مقاله علمی–پژوهشی

اثرات روش‌های مختلف پخت بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب شاه میگوی چنگال باریک آب شیرین (*Astacus leptodactylus*)

محسن صبری آذر[۱]، سید پژمان حسینی شکرابی*[۱]، مهدی شمسایی مهرجان[۱]، فاطمه نوغانی[۲]

* hosseini@srbiau.ac.ir

۱- گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.
۲- پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران.

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۹

چکیده

این مطالعه جهت ارزیابی روش‌های مختلف پخت بر برخی خواص فیزیکوشیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب شاه میگوی چنگال باریک آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) صورت گرفته است. در این مطالعه چهار روش پخت شامل کبابی، آب پز، سرخ شده و پخت در مایکروویو با سه تکرار برای ۸۴ قطعه شاه میگوی صیدشده از سد ارس صورت گرفته است. نتایج آزمایش‌های فیزیکوشیمایی نشان داد که میزان پروتئین در تیمار بخار پز (۰/۳۹±۱۷/۷۰ درصد) و سرخ شده (۰/۱۴±۱۵/۱۳ درصد) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بود. بالاترین میزان چربی در روش سرخ کردن ثبت گردید و در سایر تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p>0/05$). بالاترین مقدار pH در تیمار بخار پز مشاهده شد. نتایج میزان افت پخت نیز نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص در روش مایکروویو بوده در حالیکه تیمارهای سرخ شده و کبابی مقدار افت پخت کمتری داشتند. نتایج آنالیز بافتی در تیمارهای مختلف مشخص کرد بالاترین میزان شاخص‌های سختی ۱ و ۲ در تیمار سرخ شده مشاهده شد ($p<0/05$). همچنین، نتایج اسیدهای چرب مشخص کرد بیشترین میزان ایکوزاپنتانوییک اسید (۰/۱۳±۲۰/۲۵ درصد) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (۰/۲۶±۶/۳۱ درصد) در روش بخار پز ثبت شد و کمترین این مقادیر در تیمار سرخ کرده مشاهده شد ($p<0/05$). می‌توان نتیجه گرفت روش پخت بخار پز اثر کمتری بر افت خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ترکیبات اسیدهای چرب غیراشباع گوشت دم میگوی چنگال باریک آب شیرین نسبت به سایر روش‌های پخت دارد.

لغات کلیدی: *Astacus leptodactylus*، روش‌های پخت، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، اسیدهای چرب غیراشباع

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

مقدمه

یکی از منابع پروتئین جانوری در جهان، غذاهای شیلاتی بوده که این محصولات از لحاظ تغذیه‌ای ارزش غذایی بالایی داشته و سرشار از ویتامین‌ها (غالباً A و D)، مواد معدنی مهم و کمیاب (مانند آهن، روی، کلسیم، فلوئور و ...)، پروتئین با کیفیت و قابلیت هضم بالا و چربی‌های ارزشمند و مفید (اسیدهای چرب چند غیر اشباع) هستند (Hosseini *et al.*, 2014). آبزیان و بخصوص سخت‌پوستان منبع بسیار مهمی از ویتامین‌ها و اسیدهای چرب چند غیر اشباع مانند ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) هستند و از اینرو، ترکیبات مواد مغذی آنها طی مرحله پخت احتمالاً دچار تغییراتی می‌شود (Hosseini *et al.*, 2014; Neff *et al.*, 2014). روش‌های مختلف پخت با توجه به عادت غذایی و نوع محصول غذایی ممکن است به اشکال متنوع وجود داشته باشد (Erkan, 2012). اگرچه استفاده از گرما در پختن می‌تواند کیفیت خوردن غذا را افزایش داده و موجب کاهش فعالیت شیمیایی و باکتریایی شود، اما استفاده از فرآیند حرارتی نامناسب حتی می‌تواند منجر به تغییرات نامطلوب مانند کاهش ارزش تغذیه‌ای غذا، کاهش رطوبت و دناتوره شدن پروتئین‌ها (Brookmire *et al.*, 2013) و نیز کاهش ویتامین‌ها را به‌همراه داشته باشد (علی‌پور و همکاران، ۱۳۹۶).

شاه میگوی چنگال باریک آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) از خانواده *Astacidae*، شاخه سخت پوستان بوده و به صورت طبیعی در حوزه‌های آبی منطقه کاسپین به‌سر می‌برد. این گونه بومی برخی پهنه‌های آبی کشور ایران از جمله منطقه ارس می‌باشد. میگوی آب شیرین دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشد و دارای مقدار تولید و عرضه بالایی در جهان می‌باشد (Thompson, 2004). بخش خوراکی بدن میگو شامل گوشت ناحیه دم و گوشت موجود در چنگال‌ها می‌باشد که بازده گوشت دم معمولاً ۱۵ درصد وزن بدن بوده، اما در میگوهای بزرگ ممکن است به بیش از ۲۰ درصد نیز برسد (Huner, 1994).

تحقیقات متعددی تاثیر روش‌های مختلف پخت را بر پارامترهای فیزیکوشیمیایی و ترکیبات مغذی ماهیان و آبزیان خوراکی گزارش کردند. برای مثال، Delfieh و همکاران (۲۰۱۳) تحقیقاتی بر تاثیرات پختن، جوشاندن، مایکروویو و سرخ کردن بر ترکیب تقریبی و اسیدهای چرب بخش خوراکی میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که نمونه‌های سرخ شده دارای میزان چربی بیشتری بودند. Murthy و همکاران (۲۰۰۹) اثر روش‌های مختلف پخت را بر بافت میگوی ببری سیاه (*Penaeus monodon*) و میگوی وانامی (*Litopenaeus vannami*) مورد بررسی قرار داده و نتایج آنها نشان داد که میزان شاخص جویدن در میگوی سیاه ببری در حین پخت معمولی افزایش داشت ولی این میزان در حین پخت با مایکروویو کاهش یافت. غلامزاده و همکاران (۱۳۹۶) اثرات روش‌های مختلف پخت را بر ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب لابستر (*Thenus orientalis*) مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که بالاترین و پایین‌ترین میزان پروتئین به‌ترتیب در نمونه‌های کبابی و سرخ شده بوده و نمونه‌های بخارپز نسبت به نمونه‌های سرخ شده از لحاظ اسید چرب گروه امگا ۳ مقدار بالاتری داشتند. زکی‌پور و بکر (۱۳۹۰) با بررسی تأثیر شیوه‌های مختلف طبخ بر اکسیداسیون و ترکیب اسیدهای چرب در ماهی شیر (*Scomberomorous commerson*) دریافتند که تفاوت معنی‌داری در میزان اسیدهای چرب آزاد در نمونه خام و نمونه‌های پخته شده به شیوه مایکروویو، کباب کردن، بخارپز کردن و سرخ کرده وجود دارد و محتوای اسیدهای چرب EPA و DHA در نمونه‌های پخت شده به روش بخارپز حداکثر گزارش شده است.

با توجه به ذخایر طبیعی میگوی چنگال باریک آب شیرین موجود در تالاب انزلی، دریاچه مخزنی سد ارس و مصب رودخانه‌های منتهی به این منابع آبی (خوش خلق و نظری، ۱۳۹۵) و نیز ارزش غذایی بالای این آبزی، تاکنون تحقیقی در خصوص تغییرات ارزش غذایی آن تحت تاثیر روش‌های مختلف پخت صورت نگرفته است. هدف از این مطالعه بررسی اثر روش‌های مختلف پخت شامل بخار پز

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

کردن، مایکروویو، سرخ کردن و پخت در آون بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب غیراشباع میگوی چنگال باریک آب شیرین بوده تا با بررسی نتایج بدست آمده، بهترین روش پخت که تاثیرات کمتری بر کاهش ارزش غذایی این آبزی ارزشمند دارد، پیشنهاد گردد.

مواد و روش کار

تهیه نمونه شاه میگوی چنگال باریک و روش‌های پخت

تعداد ۸۴ قطعه میگوی چنگال باریک آب شیرین (وزن ۲۰-۱۵ گرم) از دریاچه مخزنی رودخانه ارس در فصل بهار به صورت تصادفی طبق روش طعمه‌گذاری صید شده و در شرایط یخ پوشی (۲:۱ میگو: یخ، وزنی/وزنی) بصورت زنده به مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران منتقل شدند. پس از اندازه گیری طول و وزن نمونه‌ها، مراحل آماده سازی شامل جدا کردن سر، تخلیه شکم و پوست کنی به صورت دستی انجام گرفت. سپس قسمت خوراکی (ناحیه دم) شاه میگوهای پاک شده با هم مخلوط شده و سپس به چهار قسمت مساوی توزین شدند که شامل یک قسمت نمونه شاهد و سه قسمت جهت پخت به روش‌های زیر تیماربندی شدند (Delfieh *et al.*, 2013):

مایکروویو: با استفاده از دستگاه مایکروویو به نحوی که ناحیه دمی میگوها در ظرف شیشه‌ای قرار گرفته و دستگاه مایکروویو روی قدرت ۱۰۰ درصد و موج ۲۴۵۰ مگاهرتز به مدت ۷ دقیقه عمل پخت انجام شد.

کباب کردن: با استفاده از دستگاه آون الکتریکی، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگرد بدون افزودن روغن گریل شدند.

آب پز کردن: نمونه‌ها به مدت ۶-۵ دقیقه داخل آب جوش (نسبت میگو به آب ۵:۱ وزنی/حجمی) قرار داده شدند.

سرخ کردن: نمونه‌ها در روغن آفتاب‌گردان شرکت لادن (تهران، ایران) به صورت غوطه ور حرارت داده شده و در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه سرخ شدند.

برای هر یک از روش‌های پخت بصورت تصادفی سه نمونه جهت انجام آنالیز ترکیبات تقریبی (شامل رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی) انتخاب شد که بر اساس AOAC (۲۰۰۵) انجام شدند. میزان رطوبت با خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد (حدود ۱۲ ساعت)، خاکستر خام با سوزاندن در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد (حدود ۸ ساعت)، پروتئین خام با روش کلدال با استفاده از سیستم اتوماتیک کجدال و در نهایت چربی با دستگاه سوکسله با حلال هگزان انجام گرفت (AOAC, 2005). همچنین برای سنجش pH، ۱۰ گرم نمونه به طور کامل در ۱۰ میلی لیتر آب مقطر هموژن و با استفاده از یک pH متر دیجیتال میزان pH نمونه‌ها در دمای محیط اندازه گیری شد (Hui *et al.*, 2004).

درصد افت پخت

جهت محاسبه درصد افت، در هریک از روش‌های پخت سه نمونه دم پخته شده و از فرمول این شاخص محاسبه شد (Nikmaram *et al.*, 2011):

۱۰۰ × انتهایی (وزن/وزن انتهای-وزن ابتدایی) = درصد افت ناشی از پخت

بافت سنجی

آزمون آنالیز بافت برای سه نمونه دم پخته شده از هر تیمار دم میگوی پخته شده با استفاده از روش‌های مختلف پخت در دستگاه بافت سنج (CT3 Texture Analyzer، شرکت Brookfield، ساخت کشور امریکا) با آزمون دو بار فشرده‌سازی انجام شد به‌طوری‌که برای این آزمون یک پروب استوانه‌ای شفاف به قطر ۱۰ میلی‌متر، سرعت ۱ میلی‌متر در ثانیه، میزان فشرده سازی ۵۰ درصد ارتفاع اولیه درنظر گرفته شد. طبق نمودارهای نیرو به زمان بدست آمده از دستگاه، فاکتورهای بافت سنجی شامل سختی ۱(گرم)، سختی ۲(گرم)، بهم پیوستگی (بدون واحد)، نیروی چسبندگی (درصد)، قابلیت جویدن (گرم

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

میلی‌متر) و خاصیت ارتجاعی (میلی‌متر) محاسبه شدند (Nikmaram *et al.*, 2011).

تعیین پروفایل اسیدهای چرب غیراشباع

ابتدا استخراج چربی از تعداد سه دم شاه میگوی پخته شده به روش‌های مختلف طبق روش Floch و همکاران (۱۹۵۷) انجام شد. طبق این روش ۲۰ گرم نمونه گوشت ناحیه دمی میگو در ۵۰ میلی‌لیتر متانول هموژن شد و ۲۵ میلی لیتر کلروفرم و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مخلوط افزوده و به مدت ۲ دقیقه مخلوط حاصل هموژن شد. بعد از این مرحله ۲۵ میلی‌لیتر کلروفرم و ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به مخلوط افزوده شد و به مدت ۳۰ ثانیه هموژناسیون ادامه یافت. سپس مواد حاصل در لوله سانتریفیوژ ۵۰ میلی لیتر ریخته شده و در ۱۰ درجه سانتی‌گراد و با سرعت ۳۳۰۰ g× سانتریفیوژ شد. پس از جدا کردن فاز مایع مجدداً به فاز جامد ته لوله ۲۰ میلی‌لیتر محلول ۱: ۱ متانول: کلروفوم (حجمی/حجمی) افزوده و سانتریفیوژ گردید و مایع جدا شده با مایع قبلی ترکیب شد. در انتها مخلوط در قیف جدا کننده قرار گرفته و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد باقی می‌ماند تا حالت ۳ فاز در مخلوط ایجاد شود. فاز زیرین حاوی کلروفوم بوده و دریک بشر خشک وزن شده قرار گرفت و حلال پرانی شد. چربی حاصل جهت متیل استر کردن به‌کار رفت و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Agilent (GC) Fully Younglin 6100 Refurbished plus 6890 مجهز به ستون موئین Dikmacap 2330 و آشکار ساز نوع[1] (FID) استفاده گردید. طول ستون ۶۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر دمای آشکارساز و محل تزریق به ترتیب روی ۲۶۰ و ۳۰۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد. مقدار تزریق یک میکرولیتر و نسبت اسپیلت دستگاه ۱ به ۶۰ تنظیم گردید. گاز هیدروژن به خلوص ۹۹/۹ درصد و با جریان ۱/۵ میلی لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده گردید. ۱ میکرولیتر از نمونه اسیدچرب استری شده به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۷۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد. به مدت ۵ دقیقه، در همان دما باقی ماند. سپس با گرادیان ۴۰ درجه سانتی گراد در دقیقه به دمای ۲۳۰ درجه سانتی گراد رسیده و ۱۵ دقیقه در همان دما باقی ماند. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرام‌های نمونه مجهول با کروماتوگرام‌های به دست آمده از محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب شناسایی شد و نتایج گزارش گرم در ۱۰۰ گرم چربی بیان شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تمامی آزمایش‌ها در این مطالعه با سه تکرار انجام شد. بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها، آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم فزار SPSS (نسخه ۲۲) و ترسیم نمودارها توسط نرم افزار Excel (ورژن ۲۰۱۳) انجام شد.

نتایج

ترکیبات تقریبی شاه میگوی چنگال باریک پخته شده

ترکیب شیمیایی میگوی چنگال باریک پخت شده با روش‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج، میزان پروتئین در تیماری که به صورت بخارپز پخت شده بود به صورت معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($p<۰/۰۵$) در حالی‌که تیمار سرخ کردنی به طور معنی‌داری پایین‌ترین میزان پروتئین را و در مقابل بالاترین میزان چربی (۰/۲۵±۳/۳۶ درصد) را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد ($p<۰/۰۵$). میزان رطوبت در تیمارهای پخت شده نسبت تیمار خام دارای تفاوت معنی‌داری بودند و مقادیر بالاتری نشان دادند ($p<۰/۰۵$). همچنین میزان خاکستر نیز در تمام تیمارها با نمونه خام اختلاف معنی‌دار بودند ($p<۰/۰۵$).

[1] Flame Ionization Detector

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

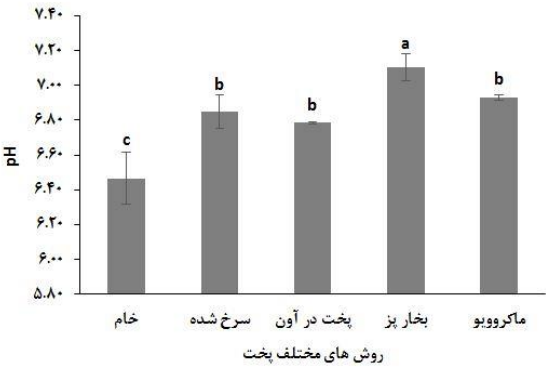
جدول ۱: مقادیر ترکیبات شیمیایی تقریبی ناحیه دمی میگوی چنگال باریک طبخ شده به روش‌های مختلف (درصد در وزن تر)
Table 1: Approximate composition of narrow-clawed crayfish tails cooked by different methods (% in wet weight)

پارامتر	روش‌های مختلف پخت				
	خام	سرخ شده	کباب شده	بخارپز	ماکروویو
پروتئین (٪)	۱۶/۸۰±۰/۲۴^{bc}	۱۵/۱۳±۰/۱۴^{a}	۱۷/۲۸±۰/۳۹^{bc}	۱۷/۷۰±۰/۳۹^{c}	۱۶/۶۲±۰/۵۵^{b}
چربی (٪)	۰/۵۲±۰/۱۲^{a}	۳/۳۶±۰/۲۵^{b}	۱/۰۹±۰/۱۲^{a}	۱/۱۶±۰/۲۱^{a}	۱/۱۰±۰/۱۴^{a}
رطوبت (٪)	۸۰/۷۹±۰/۲۱^{b}	۸۰/۲۶±۱/۰۴^{b}	۸۰/۵۷±۱/۳۰^{b}	۸۱/۰۱±۰/۵۳^{b}	۷۹/۸۰±۶/۷۴^{a}
خاکستر (٪)	۲/۵۵±۰/۰۱^{d}	۱/۳۸±۰/۰۲^{a}	۲/۴۳±۰/۰۲^{c}	۲/۳۴±۰/۰۴^{b}	۲/۴۳±۰/۰۵^{c}

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف معیار نمایش داده شده است. حروف غیریکسان در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری می‌باشند (n=3, p<۰/۰۵).

تغییرات pH در شاه میگوی چنگال باریک پخته شده

پس از پختن میگوی چنگال باریک با روش‌های متفاوت، میزان pH تیمارهای پخته شده با روش‌های مختلف بررسی و نتایج در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، روش پخت به صورت بخارپز سبب افزایش مقدار اسیدیته به صورت معنی‌داری شد (p<۰/۰۵) و آن از ۷ بیشتر بود درصورتی که اسیدیته در سایر روش‌های پخت کمتر از ۷ بودند و تفاوت معنی‌داری با تیمار خام نشان دادند (p<۰/۰۵).

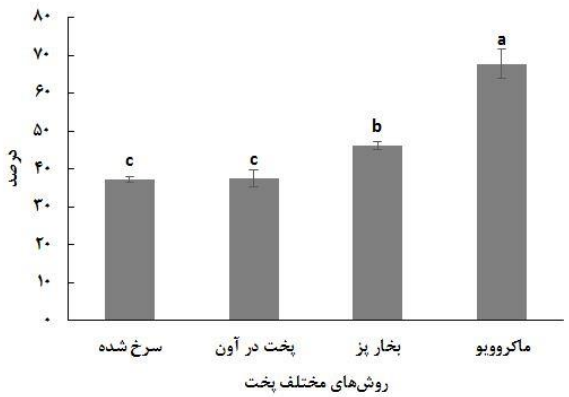


شکل ۱: مقادیر pH ناحیه دمی میگوی چنگال باریک طبخ شده به روش‌های مختلف. حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند (n=3, p<۰/۰۵).

Figure 1: The value of pH from narrow-clawed crayfish tails cooked by different methods. Different letters indicate a statistically significant difference (n=3, p<0.05)

میزان درصد افت پخت در شاه میگوی چنگال باریک پخته شده

با توجه به شکل ۲، بالاترین درصد افت پخت در تیمار ماکروویو (۶۷/۷۷±۲/۸۸) مشاهده شد که دارای تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بود (p<۰/۰۵) در حالی‌که در تیمارهای سرخ شده و کبابی مقدار این شاخص کمتر از ۴۰ درصد مشاهده شد (p<۰/۰۵).



شکل ۲: میزان درصد افت پخت میگوی چنگال باریک در روشهای پخت مختلف. حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار آماری می‌باشند (n=3, p<۰/۰۵).

Figure 2: The percentage of cook loss value from narrow-clawed crayfish tails cooked by different methods. Different letters indicate a statistically significant difference (n=3, p<0.05)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

تغییرات بافت سنجی در شاه میگوی چنگال باریک پخته شده

شاخص‌های بافت سنجی ارائه شده در جدول ۲، مقادیر پارامترهای سختی (۱/۱۸±۸/۰۵ گرم)، بهم پیوستگی (۰/۰۲±۰/۶۵)، چسبندگی (۰/۶۹±۳/۶۸ درصد)، قابلیت جویدن (۰/۹۴±۵/۶۸ گرم میلی‌متر) و خاصیت ارتجاعی (۰/۱۱±۱/۰۳ میلی‌متر) می‌باشد در حالی‌که سختی (۱/۱۸±۸/۰۵ گرم)، چسبندگی (۰/۶۹±۳/۶۸ درصد) و قابلیت جویدن (۰/۹۴±۵/۶۸ گرم میلی‌متر) در تیمار سرخ شده، دارای بالاترین مقدار بودند که تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان دادند (p<۰/۰۵).

جدول ۲: مقادیر شاخص‌های بافتی ناحیه دمی میگوی چنگال باریک آب شیرین طبخ شده با روش‌های مختلف. حروف غیریکسان در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری می‌باشند (n=3, p<۰/۰۵)

Table 2: The textural properties of narrow-clawed crayfish tails cooked by different methods. Different letters indicate a statistically significant difference (n=3, p<0.05)

پارامتر	روش‌های مختلف پخت				
	خام	سرخ شده	کباب شده	بخارپز	ماکروویو
سختی ۱ (گرم)	۴/۹۱±۱/۱۰^{b}	۸/۰۵±۱/۱۸^{a}	۴/۲۷±۰/۲۱^{b}	۴/۳۰±۰/۶۳^{b}	۵/۲۸±۲/۰۲^{b}
سختی ۲ (گرم)	۳/۳۹±۱/۲۶^{c}	۷/۳۹±۱/۳۳^{a}	۳/۹۳±۰/۰۹^{b}	۳/۲۰±۱/۰۴^{c}	۴/۹۵±۱/۸۳^{bc}
بهم پیوستگی (بدون واحد)	۰/۴۱±۰/۰۷^{b}	۰/۶۵±۰/۰۲^{a}	۰/۶۲±۰/۰۲^{a}	۰/۴۶±۰/۰۸^{b}	۰/۵۰±۰/۰۶^{ab}
چسبندگی (درصد)	۰/۸۴±۰/۶۰^{c}	۳/۶۸±۰/۶۹^{a}	۱/۹۰±۰/۰۴^{bc}	۱/۵۶±۰/۶۴^{bc}	۲/۱۳±۰/۴۸^{b}
قابلیت جویدن (گرم میلی‌متر)	۱/۱۲±۰/۴۳^{d}	۵/۶۸±۰/۹۴^{a}	۴/۷۴±۰/۲۷^{b}	۵/۱۴±۰/۱۰^{a}	۱/۵۷±۰/۱۳^{d}
خاصیت ارتجاعی (میلی‌متر)	۳/۶۰±۰/۳۳^{a}	۱/۰۳±۰/۱۱^{c}	۲/۸۵±۰/۱۱^{b}	۲/۶۹±۰/۲۱^{b}	۱/۳۵±۰/۷۳^{c}

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف معیار نمایش داده شده است.

ترکیب اسیدهای چرب در شاه میگوی چنگال باریک پخته شده

در جدول ۳، پروفایل اسیدهای چرب خرچنگ دراز آب شیرین که با روش‌های مختلف پخت شده، به طور خلاصه ارائه شده است. لائوریک اسید، دوکوزا دی انوئیک اسید و لینولئیک اسید در تیمارهای مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (p>۰/۰۵). در تیمار سرخ شده مقدار اسیدهای چرب اشباع نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود بطوری‌که بالاترین مقدار اسید چرب پالمیتیک در تیمار سرخ کرده ثبت گردید (p<۰/۰۵). در بین روش‌های پخت، بیشترین مقدار DHA و EPA در روش‌های بخار پز حاصل شد (p<۰/۰۵) در حالی که کمترین مقدار این نوع از اسیدهای چرب PUFA در تیمار سرخ کرده مشاهده شد (p<۰/۰۵).

جدول۳: مقادیر اسیدهای چرب (گرم در ۱۰۰ گرم روغن) میگوی چنگال باریک پخته شده به روش‌های مختلف. حروف غیریکسان در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری می‌باشند (n=3, p<۰/۰۵)

Table 2: The amounts of fatty acids (g per 100 g of oil) narrow-clawed crayfish tails cooked by different methods. Different letters indicate a statistically significant difference (n=3, p<0.05)

اسید چرب	روش‌های مختلف پخت				
	خام	سرخ شده	کباب شده	بخارپز	ماکروویو
C12:0	۰/۲۸±۰/۰۹^{a}	۰/۱۲±۰/۰۲^{a}	۰/۲۴±۰/۷۳^{a}	۰/۲۵±۰/۰۵^{a}	۰/۳۸±۰/۰۳^{a}
C14:0	۰/۳۰±۰/۰۰^{a}	۰/۵۹±۰/۱۴^{b}	۰/۲۹±۰/۰۷^{a}	۰/۲۴±۰/۰۲^{a}	۰/۳۳±۰/۰۲^{a}
C14:1n-9	۰/۰۵±۰/۰۰^{a}	۰/۰۳±۰/۰۰^{a}	۰/۲۷±۰/۰۴^{b}	۰/۳۴±۰/۰۴^{b}	۰/۰۷±۰/۰۰^{a}

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

اسید چرب	روش‌های مختلف پخت				
	خام	سرخ شده	کباب شده	بخارپز	ماکروویو
C15:0	۰/۳۴±۰/۰۹^{b}	۰/۰۹±۰/۰۰^{a}	۰/۲۳±۰/۰۲^{ab}	۰/۱۲±۰/۰۳^{a}	۰/۲۰±۰/۰۷^{ab}
C15:1n-5	۰/۱۶±۰/۰۵^{b}	۰/۰۲±۰/۰۰^{a}	۰/۱۲±۰/۰۱^{ab}	۰/۲۰±۰/۰۵^{b}	۰/۱۶±۰/۰۴^{b}
C16:0	۱۴/۱۶±۰/۴۱^{b}	۲۴/۴۳±۱/۵۲^{d}	۱۳/۸۳±۰/۳۳^{a}	۱۳/۳۶±۰/۷۸^{a}	۱۵/۸۱±۰/۳۶^{c}
C16:1n-7	۳/۴۰±۰/۱۳^{b}	۰/۷۵±۰/۰۲^{a}	۳/۹۶±۰/۱۹^{b}	۳/۹۷±۰/۱۴^{b}	۴/۵۴±۰/۰۹^{c}
C17:0	۱/۴۲±۰/۲۶^{bc}	۰/۲۰±۰/۰۴^{a}	۱/۱۶±۰/۰۸^{b}	۱/۴۳±۰/۰۷^{bc}	۱/۶۰±۰/۰۲^{c}
C18:0	۸/۴۲±۰/۴۰^{c}	۴/۳۲±۰/۰۲^{a}	۶/۶۶±۰/۱۳^{b}	۸/۰۷±۰/۴۵^{c}	۷/۹۶±۰/۰۱^{c}
C18:1tn-9	۰/۴۰±۰/۰۲^{bc}	۰/۰۶±۰/۰۰^{a}	۰/۲۱±۰/۰۴^{ab}	۰/۵۱±۰/۱۲^{bc}	۰/۵۹±۰/۰۲^{c}
C18:1cn-9	۲۲/۳۶±۰/۲۶^{ab}	۳۴/۴۱±۰/۴۶^{c}	۲۱/۶۴±۰/۲۸^{a}	۲۱/۸۲±۰/۸۴^{a}	۲۳/۲۹±۰/۲۴^{b}
C18:2tn-6	۰/۶۰±۰/۲۱^{a}	۰/۳۱±۰/۰۹^{a}	۰/۶۹±۰/۴۵^{a}	۰/۳۳±۰/۰۲^{a}	۰/۳۴±۰/۱۰^{a}
C18:2cn-6	۳/۵۲±۰/۳۲^{a}	۲۵/۵۵±۰/۱۹^{c}	۸/۸۶±۰/۰۹^{b}	۳/۰۷±۰/۱۵^{a}	۳/۲۳±۰/۱۷^{a}
C20:0	۰/۰۹±۰/۰۰^{a}	۰/۳۶±۰/۰۷^{b}	۰/۵۳±۰/۱۰^{c}	۰/۱۱±۰/۰۰^{a}	۰/۱۱±۰/۰۰^{a}
C18:3n-3	۰/۴۴±۰/۰۱^{b}	۰/۲۹±۰/۰۲^{a}	۰/۲۹±۰/۰۹^{a}	۰/۴۸±۰/۰۱^{b}	۰/۳۷±۰/۰۰^{ab}
C18:3n-3	۱/۳۵±۰/۰۰^{bc}	۲/۳۷±۰/۰۴^{d}	۱/۲۶±۰/۰۹^{ab}	۱/۴۲±۰/۰۴^{c}	۱/۲۰±۰/۰۲^{a}
C20:1n-9	۱/۵۴±۰/۰۶^{b}	۰/۴۸±۰/۰۱^{a}	۱/۵۶±۰/۰۲^{b}	۱/۵۸±۰/۰۹^{b}	۱/۵۴±۰/۰۲^{b}
C21:0	۱/۸۲±۰/۱۲^{c}	۰/۲۵±۰/۰۰^{a}	۱/۳۵±۰/۲۱^{b}	۱/۴۷±۰/۰۶^{bc}	۱/۱۹±۰/۱۸^{b}
C20:2n-6	۰/۱۵±۰/۰۱^{b}	۰/۰۳±۰/۰۰^{a}	۰/۱۱±۰/۰۴^{ab}	۰/۰۶±۰/۰۰^{a}	۰/۰۹±۰/۰۰^{ab}
C22:0	۰/۱۲±۰/۰۲^{b}	۰/۲۵±۰/۰۶^{c}	۰/۱۳±۰/۰۲^{b}	۰/۰۵±۰/۰۰^{ab}	۰/۰۱±۰/۰۰^{a}
C20:3n-6	۷/۲۶±۰/۱۱^{d}	۰/۵۸±۰/۰۱^{a}	۴/۸۲±۰/۱۹^{b}	۷/۳۵±۰/۳۵^{c}	۷/۸۲±۰/۲۳^{c}
C22:1n-9	۰/۰۴±۰/۰۰^{a}	۰/۰۳±۰/۰۰^{a}	۰/۲۱±۰/۰۲^{b}	۰/۰۵±۰/۰۰^{a}	۰/۰۴±۰/۰۰^{a}
C20:3n-3	۰/۲۹±۰/۰۲^{b}	۰/۰۲±۰/۰۰^{a}	۰/۲۲±۰/۰۷^{b}	۰/۰۸±۰/۰۰^{a}	۰/۰۷±۰/۰۰^{a}
C20:4n-6	۰/۰۹±۰/۰۰^{b}	۰/۰۳±۰/۰۰^{a}	۰/۲۲±۰/۰۱^{c}	۰/۰۹±۰/۰۰^{b}	۰/۰۸±۰/۰۰^{ab}
C22:2n-6	۱/۱۶±۰/۰۱^{c}	۰/۱۱±۰/۰۷^{a}	۰/۵۵±۰/۰۷^{b}	۱/۰۹±۰/۰۴^{c}	۱/۱۶±۰/۰۲^{c}
C24:0	۰/۵۱±۰/۰۳^{b}	۰/۰۵±۰/۰۰^{a}	۰/۸۶±۰/۰۱^{c}	۰/۴۷±۰/۰۹^{b}	۰/۳۸±۰/۰۲^{b}
C20:5n-3 (EPA)	۲۲/۵۶±۰/۶۷^{e}	۱/۸۸±۰/۰۵^{a}	۱۶/۴۰±۰/۴۵^{b}	۲۰/۲۵±۰/۱۳^{d}	۱۹/۱۶±۰/۷۶^{c}
C24:1n-9	۰/۱۵±۰/۰۲^{c}	۰/۱۱±۰/۰۱^{bc}	۰/۳۵±۰/۰۲^{d}	۰/۰۴±۰/۰۰^{a}	۰/۰۷±۰/۰۰^{ab}
C22:6n-3 (DHA)	۸/۱۰±۰/۱۹^{d}	۰/۷۸±۰/۳۰^{a}	۵/۲۵±۰/۲۰^{b}	۶/۳۱±۰/۲۶^{c}	۵/۷۹±۰/۳۰^{b}
Σ SFA	۲۷/۴۶	۳۰/۶۴	۲۸/۲۸	۲۵/۵۷	۲۸/۰۳
Σ MUFA	۲۹/۲۶	۳۶/۰۰	۳۵/۸۸	۲۹/۶	۳۱/۶۲
Σ PUFA	۴۱/۴۸	۳۱/۹۱	۳۳/۹۵	۴۳/۴۲	۳۹/۳۳

داده‌ها بصورت میانگین±انحراف معیار نمایش داده شده است. EPA: ایکوساپنتانوییک اسید، DHA: دوکوساهگزائنوئیک اسید، SFA: اسیدهای چرب اشباع، MUFA: اسیدهای چرب تک غیراشباع، PUFA: اسیدهای چرب چند غیراشباع

بحث

ترکیبات شیمیایی ماهی و آبزیان مانند سایر محصولات غذایی طی فرآیند پخت دستخوش تغییرات قرار می‌گیرد و با توجه به حفظ و بهبود ارزش غذایی محصولات غذایی، شناخت بهترین روش پخت برای مصرف کننده، نقش کلیدی را ایفاء می‌کند. در مطالعه حاضر نیز تغییرات چشمگیری در ترکیبات تقریبی میگوی چنگال باریک طی فرآیندهای متفاوت پخت نسبت به نمونه خام مشاهده شد. میزان پروتئین ماهیچه ناحیه دم میگو چنگال باریک با انجام فرآیند پخت از طریق روش سرخ کردن کاهش یافت در حالی‌که با روش پخت بخار پز، میکروویو و کباب کردن میزان درصد پروتئین افزایش یافت. برخی محققان علت

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

کاهش پروتئین خام در روش سرخ کردن را به افزایش میزان چربی نسبت دادند (Santé-Lhoutellier *et al.*, 2008). همسو با نتایج این مطالعه، Aberumand (۲۰۱۴) اثر روش‌های مختلف پخت بر ترکیبات مغذی فیله ماهی گیش (*Caragoides malabaricus*) را مورد بررسی قرار داده و بیشترین میزان پروتئین در روش کبابی (۱/۸۲±۴۱/۷۳ درصد) و کمترین مقدار پروتئین را در روش سرخ کردن گزارش نمود. وی به تأثیر ۵ روش متفاوت پخت بر ترکیبات شیمیایی و مواد معدنی ماهی قزل آلای رنگین‌کمان پرداخت و نتایج، حاکی از کاهش میزان پروتئین در تیمار سرخ شده بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

نتایج بدست آمده از این پژوهش بیانگر افزایش معنی‌دار درصد چربی طی فرآیند سرخ کردن بود که با مطالعات سایر محققین بر فیله ماهیان مشابه بود زیرا در فرآیند سرخ کردن مواد غذایی با روغن، مقدار روغن بیشتری از محیط جذب ماده غذایی می‌شود (Varela *et al.*, 2008; Broncano *et al.*, 2009). Tokur (۲۰۰۷) در ارتباط با اثر روش‌های پخت بر کیفیت فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان مشخص کرد که طی فرآیند پخت میزان چربی موجود در نمونه افزایش می‌یابد که این موضوع ارتباط معکوس را بین مقادیر آب و چربی تأیید می‌کند. در بررسی دیگری که در ارتباط با اثر پخت بر ماهی قزل آلای رنگین‌کمان صورت گرفت نیز مشخص شد که درصد چربی فیله ماهی پس از پخت به روش‌های مختلف افزایش چشمگیری می‌یابد (Gokoglu *et al.*, 2004). مشابه این نتایج در مطالعه زکی‌پور و بکر (۱۳۹۰) مشاهده شد که طبق این مطالعه تغییر عمده در زمان سرخ کردن فیش فینگرهای ماهی کپور معمولی در روغن آفتابگردان مایع افزایش معنی‌دار محتوای چربی بود. Weber و همکاران (۲۰۰۸) نیز اعلام کردند که فرآیند سرخ کردن نسبت به سایر روش‌های پخت تأثیر بیشتری در افزایش درصد چربی در نمونه‌های گربه ماهی نقره‌ای دارد. رضایی و همکاران (۱۳۸۹)، تحقیقی بر تاثیرات پختن، جوشاندن، مایکروویو و سرخ کردن بر ترکیب تقریبی بخش خوراکی میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که میزان چربی در نمونه‌های سرخ شده افزایش معنی‌داری می‌یابد که این نتایج در تأیید نتایج مطالعه حاضر می‌باشد.

میزان رطوبت در نمونه شاهد با نمونه‌های سرخ شده و کباب شده تفاوت چندانی ندارد. ولی بالاترین میزان رطوبت نیز در نمونه بخار پز به‌دست آمد که دلیل این عدم کاهش رطوبت در نمونه‌های بخارپز، شیوه پخت آنها و ماهیت این روش بوده است (Aberoumand, 2014). اما در روش مایکروویو میزان رطوبت به صورت چشمگیری کاهش یافت که این کاهش رطوبت خود منجر به افزایش سایر ترکیبات شیمیایی خواهد شد که مقدار آن به روش پخت نمونه بستگی دارد (Bastías *et al.*, 2017). در روش پخت به صورت مایکروویو به‌واسطه استفاده از اشعه و دمای بالا، تبخیر و خروج بیشتر آب از عضله و درنتیجه کاهش رطوبت نهایی نسبت به سایر روش‌ها رخ خواهد داد (Gokoglu *et al.*, 2004). اگرچه کاهش مقدار رطوبت یک مزیت در به تأخیر انداختن فساد میکروبی و بیوشیمایی می‌شود اما پارامترهای ارزیابی حسی از طرف مصرف کننده را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد (Oluwaniyi *et al.*, 2017).

Aberumand (۲۰۱۴) اثر روش‌های مختلف پخت بر ترکیبات مغذی فیله ماهی گیش (*Caragoides malabaricus*) را مورد بررسی قرار داد. بیشترین میزان رطوبت متعلق به تیمار بخارپز و کمترین میزان رطوبت متعلق به تیمار مایکروویو می‌باشد که با نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر مطابقت دارد.

در مطالعه حاضر، خاکستر در نمونه خام در مقایسه با تمامی روش‌های پخت روند کاهشی داشت. اما این کاهش در روش سرخ کردن بسیار چشمگیرتر بود. به طور مشابه، غلامزاده و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی اثرات روش‌های مختلف پخت بر ترکیب شیمیایی ناحیه دم لابستر (*Tenus orientalis*) نشان دادند که انواع روش‌های پخت سبب کاهش معنی‌دار مقدار خاکستر نسبت به نمونه خام می‌شود. ساختار شیمیایی و فیزیولوژیکی مواد معدنی کاملاً با هم متفاوت بوده و پایداری آنها در مقابل حرارت به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. به همین

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

علت با توجه به نوع و مقدار مواد معدنی در ماده اولیه، میزان تغییرات خاکستر در روش‌های پخت می‌تواند متفاوت باشد (Khalili and Sampels, 2018). رضایی و همکاران (۱۳۹۲) تغییرات میزان مواد معدنی و ویتامین‌های ماهی شوریده دندان موشی (*Otolithes ruber*) در چهار روش مختلف پخت شامل کباب کردن، آب پز، مایکروویو و سرخ کردن نشان دادند که میزان خاکستر در تمامی تیمارها نسبت به تیمار پخته نشده کاهش یافته که با نتایج این تحقیق مطابق است.

بررسی میزان تغییرات pH در تیمارها، نشان دهنده این بود که تمامی روش‌های پخت سبب افزایش میزان قلیائیت در بافت پخته شده میگو چنگال باریک گردید اما بیشترین میزان افزایش هنگام استفاده از روش بخارپز کردن دیده شد. Oz و همکاران (۲۰۱۷) پس از بررسی تأثیر روش‌های متفاوت پخت بر برخی شاخص‌های کیفی استیک‌های گوساله به این نتیجه رسیدند که روش‌های مختلف پخت بر شاخص‌های کیفی همانند میزان اسیدیته بافت‌ها نسبت به بافت خام تأثیر می‌گذارد به‌طوری‌که تمامی بافت‌های پخته شده از خود افزایش pH نشان دادند که با نتایج تحقیق حاضر از نظر افزایش قلیائیت همسو می‌باشد. افزایش شاخص pH را می‌توان تا حدی به دلیل از دست دادن آب میان بافتی در حین پخت، دگرگونی پروتئین‌ها و سایر واکنش‌های زنجیره‌ای که درون بافت در زمان پخت اتفاق می‌افتد، مرتبط دانست (Fernandes *et al.*, 1994). Ouédraogo و Amyot (۲۰۱۱) اثرات دو روش پخت سرخ کردن و آب پز کردن را در سه گونه ماهی (تون، کوسه و ماکرل) را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند، میزان pH بافت‌های پخته شده نسبت به نمونه شاهد همراه با افزایش pH بوده است. نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نیز در همخوانی با این مطالعه قرار دارد که انجام فرایند پخت میزان قلیاییت بافت را افزایش می‌دهد.

نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که ۳۱ نوع اسید چرب شناسایی شده در اسیدهای چرب غیر اشباع (SFA)، اسیدهای چرب تک اشباع (MUFA) و به‌خصوص اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) تحت تأثیر روش‌های مختلف پخت قرار گرفتند. در مطالعه غلامزاده و همکاران (۱۳۹۶) ۱۴ نوع اسید چرب در لابستر تشخیص داده شد. در میان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه اسیدهای چرب گروه امگا-۹ غالب بوده و اسیدهای چرب EPA و DHA نیز در میان اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه غالب بوده‌اند، به استثناء نمونه سرخ شده که این نتایج با نتایج حاصله از غلامزاده و همکاران (۱۳۹۶) و Çelik و همکاران (۲۰۰۴) مطابق است. مطالعه دیگری نیز غالبیت اسید چرب EPA را در تمامی نمونه‌ها بجز نمونه‌های سرخ شده میزان اسیدهای چرب غیراشباع PUFA بیشتر از سایر اسیدهای چرب بوده و اسیدهای چرب اشباع SFA در رتبه بعدی و اسیدهای چرب MUFA دارای کمترین میزان و در رتبه آخر قرار دارد. از آنجایی که اکثریت اسیدهای چرب چندغیراشباع در گوشت ماهی از نوع اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا - ۶ می‌باشند ،در نتیجه اکسیداسیون و هیدرولیز آنها می‌تواند در کیفیت غذا تأثیر داشته باشد

نسبت اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه شاخص مهم ارزش تغذیه‌ای آبزیان می‌باشد. در این تحقیق این نسبت برای نمونه‌های سرخ شده بیشتر از یک و برای سایر نمونه‌ها نزدیک به یک بوده به‌طوری‌که حداقل میزان توصیه شده برای مصارف انسانی این نسبت ۰/۴۵ درصد از کل ترکیبات اسید چرب می‌باشد (Chedoloh *et al.*, 2011). Neff و همکاران (۲۰۱۴) میزان بالاتری از شاخص اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه را در ماهی آزاد چینوک، کپور معمولی، قزل‌آلای دریاچه‌ای و اردک‌ماهی نسبت به نمونه‌های پخته شده به روش کبابی و بخارپز نشان دادند. همچنین در مطالعه غلامزاده و همکاران (۱۳۹۶) تأثیر روش‌های مختلف پخت در لابستر، نسبت شاخص اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در نمونه‌های سرخ شده افزایش معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در تحقیق حاضر در روش پخت مایکروویو و آون نسبت SFA/PUFA کاهش یافته است که نتیج این تحقیق با نتایج تحقیق، Ersoy (۲۰۱۱)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

تأثیر روش‌های پخت ماکروویو و پخت سنتی در مارماهی اروپایی (*Anguilla anguilla*) که نسبت SFA/PUFA در ماهی پخته‌شده کاهش یافته است، مطابقت دارد.

میزان اسید چرب اشباع پالمیتیک اسید در میگوی خام ۱۴/۱۶±۰/۴۱ درصد بوده است. این اسیدچرب در نمونه پخت در اون و بخارپز کاهش یافته ولی در نمونه سرخ شده به میزان قابل توجهی افزایش یافته که می‌تواند به دلیل نوع روغن مصرفی و دمای پخت باشد (Schneedorferová *et al.*, 2015). به طور کلی، پخت به شیوه‌های مختلف بر هیدرولیز و اکسیداسیون چربی تأثیرگذار است و طی پخت، چربی‌ها تحت تأثیر اکسیداسیون حرارتی قرار می‌گیرند که سریع‌تر از اکسیداسیون در نمونه‌های خام است (Domínguez *et al.*, 2014). C20:5n3 و C22:6n3 دو اسیدچرب مهم تغذیه‌ای می‌باشند که مقدار آنها در نمونه خام به‌ترتیب ۱۹۰/۲۵±۰/۰۳ درصد و ۶/۷۹±۰/۳۰ درصد بوده و در نمونه بخارپز و مایکروویو به طور معنی‌داری افزایش یافته در حالی‌که این دو اسید چرب در نمونه‌های سرخ شده به‌شدت کاهش یافته‌اند. با توجه به نتایج جدول ۲ می‌توان گفت نمونه‌های بخارپز و مایکروویو نسبت به نمونه‌های سرخ‌شده از لحاظ ارزش تغذیه‌ای اسیدچرب EPA و DHA ارجحیت دارند.

افت پخت زمانی اتفاق می‌افتد که آب آزاد و پیوند خورده همراه با ویتامین‌ها و مواد معدنی قابلیت دسترسی زیستی خود را حین پخت از دست داده و خارج شوند (Nikmaram *et al.*, 2011). در این پژوهش بیشترین میزان افت پخت در تیمار مایکروویو شده مشاهده گردید در حالی‌که کمترین میزان آن مربوط به نمونه کباب شده می‌باشد. علت افت پخت را می‌توان به از دست رفتن مواد محلول در آب میان بافتی ماده غذایی مرتبط نمود که در روش پخت مایکروویو، با از دست رفتن مقدار قابل توجهی از آب و رطوبت، دسترسی زیستی ویتامین‌ها و مواد معدنی کاهش می‌یابد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۲). Oz و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر روش‌های متفاوتی از پخت را بر برخی شاخص‌های کیفی استیک‌های گوساله مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد، میزان افت پختی آنها نیز ۲۱-۱۳/۶ درصد گزارش گردید که کمترین میزان این افت در روش سرخ نمودن درون ماهیتابه بدون روغن گزارش گردید. در تحقیق حاضر، بیشترین افت پختی مربوط به نمونه مایکروویو شده بود در حالی‌که کمترین افت مربوط به نمونه پخته شده در آون بود و بعد از آن با اختلاف بدون معنی‌دار میزان افت پخت با روش سرخ کردن حاصل شد. نتایج حاصل از تحقیق با نتایج Oz و همکاران (۲۰۱۷) همسو است. در واقع، کم بودن میزان افت پخت در روش‌های کبابی و بخارپز را می‌توان به از دست نرفتن آب میان بافتی در اثر کاهش نرخ دناتوره شدن پروتئین‌ها و در نتیجه باقی ماندن تعاملات پروتئین-آب مرتبط دانست (Li *et al.*, 2017).

Oluwaniyi و همکاران (۲۰۱۷) اثر روش‌های مختلف پخت را بر ترکیبات تقریبی، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب گربه ماهی (*C. gariepinus*) و تیلاپیا نیل (*O. niloticus*) مورد بررسی قرار دادند و نتایج آنها نشان داد که بهترین درصد افت پخت و کاهش رطوبت مربوط به نمونه‌های پخته شده معمولی و سرخ شده می‌باشد که با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد.

در این مطالعه شاخص‌های بافت سنجی در تیمار سرخ شده، دارای بالاترین مقدار بودند که تفاوت معنی‌داری را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد.

مؤمن‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) مطالعه‌ای بر تأثیر روش‌های مختلف پخت بر تغییرات ویژگی‌های حسی و بافتی ماهی هامور معمولی *Epinephelus coioides* انجام دادند و گزارش کردند که اکثر شاخص‌های بافت سنجی متعلق به تیمار سرخ شده بود که از این نظر با نتایج همخوانی دارد. مهرافشان و همکاران (۱۳۹۴) نیز تأثیر روش‌های پخت را بر ویژگی‌های فیزیکی و ارزیابی حسی فیله مرغ بررسی کردند که نتایج این تحقیق نیز نشان دهنده حداکثر بودن شاخص‌های بافتی در تیمار سرخ شده بود. Murthy و همکاران (۲۰۰۹) اثر روش‌های مختلف پخت را بر بافت میگوی ببری سیاه (*Penaeus monodon*) و میگوی وانامی (*Litopenaeus vannami*) مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از روش‌های آنزیم بری، پخت معمولی، بخار پز کردن، سرخ کردن و مایکروویو استفاده

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

شد و نتایج آنها نشان داد میزان شاخص جویدن در میگوی سیاه ببری در حین پخت معمولی و آنزیم بری افزایش داشت ولی این میزان در حین پخت با مایکروویو کاهش یافت که با نتایج مطالعه حاضر درخصوص شاخص‌های سختی و جویدگی مرتبط است.

مطابق نتایج بدست آمده از این مطالعه ترکیبات تقریبی و پروفایل اسید چرب‌های میگوی چنگال باریک آب شیرین پس از قرار گرفتن تحت فرآیندهای متفاوت پخت تحت تأثیر قرار گرفته و نسبت به نمونه خام کاهش یافته اما این کاهش در اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده در تیمارهای آب پز و سرخ کرده به‌ترتیب حداقل و حداکثر بود.

منابع

خوش خلق، م.ر. و نظری، س.، ۱۳۹۵. بررسی ساختار ژنتیکی جمعیت شاه میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) مناطق مختلف با استفاده از ردیف‌یابی منطقه کنترل DNA میتوکندریایی. مجله علمی شیلات ایران، ۲۵(۲) :۱۱۹-۱۳۴. http://isfj.ir/article-1-1421-fa.html

رضایی، م.، دلفیه، پ. و حسینی ه.، ۱۳۸۹. تاثیر روش ها مختلف پخت بر ترکیبات بدن و اسیدهای چرب میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*). سومین همایش میگوی ایران، ۱۴و۱۵ آذرماه ۱۳۸۹، بوشهر، ایران.

رضایی، م.، حسینی، ه. و علی، ح.، ۱۳۹۲. تغییرات میزان مواد معدنی و ویتامین‌های ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در پخت با روش‌های مختلف. علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۸ (۴): ۲۱۱-۲۱۷.

زکی‌پور، ر.ا. و بکر، ج.، ۱۳۹۰. تأثیر چهار شیوه طبخ (مایکروویو، کباب کردن، بخارپز و سرخ کردن) روی اکسیداسیون چربی و ترکیب اسیدهای چرب در ماهی شیر. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۸ (۳۱): ۵۳-۶۱.

علی پور، د.، جواهری بابلی، م. و رومیانی، ل.، ۱۳۹۶. تأثیر روش‌های مختلف پخت بر مواد معدنی و ویتامین های A و E در فیله ماهی شانک زرد باله *Acanthopagrus latus*. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۲): ۷۹-۸۸. http://isfj.ir/article-1-1592-fa.html

غلامزاده، آ.، رومیانی، ل. و رئیسی، م.، ۱۳۹۶. اثرات روش‌های مختلف پخت بر روی پروفایل ترکیب شیمیایی و اسیدهای چرب لابستر (*Thenus orientalis*). زیست شناسی دریا، ۹ (۳۵): ۴۵-۵۷.

مهرافشان، ل.، جعفرپور، س.ع. و کابوسی، ح.، ۱۳۹۴. تأثیر روش‌های مختلف پخت بر روی ویژگی‌های بیوفیزیکی و ارزیابی حسی فیله مرغ. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۲(۴۹): ۱۸۷ -۱۹۶.

مؤمن زاده، ز.، خدانظری، آ. و غانمی، ک.، ۱۳۹۵. تأثیر روش‌های مختلف پخت بر تغییرات اکسیداسیون چربی، ترکیب فلزات سنگین و ویژگی‌های حسی ماهی هامور معمولی *Epinephelus coioides*. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳(۶۱): ۵۷-۶۶.

Aberoumand, A., 2014. Nutrient composition analysis of gish fish fillets affected by different cooking methods. *International Food Research Journal*, 21(5): 19-28.

AOAC, 1995. Official methods of analysis of official analytical chemists international, 16th ed. Association of official analytical chemists, Arlington, VA.USA.

Bastías, J.M., Balladares, P., Acuña, S., Quevedo, R. and Muñoz, O., 2017. Determining the effect of different cooking methods on the nutritional composition of salmon (*Salmo salar*) and chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) fillets. *PloS one*, 12(7): 18-23. DOI: 10.1371/journal.pone.0180993.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

Brookmire, L., Mallikarjunan, P., Jahncke, M. and Grisso, R., 2013. Optimum cooking conditions for shrimp and Atlantic salmon. *Journal of Food Science*, 78(2): S303-S313. DOI: 10.1111/1750-3841.12011

Broncano, J.M., Petrón, M.J., Parra, V. and Timón, M.L., 2009. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in *Latissimus dorsi* muscle of Iberian pigs. *Meat Science*, 83(3): 431-437. DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.06.021

Çelik, M., Türeli, C., Çelik, M., Yanar, Y., Erdem, Ü. And Küçükgülmez, A., 2004. Fatty acid composition of the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) in the north eastern Mediterranean. *Food Chemistry*, 88(2): 271-273. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.01.038

Chedoloh, R., Karrila, T.T. and Pakdeechanuan, P., 2011. Fatty acid composition of important aquatic animals in Southern Thailand. *International Food Research Journal*, 18(2): 783-790.

Delfieh, P., Rezaei, M., Hosseini, H., Vali Hosseini, S., Zohrehbakhsh, E. and Regenstein, J.M., 2013. Effects of cooking methods on proximate composition and fatty acids profile of Indian white prawn (*Fenneropenaeus indicus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(4): 353-360. DOI: 10.1080/10498850.2011.652767

Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S. and Lorenzo, J.M., 2014. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat science*, 97(2): 223-230. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.01.023

Ersoy, B., 2011. Effects of cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of European eel (*Anguilla anguilla*). *International Journal of Food Science & Technology*, 46(3): 522-527. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2010.02546.x

Erkan, N., 2012. The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food and Bioprocess Technology*, 5(4): 1246-1254. DOI: 10.1007/s11947-010-0412-7

Fernandez, X., Forslid, A. and Tornberg, E., 1994. The effect of high post-mortem temperature on the development of pale, soft and exudative pork: Interaction with ultimate pH. *Meat Science*, 37(1): 133-147. DOI: 10.1016/0309-1740(94)90150-3

Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of biological chemistry*, 226(1): 497-509.

Gokoglu, N., Yerlikaya, P. and Cengiz, E., 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry*, 84(1): 19-22. DOI: 10.1016/S0308-8146(03)00161-4

Hosseini, P., Wright, C.D. and Bhaskaran, H., 2014. An optoelectronic framework enabled by low-dimensional phase-change

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

films. *Nature*, 511(7508): 206-211. DOI: 10.1038/nature13487

Hui, M.K., Au, K. and Fock, H., 2004. Empowerment effects across cultures. Journal of *International Business Studies*, 35(1): 46-60. DOI: 10.1057/palgrave.jibs.8400101

Huner, J., 1994. Freshwater crayfish aquaculture in North America, Europe, and Australia: families Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae. CRC Press.

Khalili, S. and Sampels, S., 2018. Nutritional value of fish: lipids, proteins, vitamins, and minerals. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(2): 243-253. DOI: 10.1080/23308249.2017.1399104

Li, J.L., Tu, Z.C., Sha, X.M., Zhang, L.U., Lin, D.R., Zeng, K. and Tang, P.P., 2017. Effect of frying on fatty acid profile, free amino acids and volatile compounds of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4): 13-18. DOI: 10.1111/jfpp.13088

Murthy, H.S., Li, P., Lawrence, A.L. and Gatlin III, D.M., 2009. Dietary β-glucan and nucleotide effects on growth, survival and immune responses of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Applied Aquaculture*, 21(3): 160-168. DOI: 10.1080/10454430903113644

Neff, M.R., Bhavsar, S.P., Ni, F.J., Carpenter, D.O., Drouillard, K., Fisk, A.T. and Arts, M.T., 2014. Risk-benefit of consuming Lake Erie fish. *Environmental Research*, 134, 57-65. DOI: 10.1016/j.envres.2014.05.025

Nikmaram, P., Yarmand, M.S. and Emamjomeh, Z., 2011. Effect of cooking methods on chemical composition, quality and cook loss of camel muscle (*Longissimus dorsi*) in comparison with veal. *African Journal of Biotechnology*, 10(51): 10478-10483. DOI: 10.5897/AJB10.2534

Oluwaniyi, O.O., Dosumu, O.O. and Awolola, G.V., 2017. Effect of cooking method on the proximate, amino acid and fatty acid compositions of *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus*. *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, 4(1): 115-132. DOI: 10.18596/jotcsa.53143

Ouédraogo, O. and Amyot, M., 2011. Effects of various cooking methods and food components on bioaccessibility of mercury from fish. *Environmental Research*, 111(8): 1064-1069. DOI: 10.1016/j.envres.2011.09.018

Oz, F., Aksu, M.I. and Turan, M., 2017. The effects of different cooking methods on some quality criteria and mineral composition of beef steaks. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4): 130-138. DOI: 10.1111/jfpp.13008

Santé-Lhoutellier, V., Astruc, T., Marinova, P., Greve, E. and Gatellier, P., 2008. Effect of meat cooking on physicochemical state and in vitro digestibility of myofibrillar proteins. *Journal of*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

42(7): 874-879. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.01298.x

Varela, P., Salvador, A. and Fiszman, S. M., 2008. Methodological developments in crispness assessment: Effects of cooking method on the crispness of crusted foods. *LWT-Food Science and Technology*, 41(7): 1252-1259. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.08.008

Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victório, A. D.M. and Emanuelli, T., 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chemistry*, 106(1): 140-146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.05.052

Agricultural and Food Chemistry, 56(4): 1488-1494. DOI: 10.1021/jf072999g

Schneedorferová, I., Tomčala, A. and Valterová, I., 2015. Effect of heat treatment on the n-3/n-6 ratio and content of polyunsaturated fatty acids in fish tissues. *Food chemistry*, 176: 205-211. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.12.058

Thompson, J.K., 2004. Handbook of eating disorders and obesity. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.

Tokur, B., 2007. The effect of different cooking methods on proximate composition and lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Food Science and Technology*,

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]

Effects of different cooking methods on some physicochemical properties and fatty acids profile of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*)

Sabri Azar M.[1]; Hosseini Shekrabi S.P.[*1]; Shamsaei Mehrgan M.[1]; Noghani F.[2]

[*]hosseini@srbiau.ac.ir

1- Department of Fisheries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Inland Water Aquaculture Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

Abstract

This study was carried out to investigate the different cooking methods on some physicochemical properties and fatty acids composition of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). In this study, four cooking methods including grilling, boiling, frying, and cooking in microwave with three repetitions were performed for 84 pieces of crayfish caught from Aras Dam. The results of the study of physicochemical properties showed that the maximum and minimum amounts of protein content were obtained in steamed (17.70±0.39 %) and deep-fried (15.13±0.14 %) groups, respectively. The highest level of fat was recorded in the deep-fried method (7.36±0.25 %) and there was no significant difference among the other treatments (P>0.05). The highest amount of pH was observed in steamed treatment. According to the results of cooking loss, the highest value was observed in the microwaved method, while the deep-fried and grilled treatments had the least value. Also, the results of texture profile analysis showed that the highest hardness 1 and 2 were observed in deep-fried treatment (P<0.05). Fatty acids composition results showed that the highest values of eicosapentaenoic acid (20.25±0.13 %) and docosahexaenoic acid (6.31±0.26 %) were recorded in the steamed method and the lowest values was observed in deep-fried treatment (P<0.05). Therefore, it can be concluded that the steamed cooking method had less negative impact on the nutritional value and physicochemical properties and the reduction of unsaturated fatty acids of freshwater narrow-clawed crayfish tail meat than other cooking methods.

Keywords: *Astacus leptodactylus*, Cooking methods, Physicochemical properties, Unsaturated fatty acids

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1399.29.4.8.2]