

## بررسی باقیمانده آنتی بیوتیک در شیرهای خام و پاستوریزه استان آذربایجان شرقی به روش دلوتست

مهناز منافی<sup>۱</sup>، جواد حصاری<sup>۲\*</sup>، سید عباس رافت<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۳

- ۱- مربی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی
  - ۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و عضو نیمه وقت مرکز تحقیقات علوم تغذیه دانشگاه علوم پزشکی تبریز
  - ۳- استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
- \*مسئول مکاتبه: Email: j\_hesari@yahoo.com

### چکیده

علی رغم اثرات مفید آنتی بیوتیک‌ها در درمان بیماریهای عفونی دام، باقیمانده آنها در گوشت و شیر دام و انتقال آن به بدن انسان اثرات زیان بخشی دارد. هدف از این تحقیق پایش باقیمانده آنتی بیوتیک‌ها در شیرهای خام و پاستوریزه استان آذربایجان شرقی بود. برای این منظور ۱۰ واحد گاوداری صنعتی، ۱۰ واحد مرکز جمع آوری شیر استان و ۶ واحد کارخانه فراوری شیر به صورت تصادفی انتخاب شد. نمونه‌های شیر خام در ۵ تکرار و شیر پاستوریزه در ۱۰ تکرار تهیه شد و از لحاظ باقیمانده آنتی بیوتیک به روش دلوتست اس پی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین نمونه‌های شیر خام دامداری‌های صنعتی با مراکز جمع آوری شیر وجود نداشت. ۲۶ درصد نمونه‌های شیر خام دامداریهای صنعتی و ۱۶ درصد از نمونه‌های شیر خام مراکز جمع آوری شیر آلوده به انواع آنتی بیوتیک بودند. همچنین در نمونه های شیر پاستوریزه، ۳۰ درصد از کل نمونه‌ها آلوده تشخیص داده شدند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که آلودگی شیرخام به باقیمانده آنتی بیوتیک می‌تواند عامل مهم تهدید کننده سلامتی انسان تلقی گردد و در کنترل کیفی شیر و محصولات لبنی باید مد نظر قرار گیرد.

**کلمات کلیدی:** باقیمانده آنتی بیوتیک، شیر خام، شیر پاستوریزه، دلوتست

## Monitoring of Antibiotic Residue in Raw and Pasteurised Milk in East Azerbaijan of Iran by Delvotest Method

Mahnaz Manafi<sup>1</sup>, Javad Hesari<sup>2</sup>, \*Seyed Abbas Rafat<sup>3</sup>,

Received: 26 October 2010 Accepted: 22 February 2011

<sup>1</sup>Lecturer of Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Khoy Branch, Khoy, Iran

<sup>2</sup>Associate Prof., Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, University of Tabriz and Member of Research Center of Nutrition Science, Medical Science University of Tabriz, Iran

<sup>3</sup>Assistant Prof., Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Iran

\* Corresponding author, Email: j\_hesari@yahoo.com

### Abstract

Despite of beneficial effects of antibiotics in treatments of infectious diseases, antibiotic residues in milk, meat and their products can cause serious side effects for human health. The objective of this study was to monitor antibiotics residues in raw and pasteurised milk produced in Eastern Azerbaijan province of Iran. For this purpose, 10 industrial dairy farms as well as 10 local milk collection centers and 6 dairy processing plants were randomly selected. Raw milk samples were collected in 5 and pasteurised milk samples in 10 replications. Residual antibiotic of milk samples were monitored by Delvotest (version SP) kits. The results showed that 26% of raw milk samples collected from industrial dairies and 16% of raw milk of collection centers showed detectible antibiotic residues. In addition, 30% of pasteurised milk samples showed positive Delvotest results. Concluding, the antibiotic residue in milk and dairy products has to be monitored as routine test due to their side effects on human health.

**Keywords:** Antibiotic residue, Raw milk, Pasteurised milk, Delvotest

### مقدمه

آنتی بیوتیک‌ها نوعی مواد ضد میکروبی هستند که محصول متابولیسم ثانویه میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که در غلظت‌های پایین قادر به تخریب باکتری‌ها یا ممانعت از رشد آنها از طریق تاثیر بر عناصر ساختمانی یا متابولیسمی مورد نیاز برای زندگی آنها هستند. متابولیت‌های ثانویه ترکیباتی هستند که برخلاف متابولیت‌های اولیه برای رشد و تولید مثل ضروری نیستند و به دلایل متنوعی توسط میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شوند (استاکر و برینکمن ۲۰۰۵). استفاده از آنتی بیوتیک‌ها جهت کنترل و درمان بیماری‌های عفونی و همچنین به منظور تحریک رشد در

دامداریها رایج است. بیماری ورم پستان<sup>۱</sup> شایع ترین مورد مصرف آنتی بیوتیک در گاوداری به حساب می‌آید. طبق بررسی‌های به عمل آمده معمولاً ۴۰ درصد گاوهای گله در طول سال به این عارضه مبتلا می‌شوند (جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی ۱۳۷۹). چنانچه آنتی بیوتیک‌ها در غلظت‌های کمتر از حد درمانی (۱-۱۰ میلی گرم در هر کیلوگرم خوراک) در دوره‌های طولانی مدت استفاده شوند سبب افزایش سرعت رشد حیوان می‌شوند. در این حالت خوراک دام با راندمان بیشتری در سیستم گوارش هضم و جذب می‌شود. وزن حیوان نیز افزایش می‌یابد که ممکن است در اثر تغییرات فلور میکروبی سیستم گوارشی باشد (WHO

<sup>1</sup> - Mastitis

همکاران (۲۰۰۰). پوپلکا و همکاران (۲۰۰۴) کارایی تستهای تشخیص سریع آنتی بیوتیکها را با روش کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) مقایسه نمودند و ابراز داشتند که حساسیت بالا و همبستگی خوب نتایج با آزمایشاتی مانند دلوتست قابل حصول است، در حالیکه روشهای دیگر مانند روش انتشار دیسکی<sup>۱</sup> از حساسیت کمتری برخوردار می باشد. این محققان روش دلوتست را یک روش مناسب برای تشخیص باقیمانده های دارویی در شیر معرفی نمودند و آن را با HPLC قابل مقایسه گزارش کردند.

نظر به اینکه باقیمانده آنتی بیوتیک ها در مواد غذایی اثرات زیان بخشی در مصرف کنندگان ایجاد می کند، کنترل کیفی کلیه فرآورده های غذایی از نظر عاری بودن از باقیمانده آنتی بیوتیک ها امری لازم و ضروری است. این مساله در مورد شیر که دارای جایگاه ویژه در رژیم غذایی انسان است و یک ماده غذایی مهم با سرانه مصرف روز افزون می باشد بیشتر اهمیت پیدا می کند. لذا هدف این مقاله پایش باقیمانده آنتی بیوتیکها در شیرهای خام و پاستوریزه استان آذربایجان شرقی بود.

### مواد و روشها

#### الف- محل و روش نمونه گیری

تعداد ۱۰ واحد دامداری و ۱۰ واحد مرکز جمع آوری شیر در استان آذربایجان شرقی به صورت تصادفی انتخاب شد و نمونه های شیر خام از آنها در ۵ تکرار به میزان ۱۰ میلی لیتر در فصول پاییز و زمستان سال ۱۳۸۷ تهیه گردید و تا قبل از آزمایش در یخچال نگهداری شدند. به طور همزمان، ۶ واحد کارخانه فرآوری شیر در استان آذربایجان شرقی انتخاب شدند و نمونه های شیر پاستوریزه آنها با ۱۰ تکرار از بازار شهر تبریز خریداری و تا قبل از آزمایش به مدت یک روز در یخچال نگهداری گردیدند.

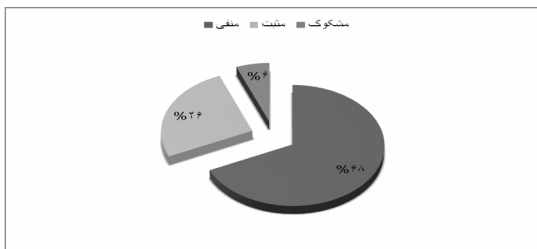
(۱۹۹۷). مصرف بی رویه آنتی بیوتیک ها جهت درمان و پیشگیری و عدم رعایت مدت زمان لازم جهت دفع دارو در دامداری ها، سبب راهیابی آنتی بیوتیکها به شیر می شود که می توانند در انسان ایجاد آلرژی کند و در دراز مدت، سبب بروز باکتری های پاتوژن مقاوم شوند که امروزه به یک نگرانی مهم تبدیل شده است (میتسوهاش ۱۹۹۳).

بنابراین کنترل کیفی و بهداشتی شیر از نظر باقیمانده آنتی بیوتیک ها ضروری به نظر می رسد. برای این منظور آزمون های مختلفی تاکنون ارائه شده اند که هر یک دارای معایب و محاسنی هستند. انتخاب روش آنالیز به نوع آنتی بیوتیک، محدودیت های زمانی مورد انتظار، حساسیت روش و هزینه آن بستگی دارد (پوپلکا ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴). روش های اندازه گیری آنتی بیوتیک ها ممکن است کمی و کیفی باشند و به طور کلی به سه دسته روشهای ایمونولوژیکی، میکروبیولوژیکی و تجزیه ای تقسیم می شوند. روش دلوتست اس پی بهترین تست بازدارنده میکروبی شناخته شده است (ناوس و همکاران ۲۰۰۰) و چندین نسخه از آن وجود دارد. نسخه اول آن، دلوتست P بود که در دهه ۱۹۷۰ برای آشکارسازی بتالاکتام ها طراحی شد. در این روش میکروارگانیزم هدف یعنی *باسیلوس استئاروترموفیلوس* در یک محیط آگار حاوی معرف pH کپسوله شده است. یک قرص مغذی همراه با نمونه شیر روی سطح آگار قرار داده می شود. پس از گرمخانه گذاری در  $64^{\circ}C$  به مدت ۳ ساعت، در صورت تغییر رنگ محیط از بنفش به زرد، به علت تولید اسید ناشی از فعالیت باکتری، نتیجه تست منفی خواهد بود. دلوتست P در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است و حساسیت آن به پنی سیلین G در حد  $0.05 IU/mL$  می باشد. جدیدترین نسخه این روش، دلوتست اس پی است که قادر به آشکارسازی طیف وسیعتری از آنتی بیوتیکها شامل سولفونامیدها، تیلوزین، اریترومایسین، نئومایسین، جنتامایسین، تریمتوپریم و سایر مواد ضد میکروبی است (ناوس و

<sup>1</sup> - Disc diffusion method

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمایش‌ها در جدول ۱ و شکل‌های ۱ تا ۳ بترتیب برای شیرهای خام گاوداریهای صنعتی، شیر خام مراکز جمع‌آوری و شیر پاستوریزه نشان داده شده است. تجزیه آماری نشان داد که بین نمونه‌های شیر خام متعلق به گاوداریهای صنعتی استان اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) از لحاظ آلودگی به آنتی‌بیوتیک‌ها وجود داشت. به طوریکه ۲۶ درصد نمونه‌ها مثبت و ۶ درصد نمونه‌ها مشکوک قلمداد شدند.



شکل ۱- میزان آلودگی شیرهای خام دامداریهای صنعتی استان آذربایجان شرقی به باقیمانده آنتی‌بیوتیک‌ها

در نمونه‌های شیر خام متعلق به مراکز جمع‌آوری شیر نیز نتایج بدست آمده مبین وجود آلودگی به آنتی‌بیوتیک در تعداد قابل توجهی از نمونه‌ها بود. بطوریکه اختلاف معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) بین نمونه‌های شیر خام مربوط به مراکز جمع‌آوری شیر استان وجود داشت و بر اساس نتایج حاصله، ۱۶ درصد نمونه‌ها از لحاظ آلودگی به آنتی‌بیوتیک مثبت و ۶ درصد آنها مشکوک بودند (شکل ۲).

علی‌رغم وجود اختلاف ظاهری در تعداد نمونه‌های آلوده به آنتی‌بیوتیک بین دو دسته نمونه‌های شیر مراکز جمع‌آوری با دامداریهای صنعتی، آنالیز آماری نتایج بدست آمده نشان داد که بین دو دسته نمونه‌های شیر خام اختلاف معنی‌داری ( $P > 0.05$ ) از لحاظ آلودگی به انواع مختلف آنتی‌بیوتیک‌ها وجود نداشت. بنابراین بطور میانگین می‌توان گفت که ۲۱ درصد شیرهای خام مورد آزمون دارای نتیجه مشکوک و یا مثبت بوده‌اند.

### ب- روش جستجوی آنتی‌بیوتیک

روش آزمون مورد استفاده برای پایش باقیمانده آنتی‌بیوتیک در شیر استفاده از کیت *دلوتست* نسخه *اس پی* بود که از شرکت DSM هلند تهیه شد. در صورت عدم وجود آنتی‌بیوتیک، بعد از افزودن شیر به کیت و گرمخانه‌گذاری به مدت ۳ ساعت در  $64^{\circ}C$ ، میکروارگانیزم شاخص (*باسیلوس استئاروترموفیلوس* واریته *کالیدولاکتیس*) به کمک مواد مغذی موجود رشد کرده و با تخمیر لاکتوز و تولید اسید در حضور معرف رنگی بروموکروزول ارغوانی موجب ایجاد رنگ زرد می‌گردد. در حالیکه در صورت وجود آنتی‌بیوتیک‌ها، *باسیلوس استئاروترموفیلوس* قادر به رشد نیست و لذا محیط کشت بدون تغییر رنگ و به رنگ بنفش باقی می‌ماند. تشکیل رنگ زرد متمایل به بنفش حاکی از مشکوک بودن نمونه‌ها به وجود باقیمانده آنتی‌بیوتیک‌ها طبق دستورالعمل سازنده کیت‌ها بود.

### ج- آنالیز آماری

برای آنالیز داده‌های بدست آمده از آزمون آماری کای-دو استفاده شد و وجود اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها از لحاظ آلودگی به باقیمانده آنتی‌بیوتیک‌ها در سطح احتمال ۵ درصد خطا مورد بررسی قرار گرفت.

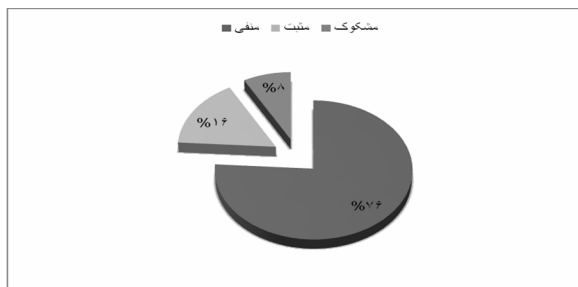
جدول ۱- میزان و درصد موارد مثبت و مشکوک باقیمانده آنتی‌بیوتیک‌ها در نمونه‌های مختلف شیر

نوع نمونه	میزان و درصد آلودگی	
	تعداد موارد مثبت	تعداد موارد مشکوک درصد
شیر خام گاوداریهای صنعتی	۱۳	۲۶
شیر خام مراکز جمع‌آوری	۸	۱۶
شیر پاستوریزه	۱۸	۳۰

این ترکیبات که رقم بسیار کوچکی است می باشد (سینیک و همکاران ۱۹۹۰).

نتایج تحقیقات انجام یافته در زمینه کارایی آزمایش دلوتست در تشخیص انواع آنتی بیوتیکها در شیر نیز موید مطالب فوق الذکر است. از جمله، لبرتون و همکاران (۲۰۰۶) کارایی آزمایشات کوپن و دلوتست را در تشخیص آنتی بیوتیکهای اختصاصی در شیر را بررسی کردند و گزارش نمودند هر دو آزمایش قادر است وجود پنی سیلین، کلوکساسیلین، سولفا متازین، سفالکسین و جنتامایسن را در حد برابر یا کمتر از حد مجاز باقیمانده آنها در استاندارد اتحادیه اروپا تشخیص دهند. آنها هر دو آزمایش را ساده، عملی و کارآمد برای برآورده ساختن شرایط اتحادیه اروپا معرفی کردند.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که به طور متوسط ۲۱ درصد با دامنه ۱۶ الی ۲۶ درصد از نمونه های شیر خام تولیدی در استان آذربایجان شرقی دارای باقیمانده آنتی بیوتیک بودند. در مورد وضعیت شیر خام سایر مناطق کشور گزارش مستندی به چشم نمی خورد. مع الذالک در تحقیقی که مسگری عباسی و همکاران (۱۳۸۳) در مورد بقایای آنتی بیوتیکهای تتراسایکلین، اکسی تترا سایکلین و کلرتتراسایکلین در نمونه های گوشت گاو مربوط به کشتارگاه تبریز با روش HPLC انجام دادند، گزارش شده است که ۸/۳ درصد از نمونه های گوشت عضله دارای مقادیر باقیمانده اکسی تتراسایکلین بیش از حد مجاز اتحادیه اروپا بودند. همچنین ۱/۶ درصد از نمونه های گوشت دارای داروی تتراسایکلین بیش از حد مجاز و ۱۵ درصد نمونه ها دارای داروی کلرتتراسایکلین بیش از حد مجاز بر اساس استاندارد اتحادیه اروپا بودند. این محققان همچنین گزارش نمودند که میانگین مجموع بقایای سه داروی اکسی تتراسایکلین، تترا سایکلین و کلر تتراسایکلین در نمونه های گوشت مورد آنالیز ۱۳۱ ppm و بیشتر از حداکثر مقدار مجاز اتحادیه اروپا بود. همچنین نتایج تحقیق آنها نشان داد در مجموع ۲۱/۷ درصد از



شکل ۲- میزان آلودگی شیرهای خام مراکز جمع آوری استان آذربایجان شرقی به باقیمانده آنتی بیوتیکها

آزمایش دلوتست روشی سریع، اختصاصی و قابل اجرا در مراکز تولیدی و نظارتی است. اگرچه این روش میزان آلودگی شیر به هر کدام از آنتی بیوتیکهای خاص را نشان نمی دهد ولی قادر است اثر وجود چندین نوع آنتی بیوتیک و بازدارنده رشد میکروبی را نشان دهد که از نظر سلامتی نیز اهمیت بیشتری دارد. حساسیت و حد تشخیص این روش نیز بسیار بالا است بطوریکه می تواند وجود مقادیر جزئی آنتی بیوتیک ها را تشخیص دهد. برای مثال، آزمایش دلوتست قادر است در خانواده آنتی بیوتیک های بتا لاکتام وجود ppm ۳-۲ پنی سیلین، ppm ۷-۶ آمپی سیلین، ppm ۵-۳ آموکسی سیلین را در شیر تشخیص دهد (ناوس و همکاران ۲۰۰۰). از سوی دیگر چنانچه به مقدار باقیمانده مجاز آنتی بیوتیکها در استانداردهای معتبر توجه کنیم مشخص می شود که حد تشخیص آزمایش دلوتست قابل مقایسه با استانداردهای بین المللی نظیر کدکس است. برای مثال میزان حد مجاز باقیمانده (MRL<sup>۱</sup>) پنی سیلین در شیر بر طبق استاندارد اتحادیه اروپا و کدکس ppm ۴ و در استاندارد آمریکا ppm ۵ است در حالیکه حد تشخیص دلوتست برای پنسیلین کمتر یا مساوی این مقادیر می باشد. در مورد آمپی سیلین حد تشخیص دلوتست با استاندارد اروپا یکسان است و به همین ترتیب برای سایر آنتی بیوتیک ها نیز آزمایش دلوتست طبق گزارشات علمی معتبر قادر به تشخیص در حد MRL

<sup>۱</sup> - Maximum residue limit

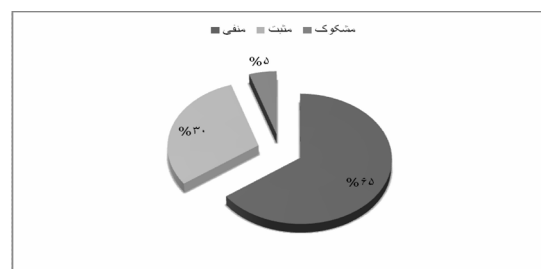
در توجیه بالا بودن نمونه های آلوده در شیرهای پاستوریزه می‌توان ابراز داشت که معمولا در کارخانجات لبنیات، شیرهای خام سالم و بدون آنتی بیوتیک و نگهدارنده برای تهیه فراورده های لبنی تخمیری مانند ماست، دوغ و پنیر مورد استفاده قرار می گیرند. در تهیه شیر های استریل (فرادما) نیز از شیرهای خام با کیفیت بالا استفاده به عمل می آید تا امکان اعمال فرایند حرارتی شدید وجود داشته باشد. در نتیجه شیرهای آلوده و با کیفیت پایین عمدتا به خط تولید شیر پاستوریزه که یک فراورده لبنی پایه و پر مصرف است هدایت می گردد.

این مساله با توجه به مصرف روزانه شیر به عنوان یک ماده غذایی مهم و مضرات آنتی بیوتیک ها در دراز مدت بویژه ظهور سریع پاتوژن های مقاوم و همچنین با توجه به اینکه شیرهای مورد بررسی بخش اعظم بازار را تشکیل می دهند می تواند مورد توجه قرار گرفته و به عنوان یکی از موارد بسیار مهم سلب کننده ایمنی مواد غذایی، نگرانی‌هایی را مبنی بر عدم نظارت کافی توسط مراکز ذیربط بر حضور آنتی‌بیوتیکها در شیر در دامداری ها و کارخانه های تولید شیر پاستوریزه ایجاد نماید.

در نهایت پیشنهاد می گردد برنامه کنترل مستمری به جای کنترل‌های موقتی و موردی جهت تشخیص بازدارنده های رشد میکروبی و آنتی بیوتیک ها در کلیه مراکز جمع آوری و در دامداریها و کارخانجات لبنی به اجرا گذاشته شود.

نمونه های گوشت دارای مقدار بیش از حد مجاز اتحادیه اروپا داروهای تتراسایکلین بودند. نتایج تحقیق حاضر با گزارشات مسگری عباسی و همکاران (۱۳۸۳) از نظر وجود آلودگی قابل توجه در فراورده های دامی مطابقت دارد. مضافا اینکه در آزمایش دلوتست مجموع آنتی بیوتیکها در کنار هم ارزیابی می شود که می تواند از دیدگاه تغذیه ای و کاربردی مفیدتر باشد. به عبارت دیگر ممکن است که چندین نوع خاص آنتی بیوتیک و بازدارنده های دیگر در شیر وجود داشته باشد و در عین حال غلظت هر کدام از این ترکیبات کمتر از بیشینه مقدار حد مجاز باشد ولی وجود توام آنها با همدیگر می تواند از لحاظ سلامتی مضر باشد. این حالت با آزمایش دلوتست قابل ارزیابی است و سازندگان آن کیت‌های مربوطه را طوری طراحی نموده اند که بتواند وجود باقیمانده آنتی بیوتیکها را در حد MRL تشخیص دهد (لبریتون و همکاران ۲۰۰۶).

از سوی دیگر مطابق شکل ۳، میزان آلودگی به آنتی بیوتیک در شیرهای پاستوریزه قابل توجه بود. بطوریکه تفاوت معنی دار ( $P < 0.05$ ) بین نمونه های شیر پاستوریزه از لحاظ آلودگی به انواع مختلف آنتی بیوتیکها وجود داشت و ۳۰ درصد از کل نمونه ها آلوده و ۵ درصد نمونه ها مشکوک بودند. همچنین اختلاف معنی داری بین نمونه های شیر خام و شیر پاستوریزه از لحاظ آلودگی به آنتی بیوتیکها وجود داشت بطوریکه تعداد نمونه های آلوده در شیر های پاستوریزه حدود یک و نیم برابر بیشتر از نمونه های شیر خام بود.



شکل ۳- میزان آلودگی شیرهای پاستوریزه استان آذربایجان شرقی به باقیمانده آنتی بیوتیکها

## منابع مورد استفاده

- سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی، ۱۳۷۹. باقیمانده آنتی بیوتیک ها و هورمون ها، صفحه ۳.
- مسگری عباسی م، رشیدی م و جوادی ا، ۱۳۸۳. تعیین مقادیر بقایای آنتی بیوتیکهای تتراسایکلین، اکسی تتراسایکلین و کلر تتراسایکلین در نمونه های گوشت گاو مربوط به کشتارگاه تبریز به روش HPLC. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان آذربایجان شرقی.
- Le Breton M L, Savoy-Perroud MC and Diserens J M, 2006. Validation and comparison of the Copan Milk Test and Delvotest SP-NT for the detection of antimicrobials in milk. 5th International Symposium on Hormone and Veterinary Drug Residue Analysis, Antwerp 16-19 May
- Mitsuhashi S, 1993. Drug resistance in bacteria: History, genetics, and biochemistry. J Inst Res 21, 1-14.
- Naves P, Williams G, 2000. Monitoring antibiotics in milk: The changing world of test methods. The food microbiologists, "moleview", 28, Road, Leatherhead, survey, k 2272a.
- Popelka P and Nagy J, 2003. Comparison of various methods for penicillin residue detection in cow milk after intra mammary and parenteral treatment. J Bull Vet Inst Pulawy 47:203-209.
- Popelka D and Nagy J, 2004. Comparison of sensitivity of various screening assays and liquid chromatography technique for penicillin residue detection in milk. J Bull Vet Inst Pulawy 48, 273-276.
- Senyk G F, Davidson J H, Brown J M, Hallstead E R, Sherborn J W, 1990. Comparison of rapid test used to detect antibiotic residues in milk. J Food Prot 53: 159-164.
- Stalker AAM, Brinkman UA, 2005. Analytical strategies for residue analysis of veterinary drugs and growth - promoting agent in food - producing animal- a review. J Chromatography A 1067:15-53.
- World Health Organization (WHO), 1997. The medical impact of the use antimicrobials in food animals. Report of WHO meeting, Berlin, Germany, Volumes 1 and 2: Report and background papers 13-17.