JRIFST
مقالهٔ کامل پژوهشی

www.journals.rifst.ac.ir
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۴۰۰، جلد ۱۰، شماره ۲، صفحات ۲۱۶-۱۹۹
DOI: 10.22101/JRIFST.2021.274948.1232

استخراج عصارهٔ گیاه خندل به روش پرکولاسیون و کاربرد آن به‌منظور افزایش زمان ماندگاری در تهیهٔ مارینادِ فیلهٔ میگوی سفید هندی

ثمر صادقی[۱]، نرگس مورکی[۲*]، مسعود هنرور[۳]

۱- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
* نویسندهٔ مسئول (n_mooraki@iau-tnb.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۷
تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۰/۰۶/۲۴

واژه‌های کلیدی
پرکولاسیون
خندل
فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره
مارینادِ
میگوی سفید هندی

چکیده

گوشت میگو از نقطه‌نظر پروتئین بسیار غنی و نسبت به گوشت دام‌های کشتاری و ماهی دارای میزان پروتئین بیشتری است و به سبب فسادپذیری بالا، مدت ماندگاری کمی دارد. ازاین‌رو، برای حفظ کیفیت محصول در مدت طولانی می‌توان از عصاره‌های گیاهی استفاده کرد. در تحقیق حاضر هدف بهینه‌سازی عصاره‌گیری از گیاه منداب به روش پرکولاسیون با لحاظ فاکتورهای نوع حلال، نسبت حلال مصرفی، زمان و درنهایت کاربرد عصارهٔ بهینه باتوجه‌به محتوی کل ترکیبات فنولی و توان مهار رادیکال آزاد ۲و۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل‌هیدرازیل برای تهیهٔ مارینادِ از میگوی سفید هندی و بررسی مدت نگهداری آن در دمای یخچال و تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، تیوباربیتوریک اسید، میزان کل بازهای نیتروژنی فرار، ظرفیت نگهداری آب، فعالیت آبی، ارزیابی حسی، اندازه‌گیری مزهٔ اسیدی-نمکی و آزمون بافت) محصول با استفاده از روش تحلیل واریانس یک‌طرفه و خی-دو بود. نتایج نشان داد عصارهٔ بهینه با استفاده از حلال اتانول در مدت زمان ۴۵/۴۰ ساعت و حجم ۵/۳۳ میلی‌لیتر به‌دست می‌آید. کمترین میزان بازهای نیتروژنی فرار در روز ۲۰ آزمایش در نمونهٔ حاوی ۳۰ درصد از عصاره، کمترین میزان تیوباربیتوریک اسید در نمونهٔ شاهد در روز صفر مشاهده شد. تغییرات pH و اسیدیته بدون اختلاف معنی‌دار ($P>۰/۰۵$) بین تیمارها، نسبت به نمونهٔ شاهد در طول دورهٔ نگهداری داشت. میزان ظرفیت نگهداری آب روند کاهشی نسبت به نمونهٔ شاهد و فعالیت آبی بدون اختلاف معنی‌دار ($P>۰/۰۵$) بین گروه‌های آزمایشی مشاهده شد.

مقدمه

فراورده‌های دریایی به سبب فسادپذیری بالا، مدت ماندگاری کمی دارند. استفاده از یخچال و یا فرایند انجماد نیز به اندازهٔ کافی قادر به جلوگیری از اکسیداسیون ترکیبات لیپیدی، ایجاد طعم نامطبوع به سبب ترشیدگی و یا حتی رشد میکروارگانیسم‌ها نیستند (Erkan, Doğruyol, Günlü, & Genç, 2015; Kykkidou, Giatrakou, Papavergou, Kontominas, & Savvaidis, 2009). ازاین‌رو، در بسیاری از مواقع روش‌های تکمیلی برای حفظ کیفیت محصول موردنیاز است. ازجملهٔ این روش‌های تکمیلی می‌توان به کاربرد عصاره‌های گیاهی

به‌عنوان یک تیمار با پتانسیل افزایش طول دورهٔ نگهداری غذاها اشاره نمود (Erkan, Ulusoy, & Tosun, 2011). عصاره‌های گیاهی با داشتن ترکیبات زیست‌فعال دارای خواص ضداکسایش و ضدباکتریایی به‌منظور افزایش دورهٔ ماندگاری محصول می‌باشند (Falguera, Quintero, Jiménez, Muñoz, & Ibarz, 2011) و جایگزین مناسبی در بسیاری از موارد برای افزودنی‌های سنتزی، باتوجه‌به عوارض ترکیب‌های سنتزی برای سلامت عمومی به سبب امکان تجمع در بافت و درنهایت مسمومیت سلولی برای مصرف‌کنندگان هستند (Ozdemir, Turhan, & Arikoglu, 2012)، ازسوی‌دیگر تهیهٔ ماریناد یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری برای انواع گوشت آبزیان می‌باشد. در فرایند تهیهٔ ماریناد، اثر نگهدارندگی با کاربرد غلظت‌های مختلف اسیدهای آلی خوراکی و نمک حاصل می‌شود. این اثر برمبنای کاهش pH، فعالیت آبی، افزایش محتوی نمک، افزایش قدرت یونی و درنتیجه کاهش فعالیت باکتریایی و آنزیمی استوار است (Behera, Madathil, Verma, & Pathak, 2020). ماریناد‌کردن به‌طورکلی سبب بهبود ویژگی‌های بافت گوشت، تقویت ویژگی‌های طعم و مزه و افزایش طول دورهٔ نگهداری می‌گردد. در فرایند ماریناد‌کردن سرد گوشت، با قرارگرفتن گوشت در معرض اسید استیک و نمک و سپس محلول‌های حاوی عصاره‌های گیاهی، اسیدی و نمکی نگهداری می‌شود.

گیاه منداب[1] (خندل) متعلق به خانوادهٔ براسیکاسه[2] از تیرهٔ شب‌بویان با نام عمومی آراگولا[3]، گیاهی است با قابلیت رویش در منطقهٔ مدیترانه‌ای که بخش‌های هوایی آن بیشتر به‌عنوان سالاد به‌صورت تازه مصرف می‌شود، اما به‌طور گسترده در سراسر جهان توزیع شده است و در ایران نیز در استان‌های مختلف ازجمله استان‌های جنوبی کشور رشد می‌کند. این گیاه حاوی ۹ ترکیب فلاونوئیدی با حضور (۱) کامفرول ۳-اُ-(۲-اُ-مالونیل-بتا-دی-گلوکپی-رانوساید)-۴-اُ-بتا-دی-گلوکپی-رانوساید[4]، (۲) کامفرول۳و۴-اُ-دی‌گلوکپی‌رانوساید[5]، (۳) رامنوسیترین۳-اُ-(۲-اُ-متیل‌مالونیل-بتا-دی-گلوکپی‌رانوساید)-۴-اُ-بتا-دی-گلوکپی‌رانوساید[6]، (۴) ۳-اُ-گلوکپی‌رانوساید[7]، (۵) ۴-اُ-گلوکپی‌رانوساید[8]، (۶) رامنوسیترین-۳-اُ-گلوکپی‌رانوساید[9]، (۷) ۴-اُ-گلوکپی‌رانوساید[10]، (۸) کامفرول[11] و (۹) رامنوسیترین[12] در عصارهٔ آبی استخراج‌شده می‌باشد (Jilani, Ali, Rehman, & Nisar, 2015). این گیاه حاوی مقادیر مختلف مشتقات گلوکوسینولات‌ها[13] و ایزوتیوسیانات‌ها[14] می‌باشد که عطر و رایحهٔ خاص گیاه را تشکیل می‌دهند. گلوکوسینولات‌های موجود در شب‌بویان دارای اثرات ضدسرطانی، ضدقارچی، ضدباکتریایی و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی هستند (Kim, Jin, & Ishii, 2004). گلوکوسینولات‌ها توسط آنزیم میروزیناز[15] به محصولات متنوع شامل ایزوتیوسیانات‌ها، تیوسیانات‌ها[16] و نیتریل‌ها[17] شکسته‌شده و هیدرولیز می‌شوند (Matusheski *et al.*, 2006) که ترکیباتی سمی با خواص کشندگی زیستی برای آفات هستند.

Cadun، Kışla و Çaklı (۲۰۰۸) اقدام به بررسی ویژگی‌های میگوی صورتی[18] ماریناد‌شده با عصارهٔ رُزماری به مدت ۷۵ روز نگهداری در دمای ۱±۴ درجهٔ سانتی‌گراد پرداختند و مشخص شد که ۳۰۰ پی‌پی‌ام از عصاره کیفیت محصول را مناسب مصرف نگه می‌دارد. Yi و همکاران (۲۰۱۳) اثر فشار بالای هیدرواستاتیک و تیمارهای حرارتی را بر میگوی ماریناد‌شده در شراب و آماده‌خوردن بررسی کردند و مشخص گردید که تیمارهای اعمال‌شده سبب حفظ کیفیت فراوده برای مصرف گردیده است. همچنین Nor و Jirarat (۲۰۱۵) به بررسی اثرات پاستوریزاسیون در دماها و زمان‌های مختلف بر ماریناد میگوی حاوی زیرهٔ سبز پرداختند و مشخص شد کاربرد زیرهٔ سبز سبب افزایش مدت دورهٔ نگهداری محصول می‌گردد. انواع مختلف عصاره‌های گیاهی نظیر مورد سبز،

---

[1] *Eruca sativa*
[2] Brassicaceae
[3] Arugula
[4] Kaempferol 3-*O*-(2"-*O*malonyl- β-D-glucopy-ranoside)-4'-*O*-β-D-glucopy-ranoside
[5] Kaempferol 3,4'-*O*-diglucopyranoside
[6] Rhamnocitrin 3-*O*-(2"-*O*-methylmalonyl-β-D-glucopyranoside)-4'-*O*-β-D-glucopyranoside
[7] 3-Oglucopyranoside
[8] 4'-*O*-glucopyranoside
[9] Rhamnocitrin 3-*O*-glucopyranoside
[10] 4'-*O*-glucopyranoside
[11] Kaempferol
[12] Rhamnocitrin
[13] Glucosinolates
[14] Isothiocyanates
[15] Myrosinase (EC 3.2. 1.147, thioglucoside glucohydrolase, sinigrinase, and sinigrase)
[16] Thiocyanates
[17] Nitrile
[18] *Parapenaeus longirostris*

رُزماری، گزنه همراه با آب‌نمک برای نگهداری محصولات مارینادشده استفاده می‌شوند. کاربرد آب‌نمک همراه با عصاره‌های گیاهی دارای تأثیر بالایی بر جلوگیری و کاهش سرعت اکسایش لیپیدهاست. عصاره‌های گوجه‌فرنگی و سیر نیز در محدودنمودن اثر اکسایش لیپیدها و کاهش تولید پراکسید، پارا-آنیسیدین[1]، دی-اِن‌ها و مقدار اسیدهای چرب آزاد در محصولات مارینادِ مؤثر می‌باشند (Gökoglu, 2003). استفاده از خمیر زیرهٔ سبز همراه با سیر برای مارینادکردن میگوی سفید پذیرش کلی بهتری را برای مصرف‌کننده به‌وجودمی‌آورد. (Siripongvutikorn, Pengseng, Ayusuk, & Usawakesmanee, 2008).

در تحقیق حاضر هدف بهینه‌سازی عصاره‌گیری به روش پرکولاسیون از گیاه منداب با درنظرگرفتن متغیرهای مستقل نوع حلال، نسبت حلال مصرفی و زمان می‌باشد و سپس کاربرد عصارهٔ بهینه باتوجه‌به محتوی کل ترکیبات فنولی و توان مهار رادیکال‌های آزاد ۲و۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل‌هیدرازیل (DPPH[2]) به‌عنوان فاکتورهای پاسخ در تهیهٔ مارینادِ میگوی سفید هندی[3] و بررسی مدت نگهداری آن در دمای یخچال و تغییرات ویژگی‌های حسی محصول بود.

مواد و روش‌ها

تهیهٔ نمونه

گیاه منداب، به‌صورت تازه از بازار محلی بندرعباس تهیه و پس از تمیز و جدانمودن برگ‌ها به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت در دمای اتاق خشک‌شده و با استفاده از آسیاب الکتریکی آشپزخانه‌ای به‌طورکامل خردشده و برای عصاره‌گیری مورداستفاده قرار گرفتند، نمونه‌های میگوی سفید هندی صیدشده از دریای خلیج‌فارس نیز به‌صورت تازه در یخ تهیه‌شده و پس از فیله‌کردن برای تهیهٔ مارینادِ مورداستفاده قرار گرفت.

تهیهٔ عصاره

به‌منظور تهیهٔ عصاره، مقدار ۱ گرم از نمونه با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی (EK 6100i، ساخت ژاپن) با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد و درون فانل‌های موجود در آزمایشگاه همراه با حجم معین از حلال موردنظر که در طراحی آزمایش تعیین شده بود، ریخته شد و در دستگاه شیکر (مدل IKA، ساخت آلمان) قرار گرفت. زمان لازم برای عصاره‌گیری نیز براساس مقادیر مشخص‌شده در طراحی آزمایش برای دستگاه تنظیم شد. شرایط هر آزمون شامل نوع حلال، زمان و نسبت حلال به نمونه باتوجه‌به طراحی آزمایش صورت‌گرفته مطابق جداول (۱) و (۲) درنظرگرفته شد. درنهایت پس از گذشت زمان استخراج، عصاره از کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۱ عبور داده شد. عصاره‌های به‌دست‌آمده در بطری‌های شیشه‌ای تیره‌رنگ در دمای ۱±۴ درجهٔ سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمون‌ها در یخچال نگهداری شدند.

جدول ۱- معرفی حدود متغیرهای موردنظر در استخراج عصاره از گیاه منداب به روش پرکولاسیون

متغیر	نماد	حد بالا	حد پایین
نوع حلال	A	*	*
زمان (ساعت)	B	۲۴	۷۲
حجم حلال مصرفی (میلی‌لیتر)	C	۵	۲۰

* نوع حلال شامل کدهای ۱:آب، ۲: متانول و ۳: اتانول

جدول ۲- طراحی آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار Design Expert و روش طراحی باکس بنکن بر مبنای ۳ فاکتور زمان، نوع حلال و نسبت حلال به نمونه

آزمون	حلال	زمان (ساعت)	نسبت حلال به نمونه (حجمی/وزنی)
۱	۱	۴۸	۵/۱۲
۲	۱	۲۴	۵
۳	۳	۴۸	۵/۱۲
۴	۲	۲۴	۵/۱۲
۵	۳	۷۲	۵
۶	۲	۴۸	۵/۱۲
۷	۱	۷۲	۲۰
۸	۲	۴۸	۵/۱۲
۹	۲	۴۸	۵/۱۲
۱۰	۳	۲۴	۲۰
۱۱	۲	۴۸	۵/۱۲
۱۲	۲	۴۸	۵/۱۲
۱۳	۲	۴۸	۲۰
۱۴	۲	۲۴	۵/۱۲
۱۵	۲	۴۸	۵

[1] *p*-Anisidine (para-Anisidine)
[2] 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
[3] *Penaeus indicus*

اندازه‌گیری محتوی فنول کل

در این روش ۱۰۰ میکرولیتر از هر عصاره با ۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو ۱۰ درصد مخلوط شد. پس از گذشت ۳ دقیقه، ۴۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات ۷/۵ درصد به آن اضافه‌شده و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (مدل IKIU، ساخت انگلستان) در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد و سپس منحنی استاندارد برحسب اسید گالیک ترسیم گردید و مقدار محتوی فنول کل محاسبه شد (Parejo *et al.*, 2002).

اندازه‌گیری فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (DPPH)

۵ میلی‌لیتر از محلول عصاره با ۱ میلی‌لیتر از محلول ۳×۱۰^{-۴} مولار DPPH مخلوط گردید و برای مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و تحت‌شرایط تاریکی قرار داده شد. پس از این مدت میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبهٔ میزان فعالیت ضدرادیکالی، مقادیر جذب نمونه‌ها شامل جذب نمونهٔ تیمار حاوی محلول عصاره و DPPH (A_s)، جذب نمونهٔ شاهد حاوی متانول+عصاره (A_c) و جذب نمونهٔ بلانک حاوی متانول+DPPH (A_b). پس از اندازه‌گیری مقادیر فوق میزان درصد فعالیت ضدرادیکالی (RSA[1]) با استفاده از رابطهٔ (۱) محاسبه گردید:

رابطهٔ (۱)

$$\text{توان مهار رادیکال آزاد} - \text{فعالیت آنتی‌رادیکالی (درصد)} = ۱۰۰\,\frac{A_s - A_b}{A_c}$$

جهت مقایسه نیز از ترکیب اسید آسکوربیک به‌عنوان ترکیب آنتی‌رادیکال پایدار استفاده شد و میزان فعالیت RSA آن تعیین گردید. ارزیابی برای هرکدام از عصاره‌ها با سه تکرار انجام گردید (Stojičević, Stanisavljević, Veličković, Veljković, & Lazić, 2008).

تهیهٔ ماریناد

پس از عملیات سر و دم‌زنی، تمیزکردن و حذف آب اضافی، در انتها ۲/۵ کیلوگرم میگو برای تولید ماریناد به‌دست‌آمد. برای تهیهٔ محلول ماریناد با اندکی تغییر از روش Cadun و همکاران (۲۰۰۸) استفاده گردید؛ بدین‌منظور برای هرکدام از گروه‌های آزمایشی ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر، ۷ میلی‌لیتر اسید استیک ۵ درصد و ۲۰ گرم کلید سدیم ترکیب شد. میگوها پس از توزین برای ترکیب‌شدن با محلول ماریناد در ۴ ظرف، به ۴ گروه جداگانه تقسیم شدند و عصاره به گروه‌های آزماشی به‌ترتیب شامل گروه شاهد فاقد تیمار (C)، حاوی ۱۰ درصد عصاره (T_1)، حاوی ۲۰ درصد عصاره (T_2) و حاوی ۳۰ درصد عصاره (T_3) افزوده شد. نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت در محلول غوطه‌ور شدند و سپس درون ظروف پلی‌اتیلنی درب‌دار در درون یخچال با دمای ۱±۴ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۲۰ روز نگهداری شدند و آزمایش‌ها در روزهای اول تولید (D_0)، ۱۰ روز پس از تولید (D_{10}) و ۲۰ روز پس از تولید (D_{20}) انجام شد.

اندازه‌گیری فاکتورهای شیمیایی

اندازه‌گیری pH نمونهٔ بافت به‌وسیلهٔ دستگاه pHمتر (شرکت ZAG CHEMIE، ساخت ایران)، پس از رقیق‌شدن با آب‌مقطر (نسبت ۱:۲) انجام شد (Kavitha & Modi, 2007) و میزان اسیدیته به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (Jongberg, Tørngren, Gunvig, Skibsted, & Lund, 2013). محتوی کل بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N[2]) برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه ازطریق تقطیر مستقیم درون ارلن‌مایر حاوی اسیدبوریک مطابق استاندارد AOAC (۲۰۰۰) و با استفاده از تقطیرکنندهٔ کجلدال انجام شد. تیوباربیتوریک اسید (TBA[3]) برحسب میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم پس از هضم اسیدی و استفاده از معرف تیوباربیتوریک اسید (این معرف، با حل‌کردن ۰/۲۸۸ گرم پودر معرف تیوباربیتوریک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال ۹۰ درصد به‌دست می‌آید) و پس از آن قرائت جذب در سول موج ۵۳۸ نانومتر به روش Kirk و Sawyer (۱۹۹۱) انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب از روش Rørå، Regost و Lampe (۲۰۰۳) باتوجه‌به اختلاف وزن نمونهٔ قبل و بعد از سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه در ۸۰۰۰ دور در دقیقه استفاده شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آبی نمونه‌ها با استفاده از هایگرومتر (شرکت Novasina، ساخت سوئیس) با

[1] Radical scavenging activity

[2] Total Volatile Bases-Nitrogen

[3] Thiobarbituric acid

قراردادن ۲ گرم نمونه در دمای ۱±۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد تا رسیدن به تعادل انجام شد (Chen, Liu, & Chen, 2002).

ارزیابی حسی

به‌منظور ارزیابی حسی نمونه‌ها؛ وضعیت ظاهری، حس دهانی، طعم و مزه، بو، بافت و رنگ موردبررسی قرار گرفت. برای این کار در هر مرحله حدود ۳۰ گرم نمونهٔ کبابی‌شده از هر تیمار به ۴۵ نفر ارزیاب نیمه‌آموزش‌دیده، داده شد و امتیاز آنها براساس (خیلی خوب=۵، خوب=۴، متوسط=۳، بد=۲ و خیلی بد=۱)گزارش گردید.

آنالیز آماری

طراحی آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Design Expert نسخهٔ ۷ با استفاده از روش آماری سطح پاسخ باکس بنکن با ۱۵ اجرا انجام شد. در طراحی آزمایش متغیر رتبه‌ای حلال باتوجه‌به میزان ثابت دی‌الکتریک آنها با استفاده از روش کددهی دامی[1] مورداستفاده قرار گرفتند و برای آنالیز آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای شیمیایی از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۲۰ استفاده شد. به‌منظور بررسی توزیع داده‌ها از آزمون K-S در سطح احتمال (P<۰/۰۵) استفاده گردید. در مواردی که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار بودند، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی دانکن در سطح معنی‌داری (P<۰/۰۵) و در موارد عدم توزیع نرمال از آزمون کروسکال-والیس[2] برای مقایسهٔ گروه‌های آزمایشی استفاده شده است. درمقایسهٔ فاکتورهای مربوط به ارزیابی حسی از آزمون خی-دو[3] بهره‌گرفته شد.

نتایج و بحث

ارزیابی پتانسیل آنتی‌اکسیدانی عصاره

نتایج تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری توان مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH)، نشان داد که مدل پیشنهادی برای بررسی اثر سه فاکتور نوع حلال، زمان عصاره‌گیری و حجم حلال مصرفی برای استخراج عصارهٔ معادلهٔ درجه دوم باتوجه‌به مقادیر عددی P=۰/۰۰۰۵ و R^2=۰/۹۲۰۳ همچنین احتمال آزمون عدم برازش[4] معادل P>۰/۰۰۱ به‌دست‌آمد. نتایج تحلیل آنالیز واریانس یک‌طرفه[5] برای مدل درجهٔ دوم سطح پاسخ نشان داد که هیچ از متغیرهای مستقل اثر معنی‌داری بر توان مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) ندارند (P>۰/۰۵). اما درخصوص نتایج تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری محتوی کل ترکیبات فنولی نشان‌داد که مدل پیشنهادی برای بررسی اثر سه فاکتور نوع حلال، حجم حلال و زمان استخراج عصارهٔ معادلهٔ درجهٔ دوم باتوجه‌به مقادیر عددی P=۰/۰۰۹۱ و R^2=۰/۹۱۹۰ و همچنین احتمال آزمون عدم برازش معادل P>۰/۰۰۱ بود. نتایج تحلیل آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مدل درجهٔ دوم سطح پاسخ نشان داد که هر سه متغیر دارای تأثیر معنی‌داری (P<۰/۰۵) بر محتوی کل ترکیبات فنولی در فرایند عصاره‌گیری به روش پرکولاسیون هستند. معادلهٔ نهایی اثر متغیرهای مستقل در عصاره‌گیری بر محوتوی ترکیبات فنلی با استفاده از رابطهٔ (۲) به‌دست‌آمد.

رابطهٔ (۲)

محتوی ترکیبات فنولی=

$$۰/۰۹۵+A۰/۰۹۳-B۰/۰۷۱-C۰/۰۳۱+B۰/۰۲۷-AC۰/۱۱ +BC۰/۰۰۳+A^2۰/۰۷۴+B^2۰/۰۲۳+C^2۰/۰۳$$

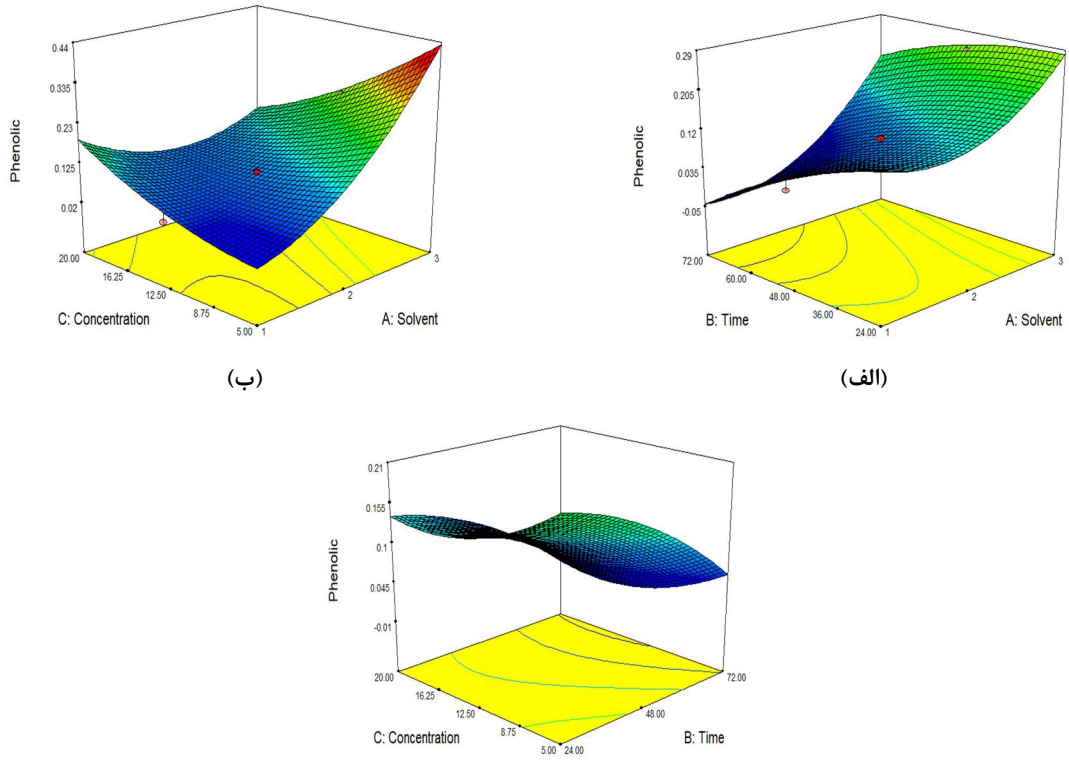
در شکل (۱) اثر سه متغیر زمان عصاره‌گیری، نسبت حلال مصرفی و نوع حلال به‌کاررفته بر محتوی کل ترکیبات فنولی ارائه شده است.

شرایط بهینهٔ استخراج براساس اندازه‌گیری محتوی ترکیبات فنولی ۰/۲۹۴۷ میلی‌گرم اسید گالیک در میلی‌لیتر و قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد (DPPH) معادل ۰/۹۹۱۳ درصد در حجم ۵/۳۳ میلی‌لیتر حلال اتانول در طول مدت ۴۵/۴۰ ساعت با مطلوبیت[6] ۰/۹۹۹ محاسبه گردید.

باتوجه‌به تعیین شرایط بهینهٔ عصاره‌گیری مجدد براساس نتایج جدول (۲) از گیاه منداب عصاره تهیه شدف شرایط تهیهٔ عصاره در عمل تفاوت معنی‌داری با شرایطط به‌دست‌امده در فاز قبل باتوجه‌به نتیجه آزمون تک‌نمونه‌ای t مشاهده نشد (P>۰/۰۵) و برای افزودن به گروه‌های آزمایش مارینادِ با نگهداری در دمای ۱±۴ درجهٔ سانتی‌گراد مورداستفاده قرار گرفت.

---

[1] Dummycoding
[2] Kruskal-Wallis
[3] Chi-square
[4] Lack of Fit Tests
[5] One- Way ANOVA
[6] Desirability



شکل ۱- نمودار سه‌بُعدی اثر متقابل بر محتوی ترکیبات فنولی (میلی‌گرم اسید گالیک/میلی‌لیتر) کل عصارهٔ استخراجی به روش پرکولاسیون از گیاه منداب، الف) حلال (میلی‌لیتر) و زمان (ساعت)، ب) حلال (میلی‌لیتر) و نسبت حلال مصرفی و ج) نسبت حلال مصرفی و زمان (ساعت)

ارزیابی کیفیت مارینا‌د

با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه داده‌های ظرفیت نگهداری آب و فعالیت آبی در ۴ گروه آزمایشی موردبررسی، در سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) موردمقایسه قرار گرفتند؛ براساس نتایج جدول (۳)، ظرفیت نگهداری آب (WHC[1]) در بین نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$). بیشترین مقدار در نمونهٔ شاهد در روز ۱۰ و کمترین میزان در نمونهٔ T_1 در روز صفر آزمایش مشاهده شد؛ به‌طورکلی نمونه‌های شاهد، ظرفیت نگهداری آب بیشتری داشتند. میزان فعالیت آبی در بین نمونه‌ها فاقد اختلاف معنی‌داری بود ($P>۰/۰۵$). بیشترین مقدار در نمونهٔ T_2 و کمترین میزان در نمونهٔ شاهد در روز صفر آزمایش مشاهده گردید.

جدول ۳- میزان ظرفیت نگهداری آب و فعالیت آبی در نمونه‌های مارینا‌د آزمایشی

تیمار	ظرفیت نگهداری آب (درصد)**	میزان فعالیت آبی (درصد)
CD.	۸۰±۱/۲۸[d]	۰/۹۱±۰/۰۶
T_1D_0	۶۳/۳±۲/۶۱[i]	۰/۹۴±۰/۰۶
T_2D_0	۶۸/۴±۰/۸۸[g]	۰/۹۵±۰/۰۱
T_3D_0	۷۰/۸±۳/۵۷[f]	۰/۹۴±۰/۰۵
CD_1.	۹۴/۸±۱/۵[b]	۰/۹۳±۰/۰۴
T_1D_1.	۷۵/۴±۰/۸[e]	۰/۹۳±۰/۰۵
T_2D_1.	۸۱/۳±۱/۸[d]	۰/۹۴±۰/۰۱
T_3D_1.	۸۵/۶±۱/۶[c]	۰/۹۳±۰/۰۲
CD_2.	۹۷/۸±۱/۳[a]	۰/۹۳±۰/۰۲
T_1D_2.	۶۶/۲±۱/۹[h]	۰/۹۳±۰/۰۲
T_2D_2.	۷۱/۷±۱/۵۷[f]	۰/۹۳±۰/۰۲
T_3D_2.	۷۵/۲±۱/۶[e]	۰/۹۳±۰/۰۲

* نتایج بیان‌شده، میانگین سه بار تکرار±انحراف استاندارد است.

** حروف متفاوت در ستون نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح ($P<۰/۰۵$) می‌باشد.

[1] Water Holding Capacity

جدول ۴- میزان pH، اسیدیته، بازهای نیتروژنی فرار و تیوباربیتوریک اسید در نمونه‌های ماریناد آزمایشی

ویژگی تیمار	میزان pH	میزان اسیدیته (درصد)	میزان بازهای نیتروژنی فرار (درصد)**	میزان تیوباربیتوریک اسید (درصد)
CD.	۷/۵۵±۰/۸۴	۰/۰۱±۰/۰۱	۳۲/۴۳±۲/۲[b]	۰/۰۲±۰/۰۱
T_1D.	۷/۲۵±۰/۵۵	۰/۰۲±۰/۰۱	۲۵/۱۳±۲/۵[d]	۰/۰۱±۰/۰۱
T_2D.	۷/۰۲±۰/۲۳	۰/۰۲±۰/۰۰	۲۴/۱۳±۲/۲[d]	۰/۰۱±۰/۰۱
T_3D.	۶/۹۲±۰/۶۷	۰/۰۱±۰/۰۱	۲۲/۱۹±۲/۶[e]	۰/۰۱±۰/۰۱
CD_1.	۷/۵±۰/۴۶	۰/۰۲±۰/۰۰	۳۶/۰۶±۲/۲[a]	۰/۰۴±۰/۰۱
T_1D_1.	۷/۳۹ ±۰/۱۴	۰/۰۲±۰/۰۱	۲۰/۷۸±۲/۴[f]	۰/۰۳±۰/۰۰
T_2D_1.	۷/۳۵±۰/۲۷	۰/۰۲±۰/۰۱	۱۹/۹۵±۲/۵[f]	۰/۰۲±۰/۰۶
T_3D_1.	۷/۳۰±۰/۴۰	۰/۰۲±۰/۰۱	۱۸/۳۵±۲/۳[fg]	۰/۰۲±۰/۰۱
CD_2.	۷/۲۰±۰/۶۵	۰/۰۲±۰/۰۰	۲۹/۱۴±۲/۹[c]	۰/۰۵±۰/۰۱
T_1D_2.	۷/۱۵±۰/۵۵	۰/۰۲±۰/۰۰	۱۹/۱۰±۲/۳[f]	۰/۰۳±۰/۰۲
T_2D_2.	۷/۱۰±۰/۷۵	۰/۰۲±۰/۰۱	۱۸/۳۴±۲/۴[g]	۰/۰۴±۰/۰۳
T_3D_2.	۶/۸۵±۱/۰۱	۰/۰۲±۰/۰۱	۱۶/۸۷±۲/۷[h]	۰/۰۴±۰/۰۱

* نتایج بیان‌شده، میانگین سه بار تکرار±انحراف استاندارد است.

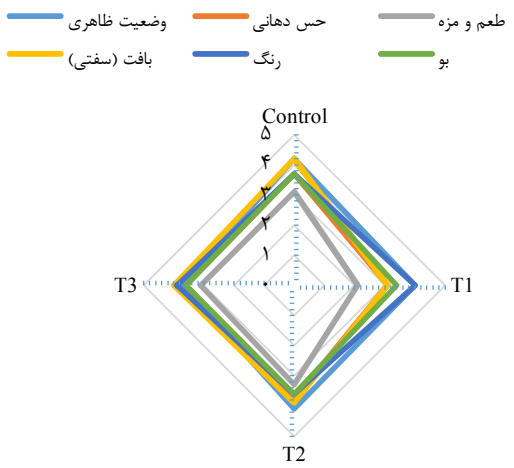
** حروف متفاوت در ستون نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح ($P<۰/۰۵$) می‌باشد.

با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه داده‌های pH در ۴ گروه آزمایشی موردبررسی، در سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) موردمقایسه قرار گرفتند؛ مشخص گردید میزان pH در بین نمونه‌ها فاقد اختلاف معنی‌داری بوده است ($P>۰/۰۵$). بیشترین مقادیر به‌ترتیب در نمونهٔ شاهد در روز صفر و کمترین میزان در نمونهٔ T_3 در روز ۲۰ آزمایش مشاهده شد (جدول ۴). داده‌های مربوط به اسیدیته با استفاده از آزمون کروسکال-والیس در ۴ گروه آزمایشی موردبررسی، در سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) موردمقایسه قرار گرفتند. براساس نتایج جدول (۴) مشخص شد میزان اسیدیته در بین نمونه‌ها فاقد اختلاف معنی‌داری بود ($P>۰/۰۵$).

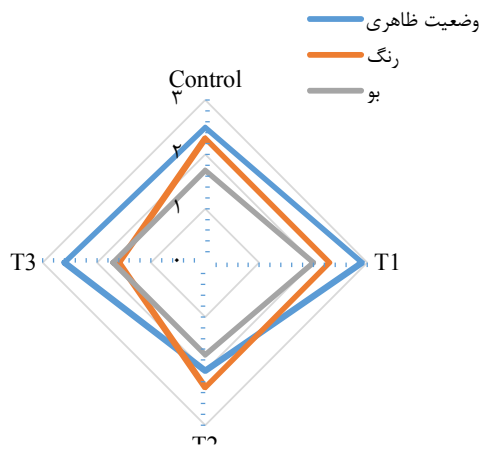
با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه داده‌های مربوط به اندازه‌گیری محتوی کل بازهای نیتروژنی فرار و شاخص تیوباربیتوریک اسید در ۴ گروه آزمایشی موردبررسی، در سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) موردمقایسه قرار گرفتند (جدول ۴). تغییرات محتوی کل بازهای نیتروژنی فرار در بین نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$) بیشترین مقادیر در نمونه‌های شاهد در تمام روزهای آزمایش مشاهده و کمترین میزان در نمونهٔ T_3 در روز ۲۰ بررسی دیده شد. براساس نتایج جدول (۴)، میزان TBA در بین نمونه‌ها فاقد اختلاف معنی‌داری بود ($P>۰/۰۵$). بیشترین مقادیر در کل گروه‌ها در روز ۲۰ و کمترین میزان در روز اول تولید ماریناد اندازه‌گیری شد.

ارزیابی حسی ماریناد

نمودار تغییرات ویژگی‌های حسی روز اول و ۱۰ آزمایش به‌ترتیب در شکل‌های (۲) و (۳) ارائه شده است، با استفاده از آزمون غیرپارامتریک خی-دو ویژگی‌ها شامل وضعیت ظاهری، احساس دهانی، طعم و مزه، بو، بافت و رنگ موردمقایسه قرار گرفت و مشخص شد در روز اول آزمایش فاکتورهای بو و حس دهانی در نمونه‌های مارینادشده و شاهد دارای اختلاف معنی‌داری نبودند ($P>۰/۰۵$)، اما فاکتورهای وضعیت ظاهری، طعم، بافت و رنگ در بین نمونه‌های دارای اختلاف معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$)؛ همچنین در روز ۱۰؛ وضعیت ظاهری، رنگ و بوی محصول هر سه دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P<۰/۰۵$). به سبب ملاحظه‌های فلور باکتریایی از آزمون روز ۲۰ و حس دهانی، طعم و مزه در روز ۱۰ آزمایش صرف‌نظر گردید.



شکل ۲- بررسی ویژگی‌های وضعیت ظاهری، احساس دهانی، طعم و مزه، بو، بافت و رنگ در روز صفر



شکل ۳- بررسی ویژگی‌های وضعیت ظاهری، رنگ و بو در روز ۱۰

امروزه مطالعه‌ها نشان می‌دهند که غذاهای حاوی ترکیبات ارگانیک و گیاهی، به‌دلیل غنای آنها از مواد زیست‌فعال و فیتوشیمیایی می‌تواند سبب حفظ سلامت انسان شود (Elsagh *et al*., 2015). ازاین‌رو، روش‌های مدرن برای عصاره‌گیری و بهره‌مندی از ترکیبات زیست‌فعال آنان دستخوش پیشرفت‌های زیادی دراین‌زمینه شده است. در این مطالعه با عصاره‌گیری از گیاه منداب به روش پرکولاسیون و بهینه‌سازی فرایند باتوجه‌به متغیرهای استخراج، به بررسی کاربرد و تأثیر آن بر ماریناد فیلهٔ میگوی سفید هندی پرداخته شد. ماریناد‌کردن یک فرایند نیمه‌محافظت‌شده از انواع گوشت مانند میگو یا ماهی است که طی آن با افزودن اسید استیک، نمک و برخی افزودنی‌ها، علاوه‌بر ایجاد طعم و مزهٔ مطلوب، باعث توقف و یا کُندشدن فعالیت میکروارگانیسم‌ها و جلوگیری از روند فسادهای شیمیایی و بیوشیمیایی می‌شود. همچنین می‌توان با تولیدماریناد علاوه‌بر افزایش زمان ماندگاری ماهیان و تأمین قسمتی از نیازهای پروتئینی جامعه، با بهبود طعم و مزهٔ آنها با طعم‌دهنده‌های طبیعی به افزایش این فراورده در سبد مصرف خانوار کمک شایانی نمود (جعفری، زمین‌دار، گلی و قربانی، ۱۳۹۹)؛ زیرا یکی از دلایل پایین‌بودن مصرف سرانهٔ ماهی در ایران، مزهٔ آن است که اکثر افراد دوست ندارند. در طی سه دههٔ گذشته مشاهده شد که مصرف مقدار قابل‌توجهی از سبزی‌های کریستالی مانند منداب، می‌تواند خطر ابتلابه بسیاری از بیماری‌ها را کاهش دهد. طعم تلخ سبزی‌های کریستالی به‌دلیل ترکیبات گوگرد[1] است و این ترکیبات هستند که خواص ضدسرطانی را به منداب می‌دهند. بسیاری این گیاه را غنی از کاروتنوئید و همچنین حاوی مواد معدنی مهم مانند پتاسیم، منگنز، کلسیم و غیره می‌دانند (Alqasoumi, Al-Sohaibani, Al-Howiriny, Al-Yahya, & Rafatullah, 2009). ایزوتوسیانات موجود در منداب، خنثی‌کنندهٔ رادیکال‌های آزاد می‌باشد. باتوجه‌به خواص ذکرشده، تعیین روشی برای استخراج بهینهٔ این مواد از گیاه منداب امری ضروری است. قسمت‌های مورداستفادهٔ این گیاه برگ‌ها و دانهٔ آن است. دانهٔ منداب ازجمله دانه‌های روغنی بوده که روغن منداب از آن استخراج می‌شود و حاوی ۴۰ تا ۴۶ درصد روغن است (Barillari *et al*., 2005).

بررسی‌ها نشان داده است گیاه مریم گلی[2] نیز که از دیرباز دیرباز در طب سنتی مورد مصرف بوده است خواص مشابهی با گیاه منداب دارد. این گیاهان حاوی ترکیبات متعددی مثل فلاونوئیدها، ترکیبات فنولی و ایزوبوتیل‌آمیدهاست. ترکیبات فنولی یکی از مهم‌ترین دسته ترکیباتی هستند که اثرات محرک سیستم ایمنی آنها اثبات شده است. درنتیجه عصاره‌گیری از این گیاهان و استفاده از آنها در صنایع غذایی و دارویی می‌تواند مفید واقع شود (Gorski *et al*., 2004; Wang *et al*., 1998). (مورکی، هنرور و سلامی، in press) در تحقیقی اقدام به عصاره‌گیری از گیاه منداب با استفاده از مایکروویو پرداختند و استفاده از حلال آب را به‌دلیل داشتن بالاترین ثابت دی‌الکتریک در مقایسه با سایر حلال‌های

[1] Sulforaphane
[2] *Salvia officinalis*

مورداستفاده در زمان ۳۰ دقیقه با قدرت ۲۵۶ وات و نسبت نمونه به حلال ۵ میلی‌لیتر، معرفی نمودند؛ همچنین میزان ترکیبات فنولی استخراج‌شده ۰/۲۱۵۵ (میلی‌گرم اسید گالیک/میلی‌لیتر) گزارش شد که حدود نصف مقدار استخراج‌شده در تحقیق حاضر است و مشخص می‌گردد که درخصوص این گیاه اتانول با ثابت دی‌الکتریک پایین‌تر، اما در مدت زمان طولانی‌تر و بدون نیاز به اعمال انرژی به دیوارهٔ سلولی نتیجهٔ بهتری در استخراج ترکیبات آنتی‌اکسیدانی دارد. در مقایسه با تحقیق حاضر که از روش پرکولاسیون استفاده‌شده، زمان طولانی‌تری برای استخراج موردنیاز است و ازسوی‌دیگر حلال اتانول با ثابت دی‌الکتریک کمتر به‌عنوان حلال بهینه معرفی گردید. به‌طورکلی حلال اتانول در استخراج ترکیبات با خاصیت آنتی‌اکسیدانی ازجمله فلاونوئیدها و همچنین ترکیبات با طیف وسیعی از قطبیت به‌عنوان یکی از کارآمدترین حلال‌ها معرفی می‌گردد (Sun, Wu, Wang, & Zhang, 2015). همچنین در تحقیق Koubaa، Driss، Bouaziz، Ellouz Ghorbel و Ellouz Chaabouni (۲۰۱۵) عصاره‌گیری از گل‌های گیاه منداب به روش تقطیر با بخار آب[1] با استفاده از حلال اِن-هگزان صورت گرفت و مشخص شد عصاره در غلظت ۲۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر قادر به خنثی‌نمودن ۱۰۰ درصد رادیکال‌های DPPH می‌باشد.

Durling و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی ترکیبات فنولی گیاه مریم گلی، ترکیبات فنولی آن را ۵/۵ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم به‌دست‌آوردند که این مقدار از مقدار ترکیبات فنولی موجود در گیاه منداب بیشتر می‌باشد.

Roby، Sarhan، Selim و Khalel (۲۰۱۳) به اندازه‌گیری ترکیبات فنولی و بررسی خاصیت DPPH گیاه مریم گلی توسط حلال‌های مختلف پرداختند. در این مطالعه مقدار ترکیبات گیاه مریم گلی توسط متانول (۵/۲ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه)، اتانول (۴/۶۵ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه)، دی‌اتیل اتر (۴/۵۵ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه) و توسط هگزان (۳/۹۰ میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم نمونه) به‌دست‌آمد که تمام مقادیر باتوجه‌به اینکه گیاه مریم گلی به‌عنوان یک گیاه شاخص با محتوی ترکیبات با خاصیت ضداکسایشی شناخته می‌شود، به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از میزان ترکیبات فنولی گیاه منداب در مطالعهٔ خاضر می‌باشد.

در این پژوهش میزان pH به‌طورکلی در هر روز اندازه‌گیری به‌ترتیب از نمونهٔ شاهد و سپس T_1، T_2 و T_3 کاهش یافت و به‌عبارتی در هر روز بررسی، گروه شاهد بیشترین میزان pH را داشت؛ اما در طول زمان، در روز ۱۰ تولید، گروه‌های آزمایشی بیشترین pH را در مقایسه با روز اول تولید و روز ۲۰ داشتند، اما مقدار pH در روز ۲۰ تولید دستخوش کاهش گردید، به‌عبارتی پس از تولید تا روز ۱۰، افزایش و سپس تا روز ۲۰ کاهش pH مشاهده شد. همچنین بازهٔ تغییرات در سه روز موردبررسی، در محدودهٔ ۶/۸ تا ۷/۵ بود، هرچند این تغییرات معنی‌دار نبودند. میزان pH پس از مرگ براساس فصل، گونه و سایر فاکتورها از ۶/۵-۷/۵ تغییر می‌کند. در گوشت ماهیان علت پایین‌بودن pH در ابتدا به‌دلیل تولید اسید لاکتیک ناشی از گلیکولیز در لاشهٔ پس از مرگ است، درحالی‌که افزایش pH و به‌عبارتی کاهش میزان اسیدیته در طول دورهٔ نگهداری به‌دلیل تولید آمین‌های فرار ناشی از تخریب آنزیمی و باکتریایی می‌باشد. اما در مطالعهٔ حاضر روند عکس، ابتدا افزایش و سپس کاهش pH ملاحظه شد. به‌نظر می‌رسد در گوشت میگو تولید آمین‌های فرار و به‌طور مشخص انواع آمین‌های بیوژن مانند هیستیدین، تیرامین، کاداورین[2] سریع‌تر از گوشت ماهی اتفاق رخ دهد؛ دهد؛ اما پس از گذشت ۲۰ روز محتوی pH به‌دلیل تولید اسیدهای آلی و به‌احتمال کاهش آمین‌های فرار، کاهش می‌یابد. همان‌طورکه در اندازه‌گیری محتوی TVB-N نیز ملاحظه می‌شود مقدار این اندیس در روز ۲۰ آزمایش در کل گروه‌ها نسبت به روز ۱۰ کاهش نشان داد. کمترین مقدار pH در تیمار حاوی ۳۰ درصد عصاره در روز ۲۰ آزمایش دیده شد هرچند که کاهش معنی‌دار نبود؛ دلیل آن نیز می‌تواند به سبب تولید اسیدهای آلی به‌دلیل فعالیت باکتریایی محیط باشد.

Maktabi، Zarei و Chadorbaf (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر مارینادکردن سنتی بر ویژگی‌های باکتریایی و شیمیایی فیلهٔ ماهی قزل‌آلای منجمد پرداختند؛ در این مطالعه مشخص شد pH در نمونهٔ مارینادِ (۶/۵) به‌طور معنی‌داری کمتر از نمونهٔ کنترل (۳/۶) بود و در طول مدت نگهداری pH دو گروه تغییری مشاهده نشد و ثابت

[1] Hydrodistillation

[2] Cadaverine

بود. همچنین Šimat، Bogdanović، Krželj، Soldo و Maršić-Lučić (۲۰۱۲) به بررسی اثر محلول‌های متفاوت مارینا‌د بر خواص حسی و زمان ماندگاری مارینا‌د سرد ماهی آنچوی پرداختند. مشخص شد بین pH ماهی‌های تازه (۱۶/۶) و مارینادشده (۳۰/۶) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و مشابه با مطالعهٔ حاضر، نشان دادند پس از ۲۵ روز نگهداری از ماهی‌های مارینادشده، pH تمام آنها کاهش پیدا کرده است. Aksu و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از مارینادکردن ماهی آنچوی در اسید استیک ۲ و ۴ درصد، به بررسی تغییرات pH پرداختند و مشاهده کردند که در طول مدت نگهداری، pH در نمونه‌های مارینادشده با اسید استیک ۲ درصد از ۲۵/۴ به ۵۳/۴ و در اسید استیک ۴ درصد از ۱۸/۴ به ۳۱/۴ افزایش یافته است. Kilinc و Cakli (۲۰۰۵) به بررسی ماندگاری ساردین مارینادشده در سس گوجه‌فرنگی پرداختند. در پایان دورهٔ ۶ ماهه، بین pH مارینادهای پاستوریزه و غیرپاستوریزه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و برخلاف مطالعهٔ حاضر، نشان دادند pH در طول مدت نگهداری از ۳/۸۴ به ۴/۱۹ روند افزایشی داشته است.

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داده است، میزان pH بدون اختلاف معنی‌داری پس از ۲۰ روز، در فیلهٔ میگوهای تیمار کمتر از نمونهٔ شاهد می‌باشد و روند کاهشی داشته است. کاهش pH در نمونه‌های مارینادشده می‌تواند به سبب استفاده از محلول مارینا‌د باشد که محتوی ترکیب اسیدی است و یا ایجاد اسیدهای آلی طی فرایند به‌دلیل فعالیت میکروبی صورت‌گرفته باشد. این تغییرات می‌تواند به‌دلیل نوع اسید مصرفی، میزان آن و یا برخی از ترکیبات تولیدشده در میگو مانند هیستیدین، آمین و فسفات باشد. همچنین، میزان فعالیت باکتریایی نیز می‌تواند دلیلی برای تغییر pH باشد. علت پایین‌بودن pH در ابتدا به‌دلیل تولید اسید لاکتیک می‌باشد، درحالی‌که افزایش pH در پایان دورهٔ نگهداری به‌دلیل تولید ترکیبات بافری می‌باشد که ناشی از تخریب آنزیمی محتویات گوشت است. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داده است، میزان اسیدیته در نمونه‌های مارینا‌د حاوی عصارهٔ منداب به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد می‌باشد و روند کاهشی داشته است. این تغییرات می‌تواند به‌دلیل فعالیت‌های آنزیمی و میکروبیولوژیکی مربوط به فساد باشد. Testa و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی تأثیر عصارهٔ برگ زیتون بر میزان اسیدیتهٔ ماهی آنچوی مارینادشده پرداختند. میزان اسیدیته در بازه‌های زمانی مختلف (روز ۰، ۷ و ۲۲) اندازه‌گیری شد. برخلاف مطالعهٔ حاضر، مقدار اسیدیتهٔ فیله‌های آنچوی شاهد (مارینادشده و فاقد عصاره) و تیمار (مارینادشده و دارای عصاره) در حدود همان میزان مقدار اولیه (۷۴/۰) باقی ماند و تفاوتی مشاهده نشد، هرچند ازنظر مقدار تفاوت در دو پژوهش ملاحظه می‌شود. Dericioglu، Alak و Atamanalp (۲۰۱۹) با استفاده از مارینادکردن در درجه‌های مختلف اسید استیک (۲/۵-۵ درصد) به بررسی میزان اسیدیتهٔ ماهی ساردین مارینادشده پرداختند. بعد از ۲۲ روز میزان اسیدیتهٔ نمونه‌ها کاهش یافت و بیشترین میزان اسیدیته در این مدت زمان در نمونهٔ مارینادشده با ۵ درصد اسید استیک (۱/۲۹) و کمترین میزان اسیدیته در مارینا‌د ۲/۵ درصد (۰/۷۷) گزارش شد. همان‌طورکه مشخص می‌شود میزان اسید استید به‌کاررفته در تولید مارینا‌د بیشترین تأثیر را در مقایسه با کابرد انواع عصاره‌های گیاهی بر تغییر pH و اسیدیته دارد.

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد، میزان WHC با اختلاف معنی‌داری در گروه شاهد پس از ۲۰ روز نگهداری افزایش یافت، اما در گروه‌های تیمار پس از ۱۰ روز نگهداری افزایش و در روز ۲۰ کاهش ظرفیت نگهداری دیده شد، هرچند در روز ۲۰ نیز این ظرفیت بیشتر از روز اول تولید بود. در هر روز بررسی نیز به‌طور جداگانه بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب پس از گروه شاهد به‌ترتیب در T_3، T_2 و سپس T_1 مشاهده شد. این روند می‌تواند به‌دلیل فاکتورهایی مانند تغییرات دمایی در روز اول تولید، آنزیمی و تجزیهٔ باکتریایی در ۱۰ روز اول نگهداری و آسیب سلولی، کاهش قابلیت انحلال پروتئین‌ها و دناتوره‌شدن آنها پس از گذشت ۱۰ روز دوم و علت کاهش ظرفیت نگهداری آب به‌دلیل تخریب ریزساختارهای عضلانی از روز ۱۰ به ۲۰ طی دورهٔ نگهداری باشد.

Maktabi و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر مارینادکردن سنتی بر ویژگی‌های باکتریایی و شیمیایی فیلهٔ ماهی قزل‌آلای منجمد و بررسی تغییرات فاکتور WHC پرداختند. برخلاف مطالعهٔ حاضر، میزان WHC در گروه مارینادشده (۳۵) بیشتر از گروه کنترل (۲۴) گزارش شد اما این تفاوت معنی‌دار نبود. Zhelyazkov، Popova و Stratev (۲۰۱۵)، به مدت ۶۰ روز تغییرات در ترکیبات

شیمیایی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی موجود در ماهی ماکرل[1] مارینادشده در روغن‌های گیاهی (روغن آفتاب‌گردان و روغن بزرک) را بررسی کردند. میزان WHC در نمونه‌های هر دو محلول مارینادِ کاهش یافت. پس از ۶۰ روز نگهداری میزان WHC در نمونه‌های مارینادِ در روغن آفتاب‌گردان از ۳۰/۴۳ به ۱۹/۱۱ رسید و در نمونه‌های مارینادِ در روغن بزرک از ۳۰/۴۳ به ۱۶/۳۰ کاهش یافت. Nor و Jirarat (۲۰۱۵) به بررسی کیفیت میگوهای سفید تحت تیمار با سدیم-کلسیم ۲ درصد، که با سه مادهٔ افزودنی تری‌پلی فسفات سدیم (STPP[2])، بی‌کربنات سدیم[3] (NaHCO3) و ترانس گلوتامیناز میکروبی[4] (MTGase) ترکیب‌شده بود، پرداختند. در این مطالعه پس از غوطه‌ورسازی میگوها در محلول نام‌برده، میزان WHC به ۹۴/۵ درصد و به حداکثر میزان خود رسید. Zheng، Huang، Nelson، Bartley و Gates (۱۹۹۸) به بررسی تأثیر مارینادکردن گوشت گربه ماهی و میگو و تأثیر آن بر میزان WHC پرداختند. مخلوط مارینادِ به‌وسیلهٔ فلفل و لیمو آماده شد و در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه با نمونه‌ها مخلوط گردید. مشابه با مطالعهٔ حاضر، WHC میگوی‌های مارینادشده (۳۶/۰) از میگوهای غیرمارینادِ (۴۱/۲) کمتر بود. بااین‌حال، هیچ تفاوت قابل‌توجهی در WHC برای گربه ماهی غیرمارینادِ (۳۸/۹) و مارینادِ (۴۰/۷) یافت نشد.

درخصوص میزان فعالیت آبی، نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد، این شاخص بدون اختلاف معنی‌داری در نمونه‌های تیمار و شاهد در طول زمان بدون تغیر باقی‌ماند و بیشترین میزان در نمونهٔ T_2 (۰/۹۵) و کمترین میزان در نمونهٔ شاهد (۰/۹۱) در روز صفر تعیین گردید. تغییرات فعالیت آبی بین تمام نمونه‌ها، بیشتر از حد مجاز و استاندارد (۰/۱-۰/۸) است. ازاین‌رو، چنانچه هدف تولید صنعتی و تجاری این محصول باشد لازم است از نقطه‌نظر کنترل فعالیت آبی موردبررسی قرار گیرد، اما همان‌طورکه در ادامه نیز ملاحظه می‌شود میزان فعالیت آبی در محصولات مارینادِ گوشت آبزیان از مقدار مجاز بیشتر است و به‌احتمال به‌همین‌دلیل نمونه‌های تجاری به روش مارینادِ پخته و یا سرخ‌شده تهیه می‌شود.

Testa و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی تأثیر عصارهٔ برگ زیتون بر فعالیت آبی ماهی آنچوی مارینادشده پرداختند. در بازه‌های زمانی مختلف (روز ۰، ۷ و ۲۲) فعالیت آبی فیله‌های آنچوی شاهد و تیمار بدون اختلاف معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین مقدار در نمونهٔ تیمار روز صفر (۰/۹۹۵) و کمترین مقدار در نمونهٔ تیمار روز ۲۲ (۰/۱۹) گزارش شد. Šimat و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر محلول‌های متفاوت مارینادِ بر خواص حسی و زمان ماندگاری مارینادِ ماهی آنچوی سرد پرداختند و میزان فعالیت آبی موردسنجش قرار گرفت که میزان آن حین نگهداری کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری در بین نمونه‌ها یافت نشد، همچنین فعالیت آب ماهی تازه (۰/۹۹۴) بیشتر از نمونهٔ مارینادِ (۰/۸۴) گزارش شد. Siripongvutikorn و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی تأثیر سس کاری و سیر بر ویژگی‌های کیفی گوشت میگو پرداختند؛ در این تحقیق مشاهده کردند که میزان فعالیت آبی پس از استفاده از این محلول مارینادِ افزایش یافت و به ۰/۹۹ رسید. Zhelyazkov و همکاران (۲۰۱۵)، به مدت ۶۰ روز تغییرات در ترکیب شیمیایی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی موجود در ماهی ماکرل مارینادشده در روغن‌های گیاهی را بررسی کردند. در این مطالعه، میزان فعالیت آبی در نمونه‌های هر دو محلول مارینادِ کاهش یافت. پس از ۶۰ روز نگهداری میزان فعالیت آبی در نمونه‌های مارینادشده در روغن آفتاب‌گردان از ۰/۹۵۸ به ۰/۸۷۸ رسید و در نمونه‌های مارینادشده در روغن بزرک از ۰/۹۵۸ به ۰/۸۸۰ کاهش یافت. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد، میزان فعالیت آبی بدون اختلاف معنی‌داری در نمونه‌های تیمار بیشتر از گروه شاهد می‌باشد و بیشترین میزان در نمونهٔ T_2 (۰/۹۵) و کمترین میزان در نمونهٔ شاهد (۰/۹۱) در روز صفر تعیین گردید. میزان فعالیت آبی در نمونهٔ شاهد روند افزایشی از خود نشان داد و در نمونهٔ T_1 تغییری نداشت و ثابت بود. در نمونه‌های T_2 و T_3 نیز روند تغییر فعالیت آبی کاهشی بود. باتوجه‌به این یافته‌ها، تغییرات فعالیت آبی بین تمام نمونه‌ها، بیشتر از حد مجاز و استاندارد (۰/۱-۰/۸) است. اما روند کاهشی این پارامتر بین نمونه‌های تیمار نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت عصارهٔ منداب بر جلوگیری از شروع فعالیت‌های فسادی توسط میکروارگانیسم‌ها می‌باشد.

[1] Mackerel
[2] Sodium TriPolyPhosphate
[3] Sodium bicarbonate
[4] Transglutaminase

محتوی کل بازهای نیتروژنی فرار محصول فساد باکتریایی و فعالیت آنزیم‌های درون‌زاست و سطح TVB-N اغلب به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی کیفیت و ماندگاری محصولات مورداستفاده قرار می‌گیرد. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد، میزان TVB-N با اختلاف معنی‌داری در هر روز نگهداری و همچنین در پایان ۲۰ روز نگهداری در فیلهٔ میگوهای تیمار کمتر از نمونهٔ شاهد می‌باشد و روند کاهشی داشته است. علت کاهش TVB-N در فرایند مارینادکردن را می‌توان به عملکرد اسید، نمک و به‌احتمال عصارهٔ مصرفی نسبت داد، به‌گونه‌ای‌که تا حدی می‌تواند از پروتئولیز آنزیمیو باکتریایی جلوگیری نموده و از تولید آمین‌های بیوژن جلوگیری نمایند. در این مطالعه، بیشترین مقدار TVB-N در روز صفر و در نمونهٔ شاهد (۳۶/۴) و کمترین مقدار در روز ۲۰ و در نمونهٔ T_3 (۱۶/۸۷) که دارای ۳۰ درصد عصاره بود، تعیین شد. میزان TVB-N در تمام نمونه‌ها، شاهد و گروه‌های تیمار روند کاهشی داشت. البته این کاهش در پایان دورهٔ نگهداری می‌تواند به سبب فراریت تریکبات و خروج آنها از محیط نمونه باشد؛ اما ازسوی‌دیگر حضور باکتری‌ها در گوشت منجربه اتولیز پروتئین‌ها و تجزیهٔ آنها، شکستن ترکیباتی ازجمله تری‌متیل‌آمین اکسیدها، پپتیدها، آمینواسیدها و غیره می‌شود، اما حضور عصارهٔ منداب به‌احتمال از این فعالیت تجزیه‌ای جلوگیری نموده هرچند پیشنهاد می‌شود در تحقیق‌های آتی اثر ضدمیکروبی آن با تأکید بر فلور سرمادوست گوشت آبزیان موردبررسی قرار گیرد. باتوجه‌به اینکه بیشترین میزان قابل‌قبول TVB-N در غذاهای دریایی ۳۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه گزارش شده است درنتیجه تمام ارقام این مطالعه به‌غیراز نمونهٔ شاهد در روز صفر، در بازهٔ استاندارد می‌باشد. روند کاهش TVB-N بین نمونه‌های تیمار و شاهد نشانگر تأثیر مثبت عصاره و کیفیت خوب میگوی سفید هندی در طی نگهداری می‌باشد.

Maktabi و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر مارینادکردن سنتی بر ویژگی‌های باکتریایی و شیمیایی فیلهٔ ماهی قزل‌آلای منجمد پرداختند و میزان بازهای نیتروژنی فرار را اندازه‌گیری نمودند و برخلاف مطالعهٔ حاضر، مشخص شد میزان TVB-N در طی ۸ روز در نمونهٔ مارینادشده (۲۱/۹۳ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه) بیشتر از نمونهٔ کنترل (۱۹/۶ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه) است، اما تفاوت معنی‌داری بین این دو گروه یافت نشد؛ البته مقادیر کمتر از نمونه‌های میگو در مطالعهٔ حاضر می‌باشد. همچنین Kaya و Baştürk (۲۰۱۵) به بررسی تعیین برخی ویژگی‌های کیفیتی سیم دریایی[1] مارینادشده در نمونه‌های بسته‌بندی‌شدهٔ پلاستیکی در دو گروه ساده (حاوی روغن آفتاب‌گردان) و سس‌دار پرداختند. برخلاف مطالعهٔ حاضر میزان TVB-N حین نگهداری در هر دو گروه افزایش داشت. میزان این پارامتر در روز آخر نگهداری، در نمونهٔ ساده (۱۵/۸۶ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه) و در نمونه‌های سس‌دار (۱۴/۸۹ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه) گزارش شده است. Šimat و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر محلول‌های متفاوت مارینادشده بر خواص حسی و زمان ماندگاری آنچوی مارینادشده سرد پرداختند. برای این هدف میزان TVB-N مشخص شد؛ در این مطالعه برخلاف مطالعهٔ حاضر میزان TVB-N پس از نگهداری ماهی‌های مارینادشده از ۱۰/۲۱ به ۱۴/۳۴ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه افزایش یافته بود. Kilinc و Cakli (۲۰۰۵) به بررسی ماندگاری ساردین مارینادشده در سس گوجه‌فرنگی پرداختند. در این مطالعه، فیله‌های ساردین با ۲ درصد اسید استیک و ۴ درصد کلرید سدیم به‌همراه سس گوجه‌فرنگی و ادویه به ظرف‌های شیشه‌ای منتقل شدند. در پایان دورهٔ نگهداری ۶ ماهه، بین TVB-N مارینادهای پاستوریزه (۱۹/۱۳ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه) و غیرپاستوریزه (۲۸/۴۷ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه) تفاوت معنی‌دار بود و در این مدت زمان TVB-N در هر دو گروه افزایش یافته بود. Siripongvutikorn و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از سس کاری و سیر، تغییرات ایجادشده روی میگوی سفید مارینادشده و ذخیره‌شده در دمای ۱±۴ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۵ روز را موردبررسی قرار دادند. در این مدت TVB-N میگوهای مارینادشده و شاهد از ۷/۳۹ و ۷/۶۹ به ۴۸/۹۵ و ۱۲۵/۱۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه افزایش یافته بود.

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داده است، میزان TBA با اختلاف معنی‌داری در فیلهٔ میگوهای تیمار طی زمان نگهداری افزایش یافت. در هر روز موردبررسی نیز محتوی این شاخص به‌ترتیب در گروه شاهد و سپس T_1، T_2 و T_3

[1] Sea Bream

بیشترین مقدار را نشان داد. این روند از تغییرات می‌تواند ناشی از واکنش‌های میان مالون‌دی‌آلدهید و آمین‌ها، نوکلئوزیدها و اسید نوکلئیک، آمینواسیدهای فسفولیپیدی، پروتئین‌ها باشد که این واکنش‌ها به‌طور زیادی با نوع گونهٔ آبزیان تغییر می‌یابد. در نمونه‌های با کیفیت بالا TBA باید کمتر از ۳ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه را نشان دهد. محصول یا نمونهٔ گوشت با کیفیت خوب نباید بیش از ۵ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه باشد و در محصولات قابل مصرف ۷ تا ۸ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه درنظرگرفته می‌شود. در این مطالعه، بیشترین مقادیر TBA به‌ترتیب در نمونه‌های روز ۲۰ اندازه‌گیری و کمترین میزان در نمونه‌های روز صفر آزمایش تعیین شد. اما باتوجه‌به اینکه این افزایش معنی‌دار نبوده، می‌توان احتمال دانست که استفاده از عصارهٔ گیاه منداب بر جلوگیری از اکسیداسیون نمونه‌ها مؤثر بوده است.

Maktabi و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر مارینادکردن سنتی بر ویژگی‌های باکتریایی و شیمیایی فیلهٔ ماهی قزل‌آلای منجمد پرداختند مشخص شد که مشابه با مطالعهٔ حاضر، میزان TBA در نمونهٔ مارینادشده (۵ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه) بیشتر از نمونهٔ شاهد (۱/۵ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه) است اما تفاوت معنی‌داری در این دو گروه یافت نشد. Kaya و Baştürk (۲۰۱۵) به بررسی تعیین برخی ویژگی‌های کیفی سیم دریایی مارینادشده در نمونه‌های بسته‌بندی پلاستیکی در دو گروه ساده (حاوی روغن آفتاب‌گردان) و حاوی سس پرداختند. در مدت نگهداری ۲۰۰ روزه، میزان TBA بررسی شد و به‌این‌نتیجه رسیدند که میزان TBA که در ابتدا در هر دو گروه ۰/۱۹ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در هر کیلوگرم روغن بودند، حین نگهداری گروه ساده ۷/۰۶ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در هر کیلوگرم روغن و آغشته به سس ۷/۹۹ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه اندازه‌گیری شد و میزان آن در نمونه‌های حاوی سس بیشتر از نمونه‌های ساده بود. Çağlak و Karslı (۲۰۱۵) به بررسی تعیین پارامترهای مختلف ماهی قزل‌آلای مارینادشده و آب‌نمک تزریق‌شده به آن در شرایط یخچالی پرداختند. در این تحقیق سه گروه نمونهٔ شاهد، نمونهٔ مارینادشده با ۴ درصد اسید لاکتیک و ۸ درصد نمک و نمونهٔ مارینادِ با ۲۰ درصد نمک موردآزمایش قرار گرفتند. سپس پارامتر TBA بررسی شد و مقادیر آن اندازه‌گیری گردید و مشخص شد که مشابه با مطالعهٔ حاضر، مقدار TBA حین نگهداری به‌طور معنی‌داری در تمام گروه‌ها افزایش یافته است و TBA گروه آب‌نمک مارینادِ (۰/۳ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه) پایین‌تر از سایر گروه‌ها می‌باشد. Cadun و همکاران (۲۰۰۸) با مارینادکردن میگوی صورتی آب‌های عمیق با استفاده از عصارهٔ رُزماری به بررسی TBA پرداختند. مشابه مطالعهٔ حاضر، آنها نتیجه گرفتند، مقدار TBA گروه کنترل و آزمایش از ۰/۴-۰/۹ به ۲/۴-۶/۶ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در هر کیلوگرم روغن در روز ۷۵ افزایش یافته است (Cadun *et al*., 2008). Hecer (۲۰۱۱) نشان داد که به موازات نگهداری یکسری از آبزیان مانند ماهی مرکب، سوریمی، صدف، میگو و اختاپوس در محلول مارینادِ اسید استیک و نمک در مدت زمان ۵ ماه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد، مشابه با مطالعهٔ حاضر، TBA از ۲/۱۳ به ۴/۹۲ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در هر کیلوگرم روغن افزایش یافت. در این مطالعه، مشخص شد در روز اول آزمایش فاکتورهای بو و حس دهانی در نمونه‌های مارینادشده و شاهد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد، اما فاکتورهای وضعیت ظاهری، طعم، بافت و رنگ در بین نمونه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود؛ ازطرفی در روز ۱۰ وضعیت ظاهری، رنگ و بو محصول هر سه دارای اختلاف معنی‌داری بودند و افزایش یافت.

Yıldız (۲۰۱۶) نیز به بررسی تأثیر عصارهٔ رُزماری و آویشن روی عمر مفید ماهی قزل‌آلای مارینادشده پرداختند. درراستای مطالعهٔ حاضر، نتایج آنها نشان داد که استفاده از عصاره‌ها در فرایند مارینادکردن در طول مدت نگهداری تأثیر مثبتی روی افزایش عمر ماهی قزل‌آلا و ویژگی‌های حسی (رنگ، بو، طعم و مقبولیت عمومی) آن دارد و با گروه کنترل دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. Çağlak و Karslı (۲۰۱۵) به بررسی پارامترهای حسی در ماهی قزل‌آلای مارینادشده و آب‌نمک تزریق‌شده به آن در شرایط یخچالی پرداختند. در این تحقیق مشابه با مطالعهٔ حاضر مشخص شد، خصوصیات حسی ماهی‌های نگهداری‌شده پس از ۱۳ روز افزایش یافته است. همچنین Šimat و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر محلول‌های متفاوت مارینادِ بر خواص حسی و زمان ماندگاری آنچوی

ماریناد سرد پرداختند. همسو با مطالعهٔ حاضر، آنها نتیجه گرفتند محلول نمک و اسید نقش مهمی در تعیین ماندگاری محصول و همچنین خصوصیات حسی آن دارد و فیله‌هایی که در مواد ماریناد‌کردن حاوی ۴۵ درصد آب، ۳۰ درصد سرکه، ۲۵ درصد سرکهٔ الکلی و ۷ درصد نمک تهیه می‌شوند، بهترین نمره‌های حسی را به‌دست‌آوردند. برخلاف مطالعهٔ حاضر، Hecer (۲۰۱۱) نشان داد که نگهداری برخی آبزیان مانند ماهی مرکب، سوریمی، صدف، میگو و اختاپوس در محلول ماریناد اسید استیک و نمک در مدت زمان ۵ ماه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد منجربه‌کاهش کیفیت حسی در این آبزیان می‌شود، که شاید علت آن دورهٔ نگهداری محصول و تأثیرهای انجماد بر آن باشد. Cadun و همکاران (۲۰۰۸) با ماریناد‌کردن میگوی صورتی به‌وسیلهٔ دو فرمولاسیون مختلف (با مادهٔ ضدمیکروبی و بدون مادهٔ ضدمیکروبی) تغییرات کیفی میگوهای ماریناد‌شده در دورهٔ نگهداری ۴۰ روزه در دمای ۱ درجهٔ سانتی‌گراد را موردبررسی قرار دادند. برخلاف مطالعهٔ حاضر، آنها به‌این‌نتیجه رسیدند در این بازهٔ زمانی ویژگی‌های حسی نمونهٔ ماریناد کاهش داشته و اختلاف معنی‌داری بین ویژگی‌های حسی دو گروه با فرمولاسیون مختلف در طول مدت ذخیره وجود نداشت، که علت آن به‌احتمال دورهٔ طولانی نگهداری محصول بوده است.

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به تحلیل داده‌ها مشخص گردید که عصاره‌گیری به روش پرکولاسیون و کاربرد حلال اتانول باتوجه‌به ثابت دی‌الکتریک آن در استخراج ترکیبات با خاصیت آنتی‌اکسیدانی از برگ گیاه منداب می‌تواند، مؤثر باشد. افزودن عصاره در غلظت‌های مختلف تأثیری بر میزان pH، اسیدیته و فعالیت آبی نمونه‌ها و شاخص TBARs نداشت، اما از نقطه‌نظر ظرفیت نگهداری آب، محتوی کل بازهای نیتروژنی فرار و همچنین ارزیابی حسی نمونه‌های ماریناد تولیدشده مشخص گردید افزودن ۳۰ درصد عصاره به ماریناد می‌تواند در مقایسه با سایر گروه‌ها به‌ویژه نمونهٔ شاهد کیفیت محصول را به‌طور مناسبی حفظ نماید. درخصوص اندک طعم تلخ عصاره نیز می‌توان در بهبود ویژگی‌های حسی محصولات شیلاتی بهره برد و سهم مصرف آن را در سبد خانوار ایرانی که تمایل کمتری به مصرف این گروه از پروتئین‌ها ندارد را افزایش داد. به‌طورکلی باتوجه‌به مصرف و تولید بسیار محدود محصول ماریناد آبزیان پیشنهاد می‌شود تحقیق بیشتری برای امکان تجاری‌سازی این محصول صورت گیرد و همچنین از گیاه منداب نیز به‌طور گسترده‌تری در فراوری محصولات خوراکی به‌ویژه محصولات گوشتی بهره گرفته شود.

منابع

جعفری، ف.، زمین‌دار، ن.، گلی، م.، و قربانی، ز. (۱۳۹۹). تاثیر عصاره زنجبیل، اسید سیتریک و اولتراسوند بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی گوشت شتر. *پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران*، *۱۶*(۲)، ۲۸۷-۲۹۹. doi:https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i2.81294

مورکی، ن.، هنرور، م.، و سلامی، پ. (in press). بهینه سازی استخراج عصاره برگ گیاه Eruca sativa (خندل) به روش مایکروویو و کاربرد آن در ماریناد فیله Huso huso (بلوگا). علوم غذایی و تغذیه, -.

Aksu, H., Erkan, N., Çolak, H., Varlik, C., Gokoglu, N., & Ugur, M. (1997). Some changes in anchovy marinades during production in different acid-salt concentrations and determination of shelf life. *Yüzüncü Yıl University Journel of Veterınary Animal Husbandry, 8*, 86-90.

Alqasoumi, S., Al-Sohaibani, M., Al-Howiriny, T., Al-Yahya, M., & Rafatullah, S. (2009). Rocket "Eruca sativa": A salad herb with potential gastric anti-ulcer activity. *World Journal of Gastroenterology: WJG, 15*(16), 1958. doi:https://doi.org/10.3748/wjg.15.1958

AOAC, H. W. (2000). International A: Official Methods of Analysis of the AOAC International. *The Association: Arlington County, VA, USA* .

Barillari, J., Canistro, D., Paolini, M., Ferroni, F., Pedulli, G. F., Iori, R., & Valgimigli, L. (2005). Direct antioxidant activity of purified glucoerucin, the dietary secondary metabolite contained in rocket (Eruca sativa Mill.) seeds and sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53*(7), 2475-2482. doi:https://doi.org/10.1021/jf047945a

Behera, S. S., Madathil, D., Verma, S. K., & Pathak, N. (2020). Seafood marination-A review. *International Archive of Applied Sciences and Technology, 11*(3), 165-168. doi:https://doi.org/10.15515/iaast.0976-4828.11.3.165168

Cadun, A., Kışla, D., & Çaklı, Ş. (2008). Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. *Food chemistry, 109*(1), 81-87. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.021

Çağlak, E., & Karslı, B. (2015). Determination of shelf life of marinade and brine injected rainbow trout (Oncorhynchus mykiss, Walbaum 1792) at refrigerator conditions. *Food and Health, 1*(4), 199-210. doi:https://doi.org/10.3153/JFHS15019

Chen, W., Liu, D., & Chen, M. (2002). Effects of high level of sucrose on the moisture content, water activity, protein denaturation and sensory properties in Chinese-style pork jerky. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 15*(4), 585-590. doi:https://doi.org/10.5713/ajas.2002.585

Dericioglu, B. N., Alak, G., & Atamanalp, M. (2019). Determining protein denaturation of sardine (Sardina pilchardus) marinates before and after the maturation. *Journal of Food Processing and Preservation, 43*(9), e14059. doi:https://doi.org/10.1111/jfpp.14059

Durling, N. E., Catchpole, O. J ,.Grey, J. B., Webby, R. F., Mitchell, K. A., Foo, L. Y., & Perry, N. B. (2007). Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (Salvia officinalis) using ethanol–water mixtures. *Food chemistry, 101*(4), 1417-1424. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.050

Elsagh, M., Fartookzadeh, M. R., Kamalinejad, M., Anushiravani, M., Feizi, A., Behbahani, F. A., . . . Adibi, P. (2015). Efficacy of the Malva sylvestris L. flowers aqueous extract for functional constipation: A placebo-controlled trial. *Complementary therapies in clinical practice, 21*(2), 105-111. doi:https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2015.02.003

Erkan, N., Doğruyol, H., Günlü, A., & Genç, İ. Y. (2015). Use of natural preservatives in seafood: Plant extracts, edible film and coating. *Food and Health, 1*(1), 33-49. doi:https://doi.org/10.3153/JFHS15004

Erkan, N., Ulusoy, Ş., & Tosun, Ş. Y. (2011). Effect of combined application of plant extract and vacuum packaged treatment on the quality of hot smoked rainbow trout. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 6*(4), 419-426. doi:https://doi.org/10.1007/s00003-011-0665-8

Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology, 22*(6), 292-303. doi:https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004

Gökoglu, N. (2003). Changes in biogenic amines during maturation of sardine Sardina pilchardus marinade. *Fisheries Science, 69*(4), 823-829. doi:https//:doi.org/10.1046/j.1444-2906.2003.00693.x

Gorski, J. C., Huang, S. M., Pinto, A., Hamman, M. A., Hilligoss, J. K., Zaheer, N. A., . . . Hall, S. D. (2004). The effect of echinacea (Echinacea purpurea root) on cytochrome P450 activity in vivo. *Clinical Pharmacology & Therapeutics, 75*(1), 89-100. doi:https://doi.org/10.1016/j.clpt.2003.09.013

Hecer, C. (2011). Changes in chemical, microbiological and sensory properties of marinated seafood salad during storage period. *African Journal of Agricultural Research, 6*(22), 5087-5090. doi:https://doi.org/10.5897/AJAR11.686

Jafari, F., Zamindar, N., Goli, M., & Ghorbani, Z. (2020). Effect of Ginger extract, citric Acid and ultrasound on physicochemical properties of Camel meat. *Iranian Food Science and Technology Research Journal, 16*(2), 287-299. doi:https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i2.81294 (in Persian)

Jilani, M. I., Ali, A., Rehman, R., & Nisar, S. S. S. (2015). Health benefits of Arugula: A review. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences, 8*, 65-70 .

Jongberg, S., Tørngren, M .A., Gunvig, A., Skibsted, L. H., & Lund, M. N. (2013). Effect of green tea or rosemary extract on protein oxidation in Bologna type sausages prepared from oxidatively stressed pork. *Meat science, 93*(3), 538-546. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.005

Kavitha, S., & Modi, V. K. (2007). Effect of water activity and temperature on degradation of 5′-inosine monophosphate in a meat model system. *LWT - Food Science and Technology, 40*(7), 1280-1286. doi:https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.07.014

Kaya ,G. K., & Baştürk, Ö. (2015). Determination of some quality properties of marinated sea bream (Sparus Aurata L., 1758) during cold storage. *Food Science and Technology, 35*(2), 347-353. doi:https://doi.org/10.1590/1678-457X.6619

Kilinc, B., & Cakli, S. (2005). .Determination of the shelf life of sardine (Sardina pilchardus) marinades in tomato sauce stored at 4 °C. *Food Control, 16*(7), 639-644. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.07.004

Kim, S.-J., Jin, S., & Ishii, G. (2004). Isolation and Structural Elucidation of 4-(β-D-Glucopyranosyldisulfanyl)butyl Glucosinolate from Leaves of Rocket Salad (Eruca sativa L.) and Its Antioxidative Activity. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 68*(12), 2444-2450. doi:https://doi.org/10.1271/bbb.68.2444

Kirk, S., & Sawyer, R. (1991). *Pearson's composition and analysis of foods*: Longman Group Ltd.

Koubaa, M., Driss, D., Bouaziz, F., Ellouz Ghorbel, R., & Ellouz Chaabouni, S. (2015). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Solvent Extract Obtained from Rocket (Eruca sativa L.) Flowers. *Free Radicals and Antioxidants, 5*(1), 29-34. doi:https://doi.org/10.5530/fra.2015.1.5

Kykkidou, S., Giatrakou, V., Papavergou, A., Kontominas, M., & Savvaidis, I. (2009). Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4 °C. *Food chemistry, 115*(1), 169-175. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.083

Maktabi, S., Zarei, M., & Chadorbaf, M. (2015). Effect of Traditional Marinating on Bacterial and Chemical Characteristics in Frozen Rainbow Trout Fillet. *Journal of Food Quality and Hazards Control, 2*(4), 128-133 .

Matusheski, N. V., Swarup, R., Juvik, J. A., Mithen, R., Bennett, M., & Jeffery, E. H. (2006). Epithiospecifier protein from broccoli (Brassica oleracea L. ssp. italica) inhibits formation of the anticancer agent sulforaphane. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54*(6), 2069-2076. doi:https://doi.org/10.1021/jf0525277

Mooraki, N., Honarvar, M., & Salami, P. (in press). Optimizing of Eruca sativa leaf (khandal) extraction by Microwave method and its application in marinated Huso huso (Beluga) fillet. *Journal of Food Technology and Nutrition* .- ,(in Persian)

Nor, S. M., & Jirarat, A. (2015). Effects of pasteurization at different temperature and time on marinated shrimp in green curry. *Malaysian Journal of Analytical Sciences, 19*(4), 739-744 .

Ozdemir, H., Turhan, A. B., & Arikoglu, H. (2012). Potasyum sorbet, Sodyum benzoate ve Sodyum nitrit in genotoksik etkilerinin arastirilmasi. *European Journal of basic Medical Science, 2*(2), 34-40 .

Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Flerlage, N., Burillo, J., & Codina, C. (2002). Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50*(23), 6882-6890. doi:https://doi.org/10.1021/jf020540a

Roby, M. H. H., Sarhan, M. A., Selim, K. A.-H., & Khalel, K. I. (2013). Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (Thymus vulgaris L.), sage (Salvia officinalis L.), and marjoram (Origanum majorana L.) extracts. *Industrial Crops and Products, 43*, 827-831. doi:https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.08.029

Rørå, A. M. B., Regost, C., & Lampe, J. (2003). Liquid holding capacity, texture and fatty acid profile of smoked fillets of Atlantic salmon fed diets containing fish oil or soybean oil. *Food Research International, 36*(3), 231-239. doi:https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00141-2

Šimat, V., Bogdanović, T., Krželj, M., Soldo, A., & Maršić-Lučić, J. (2012). Differences in chemical, physical and sensory properties during shelf life assessment of wild and farmed gilthead sea bream (Sparus aurata, L.). *Journal of Applied Ichthyology, 28*(1), 95-101. doi:https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01883.x

Siripongvutikorn, S., Pengseng, N., Ayusuk, S., & Usawakesmanee, W. (2008). Development of green curry paste marinade for white shrimp (Litopenaeus vannamei). *Sonklanakarin Journal of Science and Technology, 30*(1), 35 .

Stojičević, S. S., Stanisavljević, I. T., Veličković, D. T., Veljković, V. B., & Lazić, M. L. (2008). Comparative screening of the anti-oxidant and antimicrobial activities of Sempervivum marmoreum L. extracts obtained by various extraction techniques. *Journal of the Serbian Chemical Society, 73*(6), 597-607. doi:https://doi.org/10.2298/JSC0806597S

Sun, C., Wu, Z., Wang, Z., & Zhang, H. (2015). Effect of Ethanol/Water Solvents on Phenolic Profiles and Antioxidant Properties of Beijing Propolis Extracts. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015*, 595393. doi:https://doi.org/10.1155/2015/595393

Testa, B., Lombardi, S. J., Macciola, E., Succi, M., Tremonte, P., & Iorizzo, M. (2019). Efficacy of olive leaf extract (*Olea europaea* L. *cv* Gentile di Larino) in marinated anchovies (*Engraulis encrasicolus*, L.) process. *Heliyon, 5*(5), e01727. doi:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01727

Wang, M., Li, J., Rangarajan, M., Shao, Y., LaVoie, E. J., Huang, T-.C., & Ho, C.-T. (1998). Antioxidative phenolic compounds from sage (Salvia officinalis). *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46*(12), 4869-4873. doi:https://doi.org/10.1021/jf980614b

Yi, J., Zhang, L., Ding, G., Hu, X., Liao, X., & Zhang, Y. (2013). High hydrostatic pressure and thermal treatments for ready-to-eat wine-marinated shrimp: An evaluation of microbiological and physicochemical qualities. *Innovative Food Science & Emerging Technologies, 20*, 16-23. doi:https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.09.006

Yıldız, P. O. (2016). Effect of thyme and rosemary essential oils on the shelf life of marinated rainbow trout. *Journal of Animal and Plant Sciences, 26*(3), 665-673 .

Zhelyazkov, G., Popova, T., & Stratev, D. (2015). Chemical composition and fatty acid profile of marinated mackerel (Scomber scombrus) during processing and storage. *Macedonian Journal of Animal Science, 5*(2), 75-80 .

Zheng, m., Huang, y. W., Nelson, s. O., Bartley, p. G., & Gates, k. W. (1998). Dielectric Properties and Thermal Conductivity of Marinated Shrimp and Channel Catfish. *Journal of Food Science, 63*(4), 668-672. doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15809.x

Investigating the Possibility of Extraction of khandal Extract by Percolation Method and its Application in Marinated White Indian Shrimp Fillet

Samar Sadeghii[1], Nargess Mooraki[2*], Masoud Honarvar[3]

1- MSc. Graduate, Department of Food Science and engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Associated Professor, Department of Fisheries Science, Faculty of Marine Sciences and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
* Corresponding author (n_mooraki@iau-tnb.ac.ir)
3- Associated Professor, Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Shrimp meat is very rich in protein and has more protein than meat of slaughtered livestock and fish and has a short shelf life due to its high perishability. Therefore, plant extracts can be used to maintain product quality for a long time. In the present study, the aim was to optimize the extraction of Mandab plant by percolation method in terms of solvent type factors, solvent ratio, time and finally the application of the optimal extract according to the total phenolic composition and inhibition of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radicals to prepare marinade from Indian white shrimp (*Penaeus indicus*) and its shelf life at refrigerator temperature and changes in physicochemical properties (including: pH, acidity, thiobarbituric acid, total volatile basic nitrogen, water holding capacity, water activity, sensory evaluation, acid-salt taste measurement and texture test) product using It was SPSS method. The results showed that the optimal extract was obtained using ethanol solvent in 36 h and a volume of 7 mL. The lowest amount of TVB-N was observed in day 20 of the experiment and with 30٪ of the extract, the lowest amount of TBA was observed in the control sample. Changes in pH and acidity without significant differences between treatments had a decreasing trend compared to the control sample during the storage period. WHC had a decreasing trend compared to the control and aw samples without significant differences between treatments, more than the control sample.

Keywords: Antioxidant activity, Indian white shrimp, Khandal, Marinade, Percolation