مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هشتم، شماره 1، بهار 1392، صفحات 240-231

تأثیر دو روش پخت آب‌پز و مایکروویو بر باقی‌مانده‌ی آنتی‌بیوتیک تایلوزین در گوشت مرغ

علی حشمتی[1]، ابوالفضل کامکار[2]، جمیله سالار آملی[3]، جلال حسن[4]، غلامرضا جاهد[5]

1- استادیار گروه تغذیه و بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان

2- نویسنده مسئول : دانشیار گروه بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، پست الکترونی: akamkar@ut.ac.ir

3-دانشیار بخش سم شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

4- استادیار بخش سم شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

5- دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ دریافت: 91/7/11 تاریخ پذیرش: 91/11/20

چکیده

سابقه و هدف: باقی‌مانده‌ی آنتی‌بیوتیک‌ها در مواد غذایی نگرانی‌های مختلفی را ایجاد کرده است. با فراوری غذا قبل از مصرف به ویژه پختن احتمالا مقدار باقی‌مانده تغییر می‌کند. در این پژوهش تأثیر پخت گوشت به دو روش آب‌پز و مایکروویو بر میزان باقی‌مانده‌ی تایلوزین در آن بررسی شد.

مواد و روش‌ها: به نمونه‌های گوشت مرغ چرخ شده، تایلوزین به سه میزان 200 ، 400 و 800 پی‌پی‌بی اضافه شد و سپس با روش‌های آب‌پز (10، 20 و 30 دقیقه) و مایکروویو با توان 450 وات (1، 1/5 و 2 دقیقه) پخته شدند. مقدار تایلوزین قبل و بعد از پخت به روش HPLC اندازه‌گیری و مقدار درصد کاهش محاسبه شد.

یافته‌ها: در همه‌ی تیمارها مقدار تایلوزین نمونه‌ی پخته به طور معنی‌داری کمتر از نمونه‌ی خام بود ($p < 0/05$). اگرچه درصد کاهش تایلوزین با افزایش زمان مایکروویو و آب‌پز به طور معنی‌داری بیشتر شد، اما در روش مایکروویو تحت تأثیر مقدار اولیه‌ی تایلوزین نبود، ولی در روش آب‌پز عکس این حالت بود. اثر متقابل زمان پخت و مقدار اولیه‌ی تایلوزین بر مقدار درصد کاهش آن طی آب‌پز، معنی‌دار ولی در روش مایکروویو غیر معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری: اگرچه پختن منجر به کاهش باقی‌مانده‌ی تایلوزین در گوشت می‌شود و در روش آب‌پز مقدار کاهش محسوس‌تر از مایکروویو است، اما در هر صورت روش مطمئنی برای کاهش باقی‌مانده به حساب نمی‌آید. لازم است با مصرف درست تایلوزین در دام‌ها و رعایت زمان بازداری، مقدار باقی‌مانده‌ی آن را در گوشت کاهش داد.

واژگان کلیدی: تایلوزین، باقی‌مانده‌ی دارویی، پختن، HPLC ، مایکروویو

• مقدمه

باقی‌مانده‌ی آنتی‌بیوتیک‌ها در مواد غذایی با منشاء دامی تهدیدی علیه سلامتی انسان است و در صورت استفاده از دز زیاد دارو در دام (over dosing) یا کشتار دام قبل از زمان بازداری دارو (withdraw period) و یا عدم رعایت اصول بهداشتی دیگر مثل تجویز نادرست، در گوشت یا سایر محصولات با منشا دامی یافت می‌شوند (2، 1). باقی‌مانده‌ی آنتی‌بیوتیک‌ها برای مصرف کنندگان نگران‌کننده است؛ زیرا واکنش‌های آلرژیک (حساسیت) ایجاد می‌کند، مقاومت میکروبی در مقابل آنتی‌بیوتیک افزایش می‌دهد و فلور میکروبی طبیعی روده را از بین می‌برد.

به علاوه، باقی‌مانده‌های دارویی در تولید فراورده‌های تخمیری هم مشکل ایجاد می‌کنند (4، 3). سازمان‌های ذی‌صلاح برای حفظ سلامتی مصرف‌کنندگان حداکثر مجاز باقی‌مانده MRL (maximum residue limit) را در فراورده‌های مختلف از جمله گوشت تعیین کرده‌اند. مقدار MRL براساس فراورده‌های خام تعیین شده است، در حالی که گوشت و سایر محصولات دامی قبل از مصرف در معرض تیمارهای مختلف از جمله تیمارهای حرارتی قرار می‌گیرند. این تیمارهای حرارتی می‌توانند روی باقی‌مانده دارو تأثیر بگذارند و مقدار آن را در مواد غذایی تغییر دهند (5) بنابراین، فقط با اندازه‌گیری باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک‌ها در مواد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

خام نمی‌توان میزان مواجهه‌ی (exposure) انسان با این ترکیبات را محاسبه کرد. زیرا ممکن است داده‌های مواد خام، دریافت روزانه‌ی قابل قبول (acceptable daily intake) باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (6). کدکس الیمنتاریوس (Codex Alimentarius) هم تأکید می‌کند که پژوهش کافی درباره‌ی تأثیر فراوری مواد غذایی بر باقی‌مانده دارویی انجام نشده و به مطالعات بیشتری در این زمینه نیاز است (7).

عمدتاً تأثیر دو روش فراوری یعنی تیمارهای حرارتی و نگهداری روی باقی‌مانده داروها مورد توجه است. با این توضیحات در صورتی که مشخص شود، بخشی از آنتی‌بیوتیک‌ها طی فراوری مواد غذایی به ویژه زمانی که در معرض تیمارهای حرارتی قرار می‌گیرند، از بین می‌روند، می‌توان گفت مقدار MRL برای باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک‌ها تغییر می‌کند. بنابراین آگاهی از این موضوع اهمیت زیادی دارد زیرا می‌تواند به تغییراتی در قوانین بین‌المللی باقی‌مانده‌ی آنتی‌بیوتیک‌ها منجر شود و حد مجاز آن‌ها را در مواد غذایی تغییر دهد. در ضمن با اطلاع از تأثیر فرایندهای حرارتی روی باقی‌مانده‌ی آنتی‌بیوتیک‌ها مشخص خواهد شد که کدام روش حرارتی باقی‌مانده را بیشتر کاهش می‌دهد تا همان روش برای آماده سازی ماده غذایی توصیه شود.

تحقیقات متعددی در زمینه‌ی اثرات پخت بر بقایای آنتی‌بیوتیک‌های پنی‌سیلین G (9، 8)، تتراسیکین‌ها (12-10) ، استرپتومایسین (14، 13)، نئومایسین (15)، جنتامایسین (16) و سولفانامید (17) انجام شده است. در پژوهشی اثر تیمارهای حرارتی بر آنتی‌بیوتیک‌های ماکرولید در شیر بررسی شده است (18). تایلوزین یکی از آنتی‌بیوتیک‌های ماکرولیدی است که به مقدار زیاد در دامپزشکی استفاده می‌شود. حد مجاز باقی‌مانده این دارو در اتحادیه‌ی اروپا 100 µg/kg در ماهیچه، کبد، کلیه و چربی و 50 µg/kg در شیر است (19). *سرویس بازرسی ایمنی مواد غذایی* (Food Safety Inspection Service) ایالات متحده کنترل باقی‌مانده این آنتی‌بیوتیک‌ها در گوشت را در برنامه‌های سالیانه خود قرار داده و نسبت به گزارش مواردی که مقدار آنتی‌بیوتیک بیش از حداکثر MRL است، اقدام می‌کند (20). بنابراین، از نظر مقامات بهداشتی مؤسسات بین‌المللی، کنترل باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک‌ها ضروری است. تاکنون، پژوهشی در خصوص تأثیر پخت بر باقی‌مانده‌ی تایلوزین در گوشت انجام نشده است. در این مطالعه، تغییر بقایای این آنتی‌بیوتیک طی پخت به دو روش آب‌پز و مایکروویو بررسی شد.

• مواد و روش‌ها

مواد: استاندارد تایلوزین تارترات و کارتریج C18 از شرکت Sigma (آمریکا)، استات آمونیوم، اسید استیک، هیدروکسید سدیم با درجه آنالیتیک (analytical grade) و استونیتریل و متانول با درجه‌ی LC (Liquid chromatography) از شرکت *Merck* (آلمان)خریداری شد.

تجهیزات: تجهیزات مورد استفاده عبارت بودند از: دستگاه HPLC ساخت شرکت *Waters* (مدل 2695، آمریکا) مایکروویو ساخت شرکت *Samsung* (مدل M2340GN، کره جنوبی) دماسنج دیجیتالی ساخت شرکت *GmbH* (مدل TFA-301040، آلمان) ترازو دیجیتالی ساخت شرکت *Sartorius* (مدلBL2108 ، آلمان) همزن الکتریکی ساخت شرکت *Gerhardt* (آلمان)، سانتریفوژ ساخت شرکت یونیورسال *Universal* (مدل 320R، آلمان).

روش‌ها

منحنی کالیبراسیون: محلول ذخیره‌ی تایلوزین (1000 پی‌پی‌ام) با حل کردن تایلوزین تارترات در آب تهیه شد. محلول کاری با مقدار 100 پی پی ام از محلول ذخیره تایلوزین در آب تهیه شد. محلول استاندارد با مقادیر 0/1، 0/25، 0/5، 0/75 و 1 پی‌پی‌بی از محلول کاری تهیه شد و پس از تزریق به HPLC منحنی کالیبراسیون رسم شد. هر کدام از استانداردها سه بار تزریق شد.

بازیابی تایلوزین: برای بررسی بازیابی (recovery) روش آنالیز، تایلوزین به مقادیر 200، 400 و 800 پی‌پی‌بی به نمونه‌ی گوشت اضافه شد و پس از هم‌زدن و استخراج، مقدار آن اندازه‌گیری شد. درصد بازیابی از تقسیم مقدار اندازه‌گیری شده به مقدار اضافه شده تعیین شد.

استخراج تایلوزین از گوشت و آب: برای استخراج تایلوزین از بافت گوشت از روش استخراج مایع – مایعِ تسهیل شده با نمک استفاده شد. به 2 گرم نمونه‌ی گوشت 0/5 میلی‌لیتر بافر استات آمونیوم (10 میلی‌مولار) و 4 میلی‌لیتر استونیتریل اضافه شد. نمونه به مدت 10 دقیقه با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس به مدت 5 دقیقه سانتریفوژ (5000 دور در دقیقه)، فاز فوقانی جدا و به آن 0/5 گرم کلرید سدیم اضافه شد. پس از مدت 30 ثانیه ورتکس شد و اجازه داده شد تا دو فاز شود. از فاز فوقانی 500 میکرولیتر

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

در داخل ویـال ریختـه شـد و 500 میکرولیتـر بـافر اسـتات آمونیوم (10 میلی‌مولار) به آن اضافه شد و سپس نمونه بـه HPLC تزریق شد.

با توجه به اینکه در روش آب‌پز مقـداری از آنتـی‌بیوتیـک وارد آب پخت می‌شود، اندازه‌گیری آن در آب به دلیل رقیـق شدن به صورت مستقیم ممکـن نبـود و از روش تخلـیص بـا بکارگیری کارتریج C18 استفاده شد. ابتدا بـا عبـور دادن 2 میلی‌لیتر استونیتریل و 2 میلی‌لیتر آب کارتریج آماده‌سـازی شد سپس آبِ پخت از کارتریج عبور داده شد. بـرای شسـتن تایلوزین از کارتریج2 میلی‌لیتر از متانول اسـتفاده شـد. 500 میکرولیتر از متانول در داخـل ویـال ریختـه شـد و پـس از اضـافه کـردن اسـتات آمونیـوم (500 میکرولیتـر) مقـدار تایلوزین اندازه‌گیری شد.

روش آنالیز تایلوزین: تایلوزین به کمک دسـتگاه HPLC بـا ستون C18 (به طـول 150 میلـی‌متـر و قطـر داخلـی 3/9 میلـی‌متـر و انـدازه‌ی ذرات 4 میکرومتـر) و آشکارسـاز Photodiode array اندازه‌گیری شد. روش آنـالیز بـه صـورت ایزوکراتیک با فاز متحرک الـف: اسـتونیتریل و ب : اسـتات آمونیوم (10 میلی مولار) و 1% تری فلورو اسـتیک اسـید بـا نسبت 30 (فاز الف)به 70 (فـاز ب) بـا سـرعت جریـان 1 میلی‌لیتر در دقیقه انجـام گردیـد. حجـم تزریـق نمونـه 20 میکرولیتـر بـود. تـایلوزین در طـول مـوج 289 نـانومتر اندازه‌گیری شد.

محاسـبه‌ی LOD و LOQ: بـرای محاسـبه‌ی حدتشـخیص (limit of detection) و حد تعیین مقـدار کمـی (Limit of quantification) ابتدا سه بار نمونه شاهد به HPLC تزریـق شد و سطح نوفه در محل پیک تایلوزین اندازه‌گیـری شـده و انحرف معیار این سه بار تعیین شد. با فرمـول زیـر LOD و LOQ محاسبه شدند.

$$LOD = \frac{\text{انحراف معیار شاهد} \times 3}{\text{شیب خط کالیبراسیون}}$$

$$LOQ = \frac{\text{انحراف معیار شاهد} \times 10}{\text{شیب خط کالیبراسیون}}$$

آماده‌سازی نمونه‌های گوشت: گوشـت مـرغ تـازه از سـطح عرضه شهر تهران تهیه و پس از انتقال بـه *آزمایشـگاه مرکـز تحقیقات سم‌شناسی و مسمومیت‌های دامی دانشـگاه تهـران* ران مرغ جدا و گوشت آن از استخوان تفکیک شد و کاملاً بـا چرخ گوشت همگن شد و تا زمان تیمـار حرارتـی در فریـزر -20°C نگهداری شد. لازم به ذکر است، ابتدا گوشـت چـرخ شده از نظر باقی‌مانده‌ی تایلوزین مورد بررسی قرار گرفـت و مقدار این آنتی‌بیوتیک در آن اندازه‌گیـری شـد. ولـی مقـدار تایلوزین آن کمتر از LOD روش اندازه‌گیـری بـود بنـابراین، مقدار تایلوزین گوشت خام صفر در نظر گرفته شد. در زمـان تیمارهای حرارتی گوشت از فریزر خارج و پس از قـرار دادن آن در یخچال اجازه داده شد تا کاملاً یخ زدایی شود. پس از یکنواخت کـردن، نمونـه‌هـایی بـه وزن 10 گـرم تـوزین و آنتی‌بیوتیک تایلوزین تارترات در مقـایر 200 ، 400 و 800 پی پی بی به آن‌ها اضافه و کاملاً همگن شد تا آنتی‌بیوتیـک به طور یکنواخت در نمونه‌ها پخش شود. نمونه‌هـا بـه شـکل کاملا گرد و کروی در آمد و تحت تیمارهای حرارتی مشابه با روش گزارش شده به وسیله‌ی Ibrahim (1994) قرار گرفت. البته، در این روش پخت تغییراتی به شرح ذیل انجام گرفـت (12).

تیمار حرارتی آب‌پز: در داخل بشر مقدار 80 گرم آب ریخته و حرارت داده شد تا به جوش آید، سپس نمونه‌ی گوشت در داخل توری فلزی قرار گرفت و توری درون بشر فرو برده شد. به طوری که نمونه کـاملا در آب غوطـه‌ور شـد. نمونـه طـی مدت زمان‌های 10، 20 و 30 دقیقه تحت تیمار حرارتی قرار گرفت.

تیمار حرارتی مایکروویو: نمونه‌ی گوشـت در داخـل پلیـت شیشه‌ای قرار داده شد و پس از گذاشتن درِ پلیـت در داخـل مایکروو قرار گرفت. نمونه طی مـدت زمـان‌هـای 1، 1/5 و 2 دقیقه در مایکروویو با توان 450 وات پخته شد.

محاسبه‌ی مقدار درصد کاهش تایلوزین: برای بررسی تأثیر تیمارهای حراتی بر تایلوزین مقدار آن قبـل و بعـد از تیمـار حرارتی اندازه‌گیری شد و با فرمول زیر مقدار کاهش محاسبه شد:

$$\text{درصد کاهش تایلوزین} = \frac{\text{مقدار تایلوزین نمونه‌ی پخته (میکروگرم)-مقدار تایلوزین نمونه‌ی خام (میکروگرم)}}{\text{مقدار تایلوزین نمونه خام (میکروگرم)}} \times 100$$

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

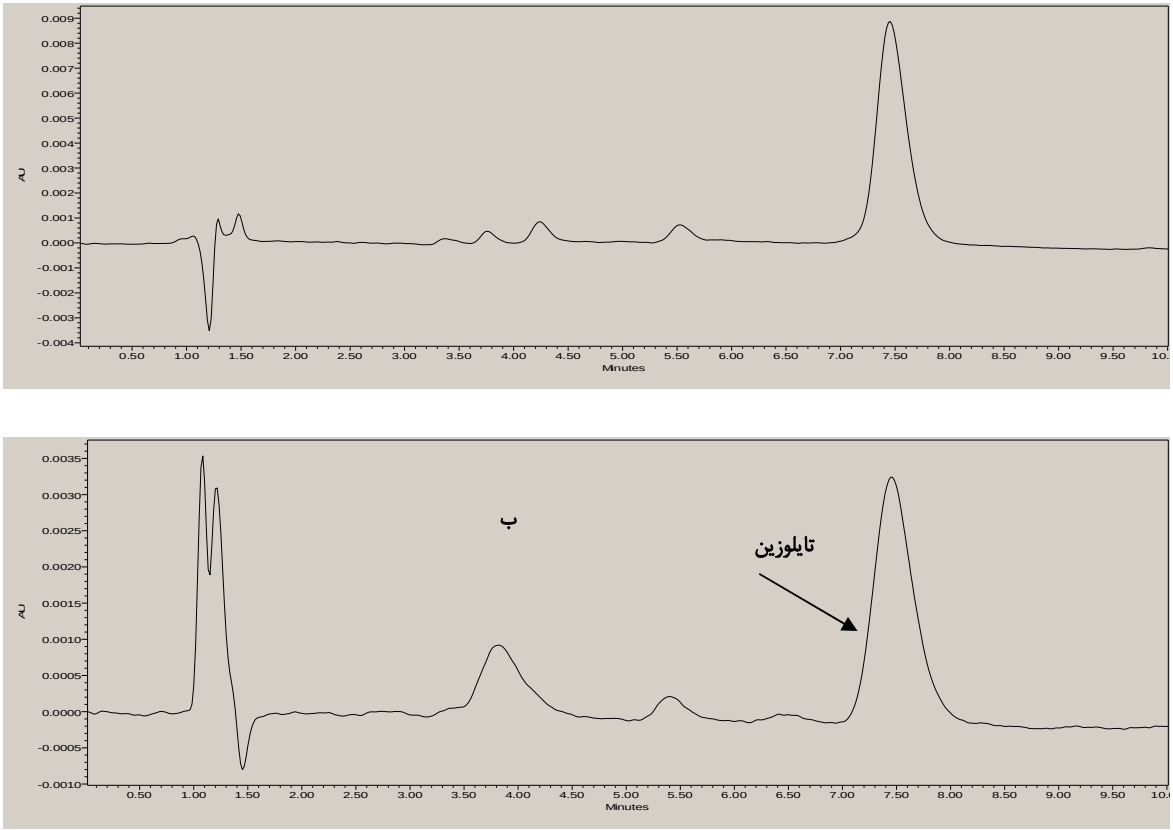
تجزیه و تحلیل آماری: تیمارهای حرارتی سه بار تکرار شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. سپس در صورتی که داده‌ها نرمال بودند، در هر کدام از تیمارها برای بررسی تفاوت بین مقدار تایلوزین نمونه‌ی گوشت خام و پخته از آزمون تی جفتی (paired T test) استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین مقدار درصد کاهش تایلوزین در نمونه‌هایی که مقدار اولیه‌ی تایلوزین در آن‌ها متفاوت بود، ولی در مدت زمان یکسانی پخته شدند و هم‌چنین در نمونه‌هایی که مقدار اولیه‌ی تایلوزین در آن‌ها یکسان بود، ولی در مدت زمان‌های مختلف به روش مایکروویو یا آب‌پز پخته شدند، روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (one way ANOVA) به کار رفت. برای مقایسه‌ی دو به دوی گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. برای بررسی اثر متقابل زمان‌های مختلف پخت و مقادیر متفاوت اولیه‌ی تایلوزین بر مقدار درصد کاهش آن در هر دو روش پخت، از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه (two way ANOVA) به کار رفت.

• یافته‌ها

اعتبار روش (Method validation): کروماتوگرام تایلوزین در نمونه‌های استاندراد و گوشت در شکل 1 نشان داده شده است. زمان بازداری تایلوزین حدود 7/4 دقیقه بود. منحنی کالیبراسیون تایلوزین (شکل 2) در محدوده‌های 0/1، 0/25، 0/5 ، 0/75و 1 پی پی ام خطی و از ضریب رگرسیون بالایی برخوردار بود. معادله‌ی این خط عبارت است از:

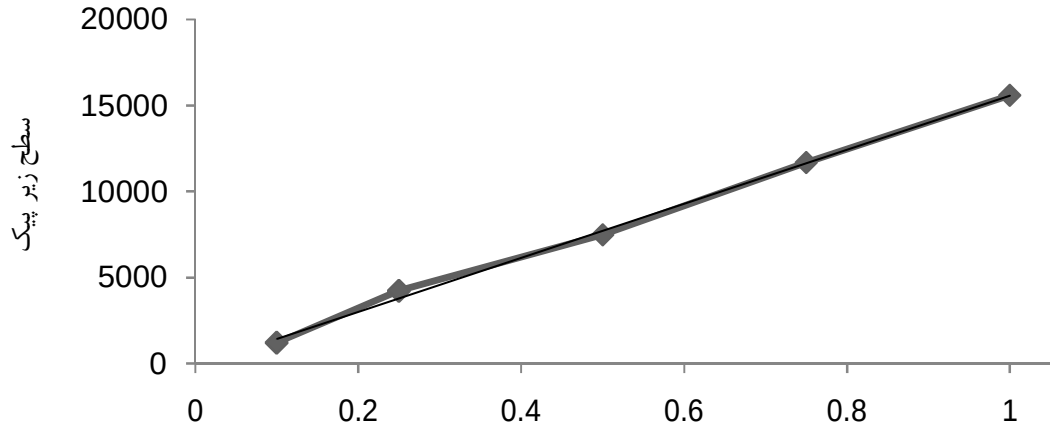
$y= 15688x - 115$ $R^2=0/997$

LOD و LOQ روش آنالیز به ترتیب 15 و 49 پی پی بی بود چون MRL تایلوزین در گوشت 100 پی پی بی است، روش آنالیز به کار رفته در این تحقیق قادر به تعیین کمّی تایلوزین در کمتر از نصف MRL است. مقدار بازیابی تایلوزین از گوشت در مقادیر 200، 400 و 800 پی پی بی به ترتیب 94/9% ، 94/3 و 98/1% (به طور متوسط 95/78%) بود. با توجه به این موارد روش آنالیز و استخراج برای ادامه کار مناسب تلقی شد.



شکل 1. کروماتوگرام الف) استاندارد تایلوزین ($1\ \mu g\ ml^{-1}$) ب) تایلوزین اضافه و بازیابی شده از گوشت ($400\ \mu kg\ g^{-1}$)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]



شکل 2. منحنی کالیبراسیون تایلوزین

تأثیر فرایند مایکروویو بر باقی‌مانده‌ی تایلوزین: در همه‌ی نمونه‌هایی که با مایکروویو پخته شد، مقدار تایلوزین پس از مایکروویو به طور معنی‌داری ($p < 0/05$) کمتر از نمونه‌ی خام بود (جدول 1). مقدار درصد کاهش تایلوزین در نمونه‌های گوشت که مقدار اولیه‌ی تایلوزین آن‌ها 200 ، 400 یا 800 پی پی بی بود و طی مدت 1 ، 1/5 و 2 دقیقه به روش مایکروو پخته شدند در جدول 1 نشان داده شده است. در همه‌ی تیمارها با افزایش زمان پخت از 1 به 2 دقیقه، مقدار درصد کاهش تایلوزین بیشتر شد در نمونه‌هایی که مقدار اولیه‌ی تایلوزین آن‌ها 200 ، 400 ، و 800 پی پی بی بود، پس از 2 دقیقه پخت به ترتیب 33/4% ، 33/2% و 35/3% تایلوزین آن‌ها کاهش یافت. بین مقدار درصد کاهش تایلوزین در نمونه‌های گوشت که در زمان‌های یکسان به روش مایکروویو پخته شدند و مقدار اولیه‌ی تایلوزین در آن‌ها 200 ، 400 یا 800 پی پی بی بود، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما مقدار درصد کاهش در نمونه‌هایی که مقدار اولیه‌ی تایلوزین آن‌ها یکسان بود ولی در زمان‌های 1 ، 1/5 یا 2 دقیقه پخته شدند، اختلاف معنی‌داری داشت (جدول 2). با افزایش زمان پخت، مقدار درصد کاهش نیز بیشتر شد. در نمونه‌ای که 800 پی پی بی تایلوزین داشت و به مدت 2 دقیقه با مایکروویو پخته شد، بیشترین درصد کاهش (35/3%) مشاهده شد. بنابراین، اگرچه در روش پخت با مایکروو زمان تأثیر معنی‌داری بر مقدار درصد کاهش تایلوزین داشت، اما مقدار اولیه‌ی تایلوزین روی این مقدار اثر نداشت. با آزمون آنالیز واریانس دو طرفه نیز مشخص شد که اثر متقابل زمان مایکروویو و مقدار اولیه‌ی تایلوزین بر کاهش آن در گوشت معنی‌دار نیست.

تأثیر فرایند آب‌پز بر باقی‌مانده‌ی تایلوزین: مقدار تایلوزین در نمونه‌های آب‌پز شده به طور معنی‌داری ($p <0/05$) کمتر از نمونه‌ی خام بود (جدول1). کاهش تایلوزین در نمونه‌هایی که مقدار اولیه‌ی تایلوزین آن‌ها 200 ، 400 یا 800 پی پی بی بود و در مدت 10 ، 20 و 30 دقیقه آب‌پز شدند، در جدول 2 نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد، اگرچه بین مقدار درصد کاهش تایلوزین در نمونه‌هایی که به مدت 10 دقیقه آب‌پز شده بودند، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، ولی درصد کاهش نمونه‌هایی که به مدت 20 و 30 دقیقه آب‌پز شدند، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول3). بیشترین مقدار درصد کاهش (86/9%) به نمونه‌ای مربوط بود که به مدت 30 دقیقه آب‌پز شد و مقدار تایلوزین اولیه‌ی آن 800 پی پی بی بود. کمترین مقدار درصد کاهش (61/3%) به نمونه‌ای مربوط بود که به مدت 20 دقیقه آب‌پز شد و مقدار تایلوزین اولیه‌ی آن 200 پی پی بی بود هر چند که مقدار درصد کاهش آن اختلاف معنی‌داری با نمونه‌ی آب‌پز شده به مدت 10 دقیقه نداشت. بین مقدار درصد کاهش تایلوزین نمونه‌هایی که مقدار اولیه‌ی تایلوزین آن‌ها 200، 400 یا 800 پی پی بی بود، ولی در زمان‌های مختلف آب‌پز شدند، اختلاف معنی‌داری داشت. در همه‌ی نمونه‌ها افزایش زمان از 10 به 30 دقیقه سبب شد مقدار درصد کاهش تایلوزین بیشتر شود (جدول 3). نتایج آنالیز واریانس دو طرفه نشان داد که مقدار درصد کاهش تایلوزین در روش آب‌پز نه تنها تحت تأثیر معنی‌دار زمان فرایند پخت است، بلکه به مقدار اولیه‌ی تایلوزین نیز بستگی دارد. بنابراین اثر متقابل زمان پخت و مقدار اولیه‌ی تایلوزین بر مقدار درصد آن معنی‌دار بود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

جدول 1، تغییر مقدار تایلوزین پس از پخت به روش مایکروویو و آب‌پز نسبت به مقادیر اولیه *

مقدار تایلوزین در نمونه، قبل از تیمار حرارتی**(نانوگرم)	روش مایکروویو		روش آب‌پز	
	زمان مایکروویو (دقیقه)	مقدار تایلوزین در نمونه، پس از پخت (نانوگرم)	زمان آب پز (دقیقه)	مقدار تایلوزین در نمونه، پس از آب‌پز (نانوگرم)
2/0	2/0	1/9±0/1	10/0	0/7±0/1
4/0		3/4±0/2		1/3±0/1
8/0		7/8±0/5		2/5±0/2
2/0	4/0	1/6±0/1	20/0	0/7±0/2
4/0		3/2±0/3		0/6±0/2
8/0		6/9±0/4		1/8±0/1
2/0	8/0	1/3±0/1	30/0	0/4±0/1
4/0		2/7±0/2		0/6±0/1
8/0		5/2±0/2		1/1±0/1

* همه‌ی اعداد به صورت یک رقم معنی‌دار گزارش شده است.

** مقدار تایلوزین در نمونه‌ی گوشت خام به وزن 10 گرم

جدول 2، مقدار کاهش تایلوزین در گوشت پس از پخت با روش مایکروویو*

زمان مایکروویو (دقیقه)	مقادیر تایلوزین اولیه‌ی اضافه شده به نمونه(پی پی بی)			
	200	400	800	میانگین
	مقدار درصد کاهش (میانگین ± انحراف معیار)			
1	4/4±2/8^{Ac}	14/3±6/1^{Ab}	2/8±6/2^{Ac}	7/2±27/1^{c}
1/5	20/4±0/4^{Ab}	21/2±6/3^{Ab}	14/3±4/3^{Ab}	17/87±5/6^{b}
2	33/4±6/1^{Aa}	33/2±4/9^{Aa}	35/3±2/1^{Aa}	33/9±4/2^{a}
میانگین	19/4±13/2^{A}	22/8±9/7^{A}	17/4±14/79^{A}	19/6±1/3

^{A}حروف بالانویس بزرگ غیر یکسان یعنی اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$) بین اعداد یک سطر.

^{a}حروف بالانویس کوچک غیر یکسان یعنی اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$) بین اعداد یک ستون

* همه‌ی اعداد به صورت یک رقم معنی‌دار گزارش شده است.

جدول 3، مقدار کاهش تایلوزین در گوشت پس از پختن با روش آب‌پز*

(دقیقه) زمان آب پز	مقادیر تایلوزین اولیه اضافه شده به نمونه (پی پی بی)			
	200	400	800	میانگین
	مقدار درصد کاهش (میانگین ± انحراف معیار)			
10/0	64/7±1/4 ^{Ab} (15/2)**	68/5±1/8 ^{Ab} (13/7)	68/4±6/2 ^{Ac} (19/7)	67/2±2/4^{c}
20/0	61/3±4/4 ^{Bb} (17/2)	86/2±1/6 ^{Aa} (22/9)	77/3±1/1 ^{Cb} (22/3)	74/9±11/1^{b}
30/0	79/7±0/6 ^{Ba} (18/7)	85/5±1/3 ^{Aa} (23/2)	86/9±1/1 ^{Aa} (22/8)	84/0±3/4^{a}
میانگین	68/6±8/8^{C}	80/1±8/7^{A}	77/5±8/1^{B}	75/4±9/6

^{A}حروف بالانویس بزرگ غیر یکسان یعنی اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$) بین اعداد یک سطر می‌باشند.

^{a}حروف بالانویس کوچک غیر یکسان یعنی اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$) بین اعداد یک ستون می‌باشند.

* تمام اعداد به صورت یک رقم معنی‌دار گزارش شده است.

** اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصدی از تایلوزین اولیه است که پس از آب پز در آب پخت یافت شد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

• بحث

تاکنون، درباره‌ی اثرات پخت بر باقی‌مانده‌ی آنتی‌بیوتیک‌های ماکرولیدی در گوشت گزارشی به دست نیامده است. در یک مطالعه، اثر تیمارهای حرارتی بر آنتی‌بیوتیک‌های ماکرولید مانند اریترومایسین، اسپیرمایسین و تایلوزین در شیر بررسی شده است (18). این آنتی‌بیوتیک‌ها در مقادیر مختلف به شیر اضافه شدند و نمونه‌ها در معرض سه نوع تیمار حرارتی قرارگرفتند (60°C به مدت 30 دقیقه، 120°C به مدت 20 دقیقه و 140°C به مدت10 ثانیه). برای ارزیابی کاهش فعالیت آنتی‌بیوتیک‌ها از روش جلوگیری رشد *میکروکوکووس لوتئوس* (*Micrococcus luteus*) استفاده شد. تیمار حرارتی 120°C به مدت 20 دقیقه (تقلیدکننده‌ی استریلیزاسیون سنتی) به افت قابل توجه فعالیت ضد میکروبی اریترومایسین (93%)، اسپیرمایسین (51%) و تایلوزین (51%) منجر شد. در حالی که تیمارحرارتی 140°C به مدت10 ثانیه (تقلیدکننده‌ی استریلیزسیون به روش UHT) اثر کمتری داشت و فعالیت ضد میکروبی اریترومایسین، اسپیرمایسین و تایلوزین به ترتیب 30%، 35% و 12% بود. کمترین کاهش فعالیت ضدمیکروبی طی تیمار حرارتی 60°C به مدت 30 دقیقه (تقلید کننده پاستوریزاسیون با دما کم) حاصل شد(21% اریترومایسین و 13% اسپیرمایسین).

اثر روش پخت مایکروویو و آب پز بر باقی‌مانده‌ی سایر داروها در گوشت بررسی شده است. نتایج تحقیق حاضر شباهت به یافته‌های *Lan* و همکاران (2001) در خصوص تأثیر فرایند مایکروویو بر باقی‌مانده‌ی سولفامتازین در گوشت Tilapia است که با افزایش زمان پخت مقدار بیشتری از سولفامتازین کاهش یافت. البته، مقدار سولفامتازینِ کاهش یافته بیشتر از تایلوزین بود (21). Oxfendazole یکی از داروهای ضد انگلی است که تغییر باقی‌مانده‌ی آن طی مایکروویو بررسی شده و نتایج حکایت از این دارد که 64% دارو پس از مایکروویو در گوشت باقی می‌ماند و بقیه‌ی آن به ترکیبات دیگری تبدیل می‌شود. یافته‌های این مطالعه با یافته‌های برخی تحقیقات انجام شده در خصوص تأثیر مایکروو بر باقی‌مانده داروها تناقض دارد. *Rose* و همکاران دریافتند که در پختن گوشت گاو و خوک با مایکروویو نه تنها مقدار آیورمکتین (ivermectin) و بنزیل پنی سیلین (benzylpenicillin) کاهش نمی‌یابد، بلکه به علت از دست دادن رطوبت هم افزایش پیدا می‌کند (22، 9). بنابراین، می‌توان گفت تأثیر مایکروو بر باقی‌مانده‌ی داروهای مختلف متفاوت است و در مورد برخی داروها باقی‌مانده آن پس از مایکروو افزایش و در مورد برخی کاهش می‌یابد و به ترکیبات دیگری تبدیل می‌شود. احتمالاً کاهش تایلوزین در روش مایکرویو به علت تخریب آن است. اگرچه در این تحقیق ترکیبات حاصل شناسایی نشوند.

مقدار کاهش تایلوزین در شیر طی تیمار حرارتی 120 °C به مدت 20 دقیقه 51% گزارش شده که از مقدار کاهش آن در آب‌پز کردن گوشت (86/9%) که در این تحقیق به دست آمد، کمتر است (18) کاهش باقی‌مانده‌ی سایر داروهای دامی نیز طی آب‌پز کردن گزارش شده است. نتایج این تحقیق، مشابه نتایج سایر تحقیقات انجام شده است. *Furusawa* و *Hanabusa* (2002) گزارش کردند مقدار سولفونامیدها در meatball آب پز شده به زمان پخت بستگی دارد و با افزایش زمان پخت مقدار کاهش سولفونامیدها بیشتر می‌شود. مقدار سولفونامیدها طی آب پز Meatball به مدت 12 دقیقه 45 تا 61 درصد کاهش یافت. این مقدار کمتر از کاهش تایلوزین (61 تا 87 درصد) است که در این تحقیق به دست آمد. علت کاهش به انتقال سولفونامید از گوشت به آب نسبت داده شد (17) کاهش انروفلوکساسین نیز طی آب‌پز کردن گوشت گزارش شده است (23) اگرچه پنی‌سیلین G در مقابل حرارت، پایدار است، اما در آب‌پز کردن مقدار زیادی از آن وارد آب می‌شود (9).

علت کاهش تایلوزین در روش آب‌پز به 2 مورد نسبت داده می‌شود:

1. انتقال از گوشت به آب: با آنالیز آب اطراف گوشت مشخص شد، مقداری از تایلوزین در همه‌ی نمونه‌هایی که آب‌پز شدند، به آب انتقال پیدا کرده است. این مقدار بین 13/7% تا 23/2% تایلوزین نمونه‌ی خام بود (جدول 3).

2. به نظر می‌رسد بقیه‌ی کاهش تایلوزین به علت تخریب آن طی حرارت و تبدیل به سایر ترکیبات باشد.

در خصوص پایداری تایلوزین در محیط‌هایی با pH مختلف و دماهای مختلف چند گزارش وجود دارد. تایلوزین A در محیط اسیدی ابتدا به تایلوزین B (دسمیکوزین desmycosin) تبدیل می‌شود و با افزایش دما میزان تبدیل بیشتر می‌شود. در نهایت، تایلوزین B به محصولات شناسایی نشده تجزیه می‌شود. در محیط قلیایی و خنثی، تایلوزین A به آلدول تالوزین A (tylosin A aldol) و برخی ترکیبات

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

قطبی شناسایی نشده تجزیه می‌شود. تجزیه‌ی تایلوزین تابع غلظت بافر، قدرت یونی، pH و دما است. فعالیت ضد میکروبی تایلوزین B (0/83) کمتر از تایلوزین A (1) است. تایلوزین B مشابه تایلوزین A یک آنتی‌بیوتیک است. بنابراین، ممکن است عوارضی مانند باقی‌مانده‌ی سایر آنتی‌بیوتیک‌ها در مواد غذایی داشته باشد، مانند: اثرات سو بر فلور میکروبی مصرف‌کنندگان و ایجاد مقاومت در برابر آنتی‌بیوتیک (27-24). هیچ اطلاعاتی در خصوص سمیّت محصولات تجزیه‌ی شناسایی نشده تایلوزین گزارش نشده است. در این تحقیق به دلیل محدودیت امکانات آزمایشگاهی محصولات حاصل از تجزیه تایلوزین شناسایی نشوند.

با توجه به اینکه در این مطالعه تایلوزین به گوشت اضافه (Spike) شد، ممکن است داده‌های حاصل در خصوص مقدار درصد کاهش طی پخت با نمونه‌ی گوشت طبیعی که حاوی تایلوزین است اختلاف با هم داشته باشد. زیرا در حالت طبیعی، تایلوزین در داخل سلول‌ها است و احتمال دارد مقدار کمتری از آن وارد آب شود و مقدار کاهش آن کمتر از نتایج این تحقیق باشد. در هر صورت، ار نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که باقی‌مانده‌ی تایلوزین در گوشت طی پختن کاهش می‌یابد و در روش آب پز (75/4%) این مقدار بیشتر از روش مایکروویو (19/6%) است بنابراین، توصیه می‌شود در مواردی که احتمال حضور باقی‌مانده تایلوزین در گوشت وجود دارد، با پختن مناسب آن بتوان سطح سلامتی محصول را افزایش داد. دو روش آب پز و مایکروویو اگرچه موجب کاهش تایلوزین گوشت می‌شوند اما این واقعیت که باقی‌مانده تایلوزین باید از منبع آن یعنی مواجه‌ی دام و طیور با تایلوزین کنترل شود؛ همچنان اهمیت اولیه خود را خواهد داشت. چون محصولات حاصل از تجزیه تایلوزین، مهم هستند، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی شناسایی این ترکیبات شناسایی و اثرات سمّی آن‌ها بررسی شود.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران جهت حمایت از این طرح به شماره 7507009/6/18 و مرکز تحقیقات سم شناسی و مسمومیت‌های دامی دانشگاه تهران نهایت تقدیر و تشکر را دارد.

• References

1. Myllyniemi AL. Development of microbiological methods for the detection and identification of antimicrobial residues in meat [Ph.D dissertation]. Helsinki: University of Helsinki, 2004.
2. Kaneene JB, Miller R. Problems associated with drug residues in beef from feeds and therapy. Rev sci tech Off int Epiz 1997;16(2):694-708.
3. Botsoglou NA, Fletouris DJ. Benefits and risks of drug usage. Drug residues in foods ,pharmacology, ,food safety, and analysi. New York: Marcel Dekker, Inc; 2001.
4. Hassan AN, Frank JF. Starter cultures and their use. In: Marth EH, Steele JL, editors. Applied dairy microbiology. second ed. New York: Marcel Dekker, Inc; 2001.
5. Moats WA. The effect of processing on veterinary residue in foods. In: Jackson LS, Kniz MMG, Morgan JN, editors. Impact of processing on food Safety. New York: Kluwer Academic; 1999.
6. Botsoglou NA, Fletouris DJ. Stability of Residues During Food Processing. Drug residues in foods ,pharmacology, food safety, and analysi. New York: Marcel Dekker, Inc; 2001. p. 515-40.
7. Codex Alimentarius Commission. Committee on residues of veterinary drugs in foods, document control of veterinary drug residues in milk and milk products CX/RVDF, 01/8. Joint food and agriculture organization of the united nations–world health organization food standards programme, Rome.2001.
8. Guay R, Cardinal P, Bourassa C, Brassard N. Decrease of penicillin G residue incidence in milk: a fact or an artefact? Int J Food Microbiol. 1987;4(3):187-96.
9. Rose MD, Bygrave J, Farrington WHH, George Shearer G. The effect of cooking on veterinary drug residues in food: Benzylpenicillin. Analyst 1997;122:1095–9.
10. Du WX, Marshall MR, Xu DH, Santerre CR, Wei CI. Retention of oxytetracycline residues in cooked channel catfish fillets. J Food Sci 1997;62(1):119-22.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

11. Loksuwa J. The effect of heating on multiple residueso f tetracyclines in milk. ThammasaInt tJ ScT ech. 2002;7(3):17-21.

12. Ibrahim A. Effect of cooking procedures on oxytetracycline residues in lamb muscle. J Agric Food Chem 1994;42:2561-3.

13. Inglis JM, Katz SE. Determination of streptomycin residues in eggs and stability of residues after cooking. J Assoc Off Anal Chem 1978;61(5):1098-102.

14. Katz SE, Levine PR. Determination of neomycin residues in eggs and stability of residues after cooking. J Assoc Off Anal Chem 1978;61(5):1103-6.

15. Pilet C, Toma B, Muzet J, Renard F. Investigation of the thermostability of several antibiotics. research Medicine Veterinary 1969;6:227-34.

16. Sireli UT, Filazi A, Cadirci O. Effect of cooking and storage times on gentamicin residues in eggs. Ital J Food Sci 2006;18(4):441-6.

17. Furusawa N, Hanabusa R. Cooking effects on sulfonamide residues in chicken thigh muscle. Food Res Int 2002;35:37-42.

18. Zorraquino MA, Althaus RL, Roca M, Molina MP. Heat treatment effects on the antimicrobial activity of macrolide and lincosamide antibiotics in milk. J Food Protect 2011;74(2):311-5.

19. European Commission. Commission Regulation (EC) No 37/2010 of 22 December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin. Off J Eur Union 2010;L 15:1–72.

20. Food Safety and Inspection Service (FSIS). National residue program scheduled sampling plans. United States department of agriculture food safety and inspection service, office of public health science,Washington, DC. FSIS; 2008.

21. Lan CC, Hwang BS, Tu MF. Effect of microwave and roast treatment on the degradation of sulfamethazine residue in tilapia meat. J Food Drug Anal 2001;9(2):102-6.

22. Rose MD, Farringtona WHH, Shearer G. The effect of cooking on veterinary drug residues in food: 7. ivermectin. Food Addit Contam 1998;15(2):157-61.

23. Lolo M, Pedreira S, Miranda JM, Vazquez BI, Franco CM, Cepeda A, et al. Effect of cooking on enrofloxacin residues in chicken tissue. Food Addit Contam 2006;23(10):988-93.

24. Thompson TS, Pernal SF, Noot DK, Melathopoulos AP, Heever JPV. Degradation of incurred tylosin to desmycosin—Implications for residue analysis of honey. Anal Chim Acta 2007;586:304-11.

25. Teeter JS, Meyerhoff RD. Aerobic degradation of tylosin in cattle, chicken, and swine excreta. Environ Res 2003;93:45-51.

26. Paesen J, Cypers W, Pauwels K, Roets E, Hoogmartens J. Study of the stability of tylosin A in aqueous solutions. J Pharm Biomed Anal 1995;13(9):1153-9.

27. Aksenova IA, Ter-Sarkisian EM, Soífer RD, Florova GI, Iustratova LS. Effect of the pH of the medium and of temperature on tylosin stability. Antibiotiki 1984;29(3):179-82.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

The effect of two methods cooking of boiling and microwave on tylosin residue in chicken meat

Heshmati A[1], Kamkar A[2], Salaramoli J[3], Hassan J[4], Jahed Gh[5]*

1- *Assistant Prof, Dept. of Nutrition and Biochemistry, Faculty of Medicine, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran*

2- **Corresponding author: Associate Prof, Dept. of Food Control and Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran , Iran. E-mail: akamkar@ut.ac.ir*

3- *Associate Prof, Dept. of Toxicology, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran , Iran*

4- *Assistant Prof , Dept. of Toxicology, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran , Iran*

5- *Associate Prof, Dept. of Environment hygiene, Faculty of Hygiene , Tehran University of Medical Sciences, Tehran , Iran*

Received 2 Oct, 2012 **Accepted 8 Feb, 2013**

Background and objective: Antibiotic residue in food had made different concerns. Antibiotic residue may change during food processing before consumption especially cooking. The goal of this research is to determine the effect of two methods cooking of boiling and microwave on tylosin residues in meat.

Materials and Methods: Tylosin was added to minced meat samples in three level 200, 400 and 800 ppb and samples were cooked by boiling (10, 20 and 30 min)and microwave (1, 1.5 and 2 min). Tylosim amount was measured before and after cooing by HPLC and its reduction percent amount was calculated.

Results: In all treatments tylosim amount of cooked samples was significantly less than that of raw sample ($p<0.05$). However tylosin reduction percent amount was significantly increased by boiling and microwave time increment, tylosin first amount had no effect on its reduction in microwave method but its effect is in verse in boiling method. Overall interaction effect of cooking time and tylosin first amount on its reduction percent amount in meat was significance in boiling method and insignificant in microwave method.

Conclusion: Although cooking result in reduction of tylosin residue in meat and its reduction amount in boiling is more than that in microwave, it isn't grantee for tylosin reduction and it is necessary to reduce tylosim in meat by its correct consumption in animals and withdrawal time consideration.

Keywords: Tylosin, Drug residue, Cooking, HPLC, Microwave

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]