# اثر نسبت نبض و سطوح خلاء بر کارایی ماشین شیردوشی

محمدعلی به آئین[۱،*]، محمد شاکر[۲]

۱. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران (Email: ali_behaeen@yahoo.com)

۲. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران (Email: m.shaker1348@gmail.com)

## چکیده

بررسی متغیرهای تأثیرگذار در ماشین شیردوشی می‌تواند روی افزایش کارایی این ماشین (کاهش زمان شیردوشی، عدم پس شیردوشی و شیردوشی با دست) و نیز کاهش بیماری ورم پستان گاو تأثیرگذار باشد. برای دستیابی به این اهداف، اثر متغیرهای نسبت نبض در دو سطح ۶۵:۳۵ ($R_1$) و ۷۰:۳۰ ($R_2$) و سطوح خلاء تولیدی در دو سطح ۳۸ کیلو پاسکال ($P_1$) و ۴۰ کیلو پاسکال ($P_2$) در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار بررسی شد. پارامترهای مورد بررسی شامل عملکرد ماشین شیردوش بر اساس اندازه‌گیری مدت زمان لازم تا جریان یافتن شیر در مخزن‌های فرعی، حداکثر مقدار شیر به دست آمده پس از ۲۰ ثانیه شیردوشی، ظرفیت موادی ماشین شیردوش، میزان پایین آمدن خوشه شیردوشی از پستان گاو، اندازه-گیری قطر نوک پستان قبل و بعد از شیردوشی و تعیین فشردگی نوک پستان بود. داده‌ها در نرم‌افزار SAS تجزیه گردید. نتایج نشان داد که نسبت نبض، متغیر مؤثرتری نسبت به سطح خلاء تولیدی می‌باشد. همچنین میزان جریان شیر و باز شدن اسفنکترهای نوک پستان در خلأها و نسبت نبض‌های پایین‌تر قابل‌دسترسی است؛ به‌طوری‌که در سطح خلاء ۳۸ کیلو پاسکال و نسبت نبض ۶۵:۳۵، میزان شیر در شروع شیردوشی و ۲۰ ثانیه پس از شروع شیردوشی تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد با سایر تیمارها نشان نداد. همچنین این تیمار از نظر ظرفیت موادی ماشین شیردوش نیز در سطح مناسبی قرار داشت. با توجه به ارتباط بیماری ورم پستان با افزایش خلاء و نسبت نبض، تیمار $P_1R_1$، جهت افزایش کارایی ماشین شیردوشی قابل توصیه است.

**کلمات کلیدی:** *ماشین شیردوش، ظرفیت موادی ، نسبت نبض، سطح خلاء.*

* نویسنده مسئول: ali_behaeen@yahoo.com

# اثر نسبت نبض و سطوح خلاء بر کارایی ماشین شیردوشی

**مقدمه**

بهترین عملکرد ماشین شیردوش، زمانی است که تمام یا حداکثر شیر موجود در پستان گاو به‌وسیله این ماشین برداشت و عملیات پس شیردوشی و نیز عملیات شیردوشی با دست به حداقل برسد. حجم شیر برداشت‌شده با ماشین شیردوش به فاکتورهای مکانیکی زیادی از جمله سطح خلاء ایجاد شده در ماشین شیردوش، نرخ نبض و نسبت نبض بستگی دارد [۹]. ترکیبی از متغیرهای ذکر شده در حد توصیه شده، باعث افزایش کارایی ماشین‌های شیردوشی و صدمه کم به پستان گاو از جمله بیماری ورم پستان می‌شود. در صورت رعایت نکردن استانداردها و ترکیبی از عوامل تأثیرگذار مانند نبض ایجاد شده و سطح خلاء در نوک پستان گاو، تأثیر منفی روی این عضو مشاهده می‌شود [۱۱]. تغییر در خصوصیات نبض در دستگاه نبض‌دار ماشین شیردوش (نرخ نبض، نسبت نبض و سطح خلاء تولیدی)، روی عملکرد ماشین شیردوش تأثیر دارد. همیشه افزایش نرخ نبض به معنی بهبود عملکرد شیردوشی نیست. اکثر تحقیقات اخیر در شیردوشی گاو با ماشین، به بررسی نرخ نبض پرداخته و بررسی نسبت نبض یعنی نسبت تعداد تولید نبض به مرحله استراحت دستگاه نبض‌دار پرداخته نشده است. همچنین به دلیل حرکت خوشه‌های شیردوشی[1] و نفوذ هوا به سیستم شیردوشی متصل به پستان، سطح خلاء تغییر می‌کند. نسبت بین زمان مکش و استراحت، از اهمیت خاصی برخوردار است. طولانی شدن هر دو مرحله، باعث ایجاد آسیب‌هایی در گاو خواهد شد. طولانی شدن مرحله مکش، باعث تغییر شکل تدریجی سرپستانک گاو و یا خونریزی در اثر پارگی مویرگ‌ها می‌شود که نهایتاً باعث ابتلای گاو به بیماری ورم پستان می‌گردد. همچنین میزان مکش از پمپ خلاء و تعداد نبض در دقیقه باید با دستگاه نبض‌دار هماهنگ باشد. در بعضی مواقع خلاء ایجاد شده در حد معمول، ولی مراحل مکش و استراحت و تعداد نبض با خلاء تولیدی تناسب نداشته که یا باعث عدم کارایی ماشین شیردوش و یا آسیب رساندن به پستان گاو می‌شود. بنابراین لازم است، ارتباط بین نسبت نبض و سطح خلاء تولیدی در شرایط عملی شیردوشی گاو به‌منظور افزایش کارایی ماشین شیردوش و کاهش بیماری شایع ورم پستان در اثر شیردوشی بررسی گردد. یک ماشین شیردوش ثابت از واحد ایجاد خلاء، لوله‌های انتقال شیر، دستگاه نبض‌دار، مخزن شیر، خوشه شیردوشی تشکیل‌شده است. در ارتباط با تیمارهای آزمایش، به میزان خلاء ایجاد شده توسط پمپ خلاء در کل سیستم شیردوشی، سطح خلاء گفته می‌شود. به مدت زمان دوشش لایه لاستیکی کلاهک نسبت به مدت زمان مرحله استراحت لایه لاستیکی، نسبت نبض گفته می‌شود. در شکل ۱ سالن شیردوشی محل انجام آزمایش و ماشین شیردوش دلاوال[2] (ساخت کشور سوئد)، با شش واحد شیردوشی نشان داده شده است.

1 Cluster
2 DELAVAL

بسیر و بروکمایر [۱] با انجام آزمایشی اثر سه سطح خلاء ۵۰، ۴۲ و ۲۴ کیلو پاسکال را روی میزان شیردوشی در گاوهای مورد مطالعه مورد بررسی قرار دادند. در این آزمایش اثر نرخ و نسبت نبض بررسی نگردید. جریان شیر در تیمارهای ۴۲ و ۵۰ کیلو پاسکال مشابه بود و در تیمار ۲۴ کیلو پاسکال کاهش یافت. مدت زمان شیردوشی در تیمار ۲۴ کیلو پاسکال افزایش یافت. با این وجود کل میزان شیردوشی در هر سه تیمار مشابه بود. ضخامت قطر پستان در تیمار ۵۰ کیلو پاسکال از همه تیمارها بیشتر بود. بسیر و همکاران [۲] با انجام تحقیقاتی روی کاهش خلاء و مدت زمان شیردوشی گزارش نمودند که کاهش خلاء به خصوصیات سیستم شیردوشی وابسته بوده و با افزایش میزان خلاء، نرخ جریان شیر افزایش می‌یابد. بیشترین کاهش خلاء در سیستم‌هایی اتفاق می‌افتد که طول لوله‌های انتقال شیر زیاد بوده که افزایش زمان جریان یافتن شیر را به دنبال دارد.اسپهر و آهلنبراک [۱۴] با انجام آزمایشی دریافتند که بین بیماری هیپرکراتوسیس[3] و فشارهای ایجاد شده در هر سیکل شیردوشی رابطه معنی‌داری وجود دارد. آن‌ها پیشنهاد کردند که کل فشار در هر سیکل باید بین ۹ – ۶/۷۵ کیلو پاسکال بر ثانیه باشد. بورکس و رونینگن [۳] گزارش نمودند که اختلاف در جریان شیردوشی به قطعه دهانی اتاق خلاء بستگی دارد. نتایج آزمایش‌های آن‌ها نشان داد که حالت پایدار در قطعه دهانی اتاق خلاء باید در یک هماهنگی کامل با دستگاه نبض‌دار باشد و با افزایش نرخ نبض ممکن است جریان شیردوشی کاهش یابد. هامان و همکاران [۸] با استفاده از چهار سطح خلاء ۲۵، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ کیلو پاسکال روی چهار گاو و اندازه گیری طول نوک پستان دریافتند که بلافاصله بعد از شیردوشی در خلاء ۴۰ کیلو پاسکال، طول نوک پستان ۱۰-۷ درصد و در خلاء ۵۰ کیلو پاسکال، ۲۵-۱۷ درصد افزایش یافت. همچنین کاهش در میزان خلاء، باعث کاهش تخلیه کامل شیر در غدد پستانی و افزایش خلاء باعث ورم پستان گردید. پازونا [۱۲] در تحقیقی اثر وزن خوشه شیردوشی و کلاهک[4] ها در ماشین شیردوشی را روی شیردوشی در بوفالو بررسی کرد. از دو کلاهک مخروطی و سیلندری شکل و دو وزن خوشه شیردوشی ۲۸۳۰ و ۳۲۰۰ گرمی در هنگام شیردوشی استفاده شد. نتایج نشان داد که شکل کلاهک‌ها روی پارامترهای شیردوشی تاثیری ندارد؛ ولی وزن خوشه شیردوشی روی زمان و مقدار شیردوشی موثر بود. همچنین اثر متقابلی بین دو متغیر مشاهده نشد. باتلر [۵] بیان نمود که افت خلاء در ماشین شیردوش به علت اصطکاک در لوله‌های بلند می‌باشد. او با انجام آزمایش‌هایی نشان داد که با افزایش خلاء، نرخ جریان شیر افزایش یافته و این افزایش نرخ جریان، باعث افزایش عدد رینولدز و در نتیجه کاهش اثر اصطکاک در لوله‌ها می‌شود؛ به‌طوری‌که با افزایش عدد رینولدز از ۲۰۰۰ به ۸۰۰۰، ضریب اصطکاک در لوله‌ها از ۰/۰۸ به ۰/۰۴ کاهش یافته و این عدد ثابت می‌ماند.

گریندال [۷] با تغییر سطوح خلاء در اتاق نبض و خطوط لوله‌های شیردوشی بیان داشتند که افزایش سطوح خلاء در لاینرها می‌تواند با فراهم نمودن خلاء کمتر در خطوط انتقال و دستگاه نبض‌دار بدون این که کاهش عملکرد ماشین شیردوشی را به دنبال داشته باشد، اتفاق بیفتد. این امر به کاهش زمان شیردوشی، بدون این که به بافت‌های پستان آسیب برسد، منجر می‌شود. کلارک [۶] نشان داد که در یک ماشین شیردوش با کاهش افت خلاء از ۱۴/۳ به ۳/۲ میلی‌متر جیوه، شدت جریان شیر در لوله‌ها از ۷۰ به ۳۰ لیتر بر ثانیه کاهش یافت. همچنین افت خلاء قابل ملاحظه‌ای در یک خم ۹۰ درجه‌ای از لوله‌های انتقال در فاصله ۰/۶ متر از این خم اتفاق افتاد. بنابراین توصیه شد که افت خلاء، طول لوله و قسمت‌های دیگر بایستی بر اساس شرایط شیردوش، در یک تطابق مناسب با یکدیگر کار کنند. نتایج تحقیقات انجام شده، تیمارهای سطوح خلاء در ماشین شیردوش را مورد بررسی قرار داده و اثر آن بر عملکرد ماشین شیردوش و آسیب بر بافت پستانی و ضخامت آن را تجزیه و تحلیل نموده‌اند. با این حال لازم است که به طور همزمان اثرات نسبت نبض و سطوح خلاء بر عملکرد ماشین شیردوش و کاهش آسیب به بافت پستانی مورد بررسی قرار

3 Hypercratosis
4 Teat cup

گیرد. بنابراین هدف از اجرای این پروژه، بررسی راه‌های افزایش کارایی ماشین شیردوش و کاهش بیماری شایع ورم پستان در گاوهای شیری با تغییر نسبت نبض و سطوح خلاء بود.

**مواد و روش‌ها**

در این تحقیق به‌منظور بررسی اثر عوامل تعیین‌کننده روی ماشین شیردوش، از یک سالن شیردوشی گاو با شش واحد شیردوشی در شهرستان زرقان استان فارس، استفاده شد. تعداد گاوهای مورد مطالعه ۵ راس گاو که دارای شرایط یکسان و شکم‌زا بودند. ماشین شیردوش ساخت شرکت دلاوال کشور سوئد انتخاب گردید. اثر متغیرهای نسبت نبض در دو سطح ۳۵:۶۵ ($R_1$) و ۳۰:۷۰ ($R_2$) و سطوح خلاء تولیدی در دو سطح ۳۸ کیلو پاسکال ($P_1$) و ۴۰ کیلو پاسکال ($P_2$) در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار بررسی شد. داده‌های به دست آمده در نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید. عملکرد ماشین با استفاده از پارامترهای زیر بررسی گردید:

**پارامترهای عملکردی ماشین شیردوش در تیمارهای مختلف**

- اندازه‌گیری مدت زمان لازم تا جریان یافتن شیر در مخزن‌های فرعی (s)
- حداکثر مقدار شیر به دست آمده پس از ۲۰ ثانیه شیردوشی (PFR)[5] (ml)
- ظرفیت موادی ماشین شیردوش

$$MC = \frac{TMY}{TMT} \qquad (۱)$$

MC[6]= ظرفیت موادی ماشین شیردوش (Lit/min)، TMY[7]= مقدار شیر به دست آمده در مخزن فرعی در هنگام شیردوشی (Lit)، TMT[8]=کل زمان عملیات شیردوشی (min) [۱].

**تعداد و میزان پایین آمدن خوشه شیردوشی از پستان گاو**

با توجه به این که پایین آمدن خوشه شیردوشی باعث می‌شود که هوا به سیستم شیردوشی وارد و خلاء ایجاد شده را دچار نقصان کند، بنابراین پس از شروع عملیات شیردوشی تا پایان، تعداد دفعات و میزان پایین آمدن خوشه شیردوشی به‌وسیله خط‌کش در تیمارهای مختلف سطوح خلاء تولیدی اندازه‌گیری شد.

**اندازه گیری قطر نوک پستان گاو با استفاده از روش پردازش تصویر**

با توجه به حساسیت نوک پستان گاو، اندازه‌گیری قطر آن با استفاده از ابزارهایی نظیر کولیس بسیار مشکل است و عملاً امکان اندازه‌گیری آن فراهم نمی‌شود. یکی از راه‌های اندازه‌گیری ابعاد فیزیکی (طول، عرض، قطر و ...) اجسام، بدون تماس با آن‌ها، روش پردازش تصویر است. در این روش تصاویر اشیاء از فاصله ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متری تهیه و پس از آن با نرم افزارهایی نظیر متلب[9]، الگوریتم مورد نظر کدنویسی و بر روی تصاویر اجرا می‌شود و در نهایت ویژگی‌های مورد نیاز اندازه‌گیری می‌گردد.

[5] Peak milk flow rate
[6] Material capacity
[7] Total milk yield
[8] Total milking time
[9] Matlab

الگوریتم پردازش تصویر شامل توابع و عملگرهایی است که مشخصه‌های ویژه‌ای از تصویر را استخراج نموده و مبنای تصمیم گیری قرار می‌دهد. این مشخصه‌ها با استفاده از داده‌های هر پیکسل از تصویر دیجیتال به‌دست می‌آید. در ابتدا با انجام پیش پردازش و بهینه‌سازی تصویر و حذف ناخالصی‌ها و مواد خارجی، شیئ مورد نظر، از زمینه اصلی تفکیک شده و برای انجام پردازش نهایی و استخراج شاخص‌های کیفی آماده می‌شوند. سپس عملیات پردازش تصویر ادامه می‌یابد. در این تحقیق، برای تهیه الگوریتم پردازش تصویر از جعبه‌ابزار مربوطه در نرم‌افزار متلب استفاده گردید.

به همین منظور، ابتدا با استفاده از دوربین دیجیتال کونیکا[10] که مشخصات فنی آن در جدول ۱ ارائه شده است، چندین تصویر از پستان گاو تهیه شد (شکل ۲). تصویربرداری از فاصله حدود ۳۰ سانتی‌متری و با استفاده از نور محیط انجام شد. از بین تصاویر تهیه شده، مناسب‌ترین تصویر از نظر نور و وضوح آن، انتخاب و به نرم افزار فتوشاپ منتقل گردید. در نرم افزار فتوشاپ با بکارگیری ابزار[11] و با دقت زیاد، چهار نوک پستان گاو، انتخاب شد و در یک فایل دیگر با زمینه سیاه ذخیره گردید (شکل‌های ۳ و ۴).

**جدول ۱- مشخصات فنی دوربین دیجیتال مورد استفاده برای تصویربرداری**

| نوع دوربین | کارخانه سازنده | مدل دوربین | کشور سازنده | وضوح تصویر |
|---|---|---|---|---|
| دیجیتال | کونیکا | A200 | ژاپن | ۸ مگا پیکسل |

**شکل ۲- دوربین دیجیتال کونیکا مدل A200**

**شکل ۳- تصویر پستان گاو**

[10] Konica
[11] Polygonal Lasso Tool

**شکل ۴- تصویر چهار نوک پستان گاو**

سپس تصویر چهار نوک پستان گاو، به محیط نرم‌افزار متلب[12] منتقل شد و با استفاده از روش‌های پردازش تصویر و توابع موجود در نرم‌افزار، الگوریتم اندازه‌گیری قطر نوک پستان، کدنویسی و اجرا شد. الگوریتم ارائه شده برای اندازه‌گیری طول و عرض (قطر) نوک پستان به شرح زیر می‌باشد:

```
P=imread('1.jpg');
M=im2bw(P,0);
M=bwareaopen(M,100);
X=bwlabel(M);
For i=1:4;
Data1=regionprops(X,'MajorAxisLength');
Data2=regionprops(X,'MinorAxisLength');
A=Data1(i);
B=Data2(i);
i
A
B
end
```

در این الگوریتم ابتدا تصویر رنگی فراخوان می‌شود و سپس به تصویر باینری یا سیاه و سفید تبدیل می‌گردد (شکل ۵). پس از آن، زمینه تصویر کاملاً از تصاویر ریز (در صورت وجود) پاک می‌گردد و اشیاء درون تصویر، لیبل یا شماره گذاری می‌شود. در پایان برای چهار نوک پستان موجود در تصویر، طول و عرض (قطر) به طور خودکار اندازه‌گیری و در پارامترهای A و B ارائه می‌گردد.

**شکل ۵- تصویر باینری یا سیاه و سفید**

[12] Matlab

اعدادی که در پارامترهای A و B ارائه می‌شود تعداد پیکسل موجود در طول و عرض هر شیء (نوک پستان) می‌باشد که لازم است به میلی‌متر تبدیل گردد. بدین منظور برای تعیین طول ضلع هر پیک سل بر حسب میلی‌متر، از ۵ شیئ مستطیل شکل که ابعاد آن‌ها (طول، عرض) قابل اندازه‌گیری بود به عنوان ۱۰ تکرار استفاده شد. ابتدا بوسیله کولیس (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) ابعاد واقعی آن‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. سپس با تصویربرداری از ۵ شیئ مستطیل شکل و اجرای الگوریتم، ابعاد آن‌ها بر حسب تعداد پیکسل تعیین شد (شکل ۶). پس از آن طول ضلع هر پیکسل بر حسب میلی‌متر محاسبه و میانگین ۱۰ تکرار بدست آمد که برابر با ۰/۰۵۵۷ میلی‌متر بود (جدول ۲). در پایان برای تعیین قطر هر نوک پستان بر حسب میلی‌متر، اعداد مربوط به پارامتر B در عدد ثابت ۰/۰۵۵۷ ضرب گردید.

**شکل ۶- تصویر باینری پنج شیئ مستطیل شکل**

**جدول ۲- طول و عرض پنج شیئ مستطیل شکل بر حسب میلی‌متر و تعداد پیکسل**

| نمونه | ابعاد | میلی‌متر | پیکسل | ضلع هر پیکسل (میلی‌متر) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | عرض | ۱۱//۷ | ۲۱۶ | ۰/۰۵۴۲ |
| ۱ | طول | ۲۳/۸ | ۴۲۷ | ۰/۰۵۵۷ |
| ۲ | عرض | ۱۵/۳ | ۲۷۵ | ۰/۰۵۵۶ |
| ۲ | طول | ۳۷/۵ | ۶۵۲ | ۰/۰۵۷۵ |
| ۳ | عرض | ۲۰/۵ | ۳۶۵ | ۰/۰۵۶۲ |
| ۳ | طول | ۵۲/۶ | ۹۱۶ | ۰/۰۵۷۴ |
| ۴ | عرض | ۲۴/۴ | ۴۳۳ | ۰/۰۵۶۴ |
| ۴ | طول | ۵۰ | ۸۶۸ | ۰/۰۵۷۶ |
| ۵ | عرض | ۶/۴ | ۱۳۰ | ۰/۰۴۹۲ |
| ۵ | طول | ۳۰/۵ | ۵۳۲ | ۰/۰۵۷۳ |
| | | **میانگین** | | **۰/۰۵۵۷** |

**تعیین فشردگی نوک پستان**[13]

برای تعیین میزان فشردگی نوک پستان در اثر ایجاد خلاء، پس از اندازه‌گیری قطر نوک پستان قبل و بعد از عملیات شیردوشی، میزان فشردگی با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد [۸].

$$C = \frac{D_a - D_b}{D_b} \times 100 \qquad (۲)$$

C = میزان فشردگی نوک پستان (بی‌بعد)، $D_b$ = قطر نوک پستان قبل از عملیات شیردوشی (mm)، $D_a$= قطر نوک پستان بعد از عملیات شیردوشی (mm)

## نتایج و بحث

### اثر سطوح مختلف خلاء و نسبت نبض بر مقدار شیر به دست آمده در شروع شیردوشی

تأثیر سطوح مختلف خلاء ایجاد شده در پمپ خلاء و سطوح مختلف نسبت نبض توسط دستگاه نبض‌دار در جدول ۳ ارائه شده است.

**جدول ۳- اثر متقابل خلاء در پمپ خلاء و نسبت نبض روی پارامترهای آزمایش**

| پارامتر / تیمار | $T_{1\text{-}AM}$ | $T_{1\text{-}PM}$ |
|---|---|---|
| $P_1R_1$ | ۰/۰۳۹ [a] ± ۰/۰۳* | ۰/۰۴۶ [a] ± ۰/۰۲ |
| $P_1R_2$ | ۰/۰۳۷ [a] ± ۰/۰۳ | ۰/۰۳۰ [b] ± ۰/۰۲ |
| $P_2R_1$ | ۰/۰۳۶ [a] ± ۰/۰۲ | ۰/۰۳۳ [b] ± ۰/۰۳ |
| $P_2R_2$ | ۰/۰۳۸ [a] ± ۰/۰۲ | ۰/۰۳۷ [b] ± ۰/۰۲ |

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (آزمون دانکن)، *: میانگین ± (انحراف معیار)، $T_{1\text{-}AM}$= مدت زمان لازم تا جریان یافتن شیر در شیردوشی صبح (ثانیه)، $T_{1\text{-}PM}$= مدت زمان لازم تا جریان یافتن شیر در شیردوشی عصر (ثانیه)

در هنگام شیردوشی صبح، بیشینه مقدار شیر به دست آمده در شروع شیردوشی مربوط به تیمار $P_1R_1$ با ۰/۰۳۹ لیتر و کمینه این مقدار مربوط به تیمار $P_2R_1$ با ۰/۰۳۶ لیتر می‌باشد که اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد با یکدیگر نشان نمی‌دهند. مقایسه تیمار بیشینه که در آن از کمترین خلاء و نسبت نبض استفاده شده با سایر تیمارها نشان می‌دهد که افزایش در نسبت نبض یا خلاء، باعث افزایش در مقدار شیردوشی در ثانیه اول نمی‌شود. باید به این نکته توجه داشت که شروع شیردوشی و مقدار آن بر روند و ادامه شیردوشی موثر است. دلیل عمده افزایش مقدار خروج شیر از سرپستانک‌های گاو در شروع شیردوشی در مقادیر کم خلاء و نسبت نبض (۳۸ کیلو پاسکال و ۶۵:۳۵)، را باید در حالت استراحت و ماساژ بیشتر در نسبت نبض ۶۵:۳۵ جستجو کرد. (لازم به یادآوری است که حالت استراحت و ماساژ سرپستانک‌های پستان، در نسبت نبض ۶۵:۳۵ از ۷۰:۳۰ بیشتر است).

طول مدت فشار بر سرپستانک‌ها بر مقدار جریان یافتن شیر موثر است. مقایسه تیمارهای $P_1R_1$ و $P_1R_2$ که سطوح خلاء در آن‌ها یکسان و فقط نسبت نبض تفاوت دارد، نشان می‌دهد که افزایش نسبت نبض، باعث جمع شدن خون که توسط خلاء

[13] Compressibility

شیردوشی ایجاد شده است، گردیده و مقدار شیر را در شروع شیردوشی کاهش داده است. البته افزایش مقدار شیر در شروع شیردوشی در تیمار $P_2R_2$ نسبت به $P_2R_1$ را باید در افزایش همزمان خلاء و نسبت نبض دانست که باز هم از تیمار $P_1R_1$ (کمترین خلاء و نسبت نبض) کمتر می‌باشد. مطالب ذکر شده در شیردوشی عصر نیز صادق است. همانطور که داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد، بیشترین مقدار شیر در شروع شیردوشی در تیمار $P_1R_1$ به دست آمده است. البته باید توجه داشت که مقدار بیشتر شیر به دست آمده در شیردوشی عصر در تیمار $P_1R_1$ نسبت به شیردوشی صبح را باید در بازشدن مجراها و فاصله کم شیردوشی از صبح تا عصر دانست (فاصله شیردوشی صبح تا عصر حدود ۸ ساعت و فاصله شیردوشی عصر تا صبح روز بعد حدود ۱۵ ساعت می‌باشد).

در بررسی کل تیمارها در پارامتر شروع شیردوشی، می‌توان گفت که نسبت نبض و میزان باز و بسته بودن کلاهک‌ها تأثیر زیادی داشته است؛ به‌طوری‌که می‌توان با خلاء و نسبت نبض کمتر، به افزایش مقدار شیر در شروع شیردوشی دست یافت.

**اثر سطوح مختلف خلاء و نسبت نبض بر مقدار شیر پس از ۲۰ ثانیه عملیات شیردوشی**

با توجه به جدول ۴، بیشترین مقدار شیر به دست آمده پس از ۲۰ ثانیه در تیمار $P_1R_2$ با مقدار ۰/۸۴ لیتر به دست آمده که اختلاف معنی‌داری با تیمار $P_1R_1$ و مقدار ۰/۸۱ لیتر در سطح ۵ درصد در زمان شیردوشی صبح ندارد.

**جدول ۴- اثر متقابل خلاء در پمپ خلاء و نسبت نبض روی پارامترهای آزمایش**

| پارامتر / تیمار | $T_{20\text{-}AM}$ | $T_{20\text{-}PM}$ |
|---|---|---|
| $P_1R_1$ | ۰/۸۱ $^{a}$ ± ۰/۴۱ | ۰/۸۹ $^{a}$ ± ۰/۳۱ |
| $P_1R_2$ | ۰/۸۴ $^{a}$ ± ۰/۴۳ | ۰/۷۳ $^{b}$ ± ۰/۳۸ |
| $P_2R_1$ | ۰/۸۱ $^{a}$ ± ۰/۳۴ | ۰/۷۷ $^{ab}$ ± ۰/۴۵ |
| $P_2R_2$ | ۰/۷۸ $^{a}$ ± ۰/۳۴ | ۰/۷۷ $^{ab}$ ± ۰/۴۲ |

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (آزمون دانکن)، *: میانگین ± (انحراف معیار)، $T_{20\text{-}AM}$= حداکثر مقدار شیر به دست آمده در ۲۰ ثانیه در شیردوشی صبح (ثانیه)، $T_{20\text{-}PM}$= حداکثر مقدار شیر به دست آمده در ۲۰ ثانیه در شیردوشی عصر (ثانیه)

کمترین مقدار شیر به دست آمده با ۰/۷۸ لیتر نیز در هنگام شیردوشی صبح مربوط به تیمار $P_2R_2$ می‌باشد. همچنین در هنگام شیردوشی عصر، بیشترین مقدار شیر به دست آمده مربوط به تیمار $P_1R_1$ با ۰/۸۹ لیتر بوده که تفاوت معنی‌داری را با تیمار $P_1R_2$ و مقدار ۰/۷۳ لیتر در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد. همچنین تیمارهای $P_2R_1$ و $P_2R_2$ با مقدار شیر ۰/۷۷ لیتر در هنگام شیردوشی عصر و عدم اختلاف معنی دار با یکدیگر قرار دارند. در یک نگاه کلی و مقایسه تیمارها در هنگام شیردوشی صبح و عصر، این نتیجه حاصل می‌شود که با خلاء و نسبت نبض پایین‌تر، مقدار شیر به دست آمده در هنگام شیردوشی صبح و عصر بیشتر می‌باشد. همچنین با مقایسه تیمارهایی که خلاء در آن‌ها یکسان، ولی نسبت نبض تفاوت دارد، استنباط می‌شودکه نسبت نبض عامل مهمی در جریان یافتن و تداوم جریان شیر تا انتهای شیردوشی می‌باشد ( جدول ۴).

بسیر و بروکمایر [۱] نیز در آزمایش‌هایی با تیمارهای متفاوت در مورد استفاده از خلاءهای گوناگون در عملیات شیردوشی بیان داشتند، با توجه به این که بافت پستانی گاو، فشار زیادی را تا انتهای عملیات شیردوشی تحمل می‌نماید، یک عملکرد

شیردوشی و وضعیت مطلوب نوک پستان گاو با کاهش ملایم خلاء می‌تواند انجام گرفته و این مورد در زمان ۲۰ ثانیه پس از شیردوشی نیز اتفاق می‌افتد. همچنین لو و همکاران [۱۰] گزارش کردند که با افزایش میزان خلاء، هم افزایش میزان جریان شیر و هم کاهش زمان عملیات شیردوشی وجود دارد. البته در تحقیقات اخیر به تعداد نوبت عملیات شیردوشی و زمان‌های صبح و عصر اشاره نشده است. بویلون و ریکوردا [۴] نیز افزایش خلاء در افزایش جریان شیر روی بزهای فرانسوی را گزارش نمودند. لازم به ذکر است که در تحقیقات اخیر به نسبت نبض و تغییرات آن در ارتباط با میزان خلاء اشاره‌ای نشده است.

**اثر تیمارهای خلاء و نسبت نبض بر ظرفیت موادی ماشین شیردوش**

مقایسه تیمارهای خلاء و نسبت نبض بر ظرفیت موادی ماشین شیردوش در جدول ۵ آمده است و نشان می‌دهد که تیمارها در هنگام شیردوشی صبح و عصر اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان نمی‌دهند.

**جدول ۵- اثر متقابل خلاء در پمپ خلاء و نسبت نبض روی پارامترهای آزمایش**

| پارامتر / تیمار | $MC_{AM}$ | $MC_{PM}$ | $T_{t\text{-}AM}$ | $T_{t\text{-}PM}$ |
|---|---|---|---|---|
| $P_1R_1$ | ۱/۸۰ $^{a}$ ± ۰/۴۲$^{*}$ | ۲/۱۳ $^{a}$ ± ۰/۵۸ | ۷/۱۰ $^{a}$ ± ۲/۰۱ | ۵/۸۸ $^{ab}$ ± ۱/۹۸ |
| $P_1R_2$ | ۲/۲۰ $^{a}$ ± ۰/۴۳ | ۲/۰۰ $^{a}$ ± ۰/۵۱ | ۴/۹۰ $^{c}$ ± ۱/۴۸ | ۶/۱۰ $^{a}$ ± ۲/۰۴ |
| $P_2R_1$ | ۱/۹۵ $^{a}$ ± ۰/۳۶ | ۲/۴۰ $^{a}$ ± ۰/۷۶ | ۵/۷۷ $^{bc}$ ± ۰/۸۵ | ۴/۸۷ $^{b}$ ± ۱/۰۲ |
| $P_2R_2$ | ۱/۹۱ $^{a}$ ± ۰/۱۸ | ۲/۳۹ $^{a}$ ± ۰/۶۸ | ۶/۴۰ $^{ab}$ ± ۱/۳۴ | ۵/۳۳ $^{ab}$ ± ۱/۶۶ |

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (آزمون دانکن)، *: میانگین ± (انحراف معیار)، $MC_{AM}$= ظرفیت موادی ماشین شیردوش در صبح (لیتر بر دقیقه)، $MC_{PM}$= ظرفیت موادی ماشین شیردوش در عصر (لیتر بر دقیقه)، $T_{t\text{-}AM}$= کل زمان عملیات شیردوشی صبح (دقیقه)، $T_{t\text{-}PM}$= کل زمان عملیات شیردوشی عصر (دقیقه)

مقایسه مقادیر به دست آمده در تیمارهای شیردوشی صبح نشان می‌دهد که در تیمار $P_1R_1$ و $P_1R_2$ که خلاء یکسان و نسبت نبض تفاوت دارد، بیشترین مقدار ظرفیت ماشین مربوط به نسبت نبض $R_2$ (۷۰:۳۰) است. همچنین در تیمارهای $P_2R_1$ و $P_2R_2$ که خلاء یکسان است، تیمار $P_2R_1$ ظرفیت موادی بیشتری را نسبت به تیمار $P_2R_2$ به خود اختصاص داده است. از مقایسه‌های اخیر می‌توان نتیجه گرفت که برای باز کردن اسفنکترهای نوک پستان در هنگام شیردوشی صبح، یا باید طول مدت زمان وارد آمدن خلاء (نسبت نبض ۷۰:۳۰) وجود داشته باشد یا خلاء وارد آمده بر پستان زیاد باشد (خلاء ۴۰ کیلو پاسکال). سیناپیس و همکاران [۱۳]، نیز تأثیر خلاء بر بازکردن اسفنکترهای نوک پستان و اثر آن بر عملکرد شیردوشی را گزارش کرده‌اند. روند کاهش و افزایش زمان شیردوشی روی ظرفیت موادی ماشین شیردوش با یکدیگر در تیمارهای خلاء و نسبت نبض با یکدیگر مطابقت دارد.

نتایج حاصل از مقایسه تیمارهای ظرفیت موادی ماشین شیردوش در هنگام شیردوشی عصر نشان می‌دهد که مقادیر به دست آمده، در تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته، ولی مقدار بیشتری را نسبت به مقادیر ظرفیت موادی در هنگام شیردوشی صبح به خود اختصاص داده‌اند. مقایسه تیمارهای شیردوشی عصر با خلاء یکسان ($P_1R_1$ و $P_1R_2$) و نیز تیمارهای ($P_1R_1$ و $P_1R_2$) نشان می‌دهد که با میزان نسبت نبض پایین‌تر (طول زمان کمتر خلاء وارد بر نوک پستان و افزایش زمان استراحت و ماساژ)، می‌توان ظرفیت موادی ماشین شیردوش را افزایش داد. سیناپیس و همکاران [۱۳] نیز گزارش نمودند که نسبت نبض کارایی بیشتری نسبت به خلاء، روی پستان داشته و با نسبت نبض پایین‌تر، می‌توان کارایی ماشین شیردوش را افزایش داد. روند کاهش و

افزایش زمان شیردوشی روی ظرفیت موادی ماشین شیردوش در نوبت شیردوشی عصر نیز با یکدیگر مطابقت داشته، به‌طوری‌که با کاهش زمان شیردوشی، ظرفیت موادی ماشین شیردوش افزایش می‌یابد و برعکس (جدول ۵).

**قطر نوک پستان قبل و بعد از شیردوشی و تعیین فشردگی نوک پستان**

جداول ۶ و ۷ قطر نوک پستان و مقدار فشار وارده بر آن را در تیمارهای مختلف در شیردوشی صبح و عصر نشان می‌دهد.

**جدول ۶- اثر متقابل خلاء در پمپ خلاء و نسبت نبض روی پارامترهای آزمایش**

| پارامتر / تیمار | $D_{b\text{-}AM}$ | $D_{a\text{-}AM}$ | $D_{b\text{-}PM}$ | $D_{a\text{-}PM}$ |
|---|---|---|---|---|
| $P_1R_1$ | ۱۵/۲۷ $^{a}$ ± ۰/۶۹ $^{*}$ | ۱۵/۸۶ $^{a}$ ± ۲/۰۹ | ۱۵/۵۴ $^{a}$ ± ۲/۸۸ | ۱۶/۴۰ $^{a}$ ± ۳/۵۹ |
| $P_1R_2$ | ۱۴/۱۹ $^{a}$ ± ۰/۵۴ | ۱۳/۵۸ $^{b}$ ± ۰/۹۸ | ۱۵/۳۸ $^{a}$ ± ۱/۴۰ | ۱۴/۸۷ $^{a}$ ± ۱/۳۴ |
| $P_2R_1$ | ۱۵/۴۱ $^{a}$ ± ۱/۱۹ | ۱۶/۰۲ $^{a}$ ± ۰/۸۲ | ۱۷/۳۲ $^{a}$ ± ۱/۲۰ | ۱۵/۵۸ $^{a}$ ± ۲/۳۳ |
| $P_2R_2$ | ۱۴/۸۵ $^{a}$ ± ۱/۷۰ | ۱۷/۹۲ $^{a}$ ± ۱/۶۶ | ۱۴/۸۵ $^{a}$ ± ۰/۸۱ | ۱۶/۱۴ $^{a}$ ± ۱/۴۲ |

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (آزمون دانکن)، *: میانگین ± (انحراف معیار)، $D_{b\text{-}AM}$= قطر نوک پستان قبل از شیردوشی صبح (میلی‌متر)، $D_{a\text{-}AM}$= قطر نوک پستان بعد از شیردوشی صبح (میلی‌متر)، $D_{b\text{-}PM}$= قطر نوک پستان قبل از شیردوشی عصر (میلی‌متر)، $D_{a\text{-}PM}$= قطر نوک پستان بعد از شیردوشی عصر (میلی‌متر)

**جدول ۷- اثر متقابل خلاء در پمپ خلاء و نسبت نبض روی پارامترهای آزمایش**

| پارامتر / تیمار | $C_{AM}$ | $C_{PM}$ |
|---|---|---|
| $P_1R_1$ | ۴/۲۰ $^{b}$ ± ۱۵/۶۰ $^{*}$ | ۷/۲۴ $^{a}$ ± ۲۷/۷۹ |
| $P_1R_2$ | -۴/۳۳ $^{b}$ ± ۴/۵۲ | -۳/۱۳ $^{a}$ ± ۶/۵۷ |
| $P_2R_1$ | ۴/۲۷ $^{b}$ ± ۷/۵۰ | -۸/۴۹ $^{a}$ ± ۲۰/۶۶ |
| $P_2R_2$ | ۲۱/۲۳ $^{a}$ ± ۱۰/۷۵ | ۸/۷۶ $^{a}$ ± ۸/۸۵ |

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی‌باشند (آزمون دانکن)، *: میانگین ± (انحراف معیار)، $C_{AM}$= میزان فشردگی نوک پستان قبل از شیردوشی صبح (درصد)، $C_{PM}$= میزان فشردگی نوک پستان بعد از شیردوشی عصر (درصد)

با توجه به نتایج به دست آمده و روند افزایش و کاهش فشار وارده بر پستان، استنباط می‌شود که این پارامتر با ژنتیک و بافت پستانی در ارتباط بوده، به‌طوری‌که در بعضی از موارد با افزایش خلاء و نسبت نبض، کاهش فشار بر قطر پستان و در بعضی موارد با افزایش خلاء و نسبت نبض، افزایش فشار بر قطر پستان مشاهده می‌شود. ولی به طور کلی افزایش خلاء و نسبت نبض بالا (خلاء ۴۰ کیلو پاسکال و نسبت نبض ۷۰:۳۰) در شیردوشی صبح و عصر، باعث افزایش فشار بر بافت پستانی شده و خطر افزایش بیماری ورم پستان را به دنبال خواهد داشت. موارد ذکر شده در تحقیقات لی دو [۹]، نیز در افزایش خطر بیماری ورم پستان و ارتباط آن با خلاء بالا بیان شده است. طبق نتایج به دست آمده، در هنگام شیردوشی صبح که فشار زیاد برای باز کردن اسفنکترهای نوک پستان لازم است، افزایش در میزان خلاء و طول مدت زمان خلاء (تیمار $P_2R_2$)، باعث افزایش فشار بر قطر پستان شده و بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. این تیمار در هنگام شیردوشی عصر نیز با ۸/۷۶ درصد فشار، بیشترین مقدار است. افزایش فشار بر

بافت قطر پستان در شیردوشی صبح در این تیمار، مربوط به مقاومت بافت پستان در هنگام شیردوشی صبح است. با توجه به این که پس از شیردوشی صبح، مجاری خروج شیر باز شده و بافت پستانی نرم شده است، اعمال تیمار $P_2R_2$ در هنگام شیردوشی عصر، فشار کمتری را به بافت پستانی وارد کرده است (۲۱/۲۳٪ فشار درصبح نسبت به ۸/۷۶٪ فشار در عصر).

**بررسی تعداد و میزان پایین آمدن خوشه شیردوشی**

با توجه به این که در اعمال تیمارهای مختلف در ماشین شیردوشی، پارامتر پایین آمدن خوشه شیردوشی اتفاق نیفتاد، این پارامتر در نتایج مورد بررسی قرار نگرفت.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داد که میزان خلاء و نسبت نبض دو عامل مهم در افزایش کارایی ماشین شیردوشی می‌باشند. افزایش خلاء در شیردوشی و به خصوص در هنگام صبح، باعث باز شدن اسفنکترهای نوک پستان می‌شود؛ ولی خطر افزایش بیماری ورم پستان را زیاد می‌کند. داده‌های به دست آمده نشان داد که نسبت نبض متغیر مؤثرتری نسبت به میزان خلاء می‌باشد. در یک نگاه کلی و مقایسه داده‌های به دست آمده در شیردوشی صبح و عصر روی پارامترهای شیردوشی، شیردوشی پس از ۲۰ ثانیه و ظرفیت موادی ماشین شیردوش، این نتیجه حاصل می‌شود که با خلاء و نسبت نبض پایین‌تر می‌توان کارایی ماشین شیردوش را افزایش داد. همچنین با توجه به ارتباط بیماری ورم پستان با افزایش خلاء و نسبت نبض در هنگام شیردوشی، بیشترین مقدار فشردگی نوک پستان گاو در تیمار خلاء ۴۰ کیلو پاسکال و نسبت نبض ۷۰:۳۰ (تیمار $P_2R_2$) به دست آمده است. با توجه به مواد ذکر شده، خلاء ۳۸ کیلو پاسکال و نسبت نبض ۶۵:۳۵ (تیمار $P_1R_1$) قابل توصیه است.

## مراجع

1- Besier, J., and Bruckmaier, R.M. 2016. Vacuum levels and milk – flow – dependent vacuum drops affects machine milking performance and teat condition in dairy cows. Journal of Dairy Science, 99: 3096-3102.
2- Besier, J., Lind, O., and Bruckmaier, R.M. 2016. Dynamics of teat and vacuum during machine milking: Types, causes and impacts on teat. Condition and udder health – A literature review. Journal of Applied Animal Research, 44: 263-272.
3- Borkus, M., and Ronningen, O. 2003. Factors affecting mouthpiece chamber vacuum in machine milking. Journal of Dairy Research, 70(3): 283-288.
4- Bouillon, J., and Ricordeau, G. 1981. Selection des chevres sur 1 aptitude a la traite. In: ITOVIC-Speoc (Ed), Proc. 6 emes Journees Rech, Ovine et Caprine, Paris, France, pp. 91-98.
5- Butler, M.C. 1988. Vacuum losses due to friction in a liquid – filled long milk tube. Journal of Agricultural Engineering Research, 41: 227-238.
6- Clarke, R.M. 1983. Pressure drop in milking machine air pipes. Journal of Agricultural Engineering Research, 28: 513-520.
7- Grindal, R.J. 1988. The influence of different levels of vacuum within the milking and pulseline on hydraulic milking using the unvented multi – valve claw. Journal of Agricultural Engineering Research, 40: 81-85.
8- Hamann, J., Mein, G.A., and Wetzel, S. 1993. Teat tissue reactions to milking: effects of vacuum level. Journal of Dairy Science, 76(4): 1040-1046.
9- Le Du, J. 1989. Latraite mechnique des chevres. INRA Production Animals, 2(1): 31-38.

10- Lu, C.D., Potchoiba, M.J., and Loetz, E.R. 1991. Influence of vacuum level, pulsation ratio and rate on milking performance and udder health in dairy goats. Small Ruminants Research, 5: 1-8.
11- Oshea, J., and Walshe, M.J. 1970. Relationship between milking machine vacuum fluctuations and udder disease. Irish Journal of Agricultural food Research, 9: 279-299.
12- Pazzona, A. 1989. The effect of the weight of the clusters and the shape of the teat – cup liners on the milking characteristics of the buffalo. Journal of Agricultural Engineering Research, 43: 175-181.
13- Sinapis, E., Hatziminaoglou, I., Marnet, P.G., Abas, Z., and Bolou, A. 2000. Influence of vacuum level, pulsation rate and pulsation ratio on machine milking efficiency in local Greek goats. Livestock Productin Science, 64: 175-181.
14- Spohr, M. and Uhlenbruck, F. 2011. Melktechinsche einfluss auf die auspraguug von hyperkeratoseu. Farschungsans Agroscope Regenoholz – Tanikon Art.

# Effect of pulsation ratio and vacuum levels on milking machine performance

Mohammad-Ali Behaeen [1*] and Mohammad Shaker [2]

1. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education And Extention Organization, Shiraz, Iran
2. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education And Extention Organization, Shiraz, Iran

## Abstract

Investigating the effective variables in a milking machine can be effective on increasing the efficiency of this machine (reduce milking time, no milk stipping and hand milking) as well as reducing mastitis disease. To achieve these goals, the effect of variables of pulsation ratio at two levels of 65:35 ($R_1$) and 70:30 ($R_2$), and vacuum at two levels of 38 kPa ($P_1$) and 40 kPa ($P_2$) in a factorial experiment with randomized complete block design (RCBD) and five replications was investigated. The parameters included the performance parameters of the milking machine based on the measurements the time it takes for the milk to flow into the sub-tanks, the maximum amount of milk obtained after 20 seconds of milking (peak milk flow) material capacity of milking machine, the amount of milking clusters coming down from a cow's breast, measurement of teat diameter before and after milking and determine the compressibility of the breast teat were measured and calculated. Data were analyzed using SAS software. The results showed that pulsation ratio is a more effective variable than the vacuum level. Milk flow rate and breast teat sphincter opening are also available in lower vacuum and pulsatin ratios; So at a vacuum level of 38 kPa and a pulsation ratio of 65:35 (treatment $P_1R_1$), amount of milk at the start of milking and 20 seconds after milking did not show significant differences at 5% level with other treatments. This treatment ($P_1R_1$) was also suitable in terms of material capacity of milking machine. Given the association between mastitis disease with increased vacuum and pulsation ratio, treatment $P_1R_1$ is recommended to increase the efficiency of the milking machine.

**Key words**: Milking machine, Material capacity, Pulsation ratio, Vacuum level.

*Corresponding author
E-mail: ali_behaeen@yahoo.com