M. & Riassi, A. (2011). *Design principle of cattle and sheep housing and equipments*. Tehran, Iran: Aeex. (In Farsi).

Filipovic, D. & Kokaj, M. (2009). The comparison of hand and machine milking on small family dairy farms in central Croatia. *Livestock Research for Rural Development*, 21(5). Retrieved April 7, 2014, from http:// www .lrrd. org /lrr d21/ 5/ fili21074.htm.

Ghorbani, G. R. & Khosravinia H. (Translators). (2000). *Principles of dairy science*. Schmidt, G. H., Van Vleck, L. D. & Hatjens, M. F. (Eds) Isfahan, Iran: Isfahan University of Technology. (In Farsi).

Gygax,L., Neuffer, I., Kaufmann, C. Hauser, R. & B. Wechsler, B. (2007). Comparison of functional aspects in two automatic milking systems and auto-tandem milking parlors. *Journal of Dairy Science*, 90(9), 4265–4274.

Hayati, A., Marzban,A. & Asoodar, M.A. (2015a). Ergonomic assessment of hand cow milking operations in Khuzestan province of Iran. *Agric Eng Int: CIGR Journal*. 17(2), 140-145.

Hayati, A., Marzban, A. & Asoodar. M. A. (2015b). Ergonomic evaluation of hand and mechanized milking in dairy farms. *Journal of Ergonomics*, 3(3), 65-75. (in Farsi)

Jacobs, J. & Siegford, J. (2012). Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health and welfare. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2227-2247.

Jacobs, M., Liebers, F. & Behrendt. S. (2009). The influence of varying working heights and weights of milking units on the body posture of female milking parlour operatives. *Agricultural Engineering International: CIGR EJournal*, Vol. 11, Manuscript MES 1355, Retrieved June 7, 2014, from http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejounral/article/view/1355/1215.

Meijering, A., De Koning, K. & Van Der Vorst, Y. (2002). Automatic milking experience and development in Europe. In: Proceeding of *First American Conference on Robotic Milking*, 20–22 March, Toronto, Canada, pp. 1-11.

Nevala-Puranen, N., Taattola, K. & Venalainen, J. M. (1993). Rail system decreases physical strain in milking. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 12, 311-316.

Ohnstad, I., Olde Riekerink, R. G. M., Hogewerf, P. de Koning, C. A. J. M. & Barkema, H. W. (2012). Short communication: effect of automatic postmilking teat disinfection and cluster flushing on the milking work routine. *Journal of Dairy Science*,. 95(5), 2567–2570.

Phillips, C. J. C. (2001). *Principles of cattle production*. Commonwealth Agricultural. New York, USA: Bureau International (CABI) Publishing.

Reinemann, D. J. (2013). Milking Machines and Milking Parlors. In: Kutz, M. (Ed) *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering*. (pp. 177-197). San Diego. California, USA:

Elsevier Science, Publishing Company Incorporation.

Rotz, C. A., Coiner, C. U. & Soder. K. J. (2003). Automatic milking systems, farm size, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 86(12):4167–4177.

Tauer, L. W. (1998). Cost of production for stanchion versus parlor milking in New York. *Journal of Dairy Science*, 81(2):567–569.

Vos, H. W. (1974) Some ergonomic aspects of parlour milking. *Canadian Agricultural Engineering*, 16(1), 45-48.

Wagner-Storch A. M. & Palmer, R. W. (2003). Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 86(4):1494–1502.