

فرمولاسیون و تولید آزمایشی جیره انرژی‌زا و بررسی ماندگاری و ویژگی‌های کیفی آن

داود فرج‌زاده^۱ MSc، محمدتقی گل‌مکانی*^۲ PhD

*بخش علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
^۱مرکز تحقیقات بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران

چکیده

اهداف: جیره‌های انرژی‌زا می‌توانند کارایی نیروهای مسلح را هنگام عملیات جنگی، به‌ویژه اگر فرصت کافی برای مصرف مواد غذایی وجود نداشته باشد بهبود بخشند. هدف از این مطالعه فرمولاسیون و تولید آزمایشی جیره انرژی‌زا برای شرایط اضطراری نظیر گشت زنی، آب و هوای سرد و ارتفاعات کوهستانی بود.

روش‌ها: پس از فرمولاسیون و تولید آزمایشی ۱۰ نمونه، نمونه بهینه توسط گروه چشایی، انتخاب شد. نمونه انتخاب‌شده در زمان‌های ۰، ۳ و ۶ ماه در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد (معادل ۰، ۱۸ و ۳۶ ماه در ۲۷ درجه سانتی‌گراد)، از نظر قابلیت نگهداری و همچنین خصوصیات کیفی (حسی، شیمیایی و میکروبی) ارزیابی شد.

یافته‌ها: اگر چه بعد از ۶ ماه گرمخانه‌گذاری در ۳۸ درجه سانتی‌گراد، امتیاز خصوصیات حسی و رطوبت نمونه‌ها به مقدار جزئی کاهش پیدا کرده بود، تفاوت معناداری ($p < 0.05$) بین نمونه‌هایی که در زمان صفر تولید شده بودند با این نمونه‌ها وجود نداشت. حتی بعد از ۶ ماه گرمخانه‌گذاری در ۳۸ درجه سانتی‌گراد، خصوصیات میکروبی و اندیس پراکسید نمونه‌ها کماکان در محدوده استاندارد بود.

نتیجه‌گیری: ماندگاری و همچنین خصوصیات کیفی جیره انرژی‌زای تولید شده ۶ ماه بعد از گرمخانه‌گذاری در ۳۸ درجه سانتی‌گراد (معادل ۳۶ ماه در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد) قابل قبول است و به‌راحتی می‌توان از این جیره به‌عنوان جیره انرژی‌زا در شرایط اضطراری استفاده نمود.
کلیدواژه‌ها: جیره انرژی‌زا، فرمولاسیون، قابلیت نگهداری، خصوصیات کیفی

Formulation and experimental production of energy bar and evaluating its shelf-life and qualitative properties

Farajzadeh D.¹ MSc, Golmakani M. T.* PhD

*Department of Food Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
¹Health Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Aims: Energy bars can improve armed forces' performance during military missions, especially if there would not be enough time for food consuming. The aim of this study was formulating and experimental production of energy bars for emergency conditions such as patrol, cold weather and heights.

Methods: After formulation and experimental production of 10 energy bar samples, the optimum formulation was selected by taste panels. Shelf life and also qualitative properties (organoleptic, chemical and microbial) of the selected formulation were evaluated 0, 3 and 6 months after production at 38°C (equal to 0, 18 and 36 months at 27°C).

Results: Although organoleptic properties and moisture content of the samples were decreased negligibly after 6 months of incubation at 38 °C, there was no significant difference ($p < 0.05$) with those produced at the beginning of the experiment. Even 6 months after incubation at 38°C, microbial properties and peroxide value of the samples were in the standard range.

Conclusion: Shelf life and also qualitative properties of the produced energy bar after are acceptable 6 months of incubation at 38°C (equal to 36 months of incubation at 27°C) and this energy bar can be easily used in emergency conditions.

Keywords: Energy Bar, Formulation, Shelf Life, Qualitative Properties

مقدمه

بسته‌بندی و پایداری بو و طعم را برای انواع محصولات غذایی فراهم می‌کند. دوره ماندگاری محصولات در این بسته‌ها حداقل برابر با ماندگاری غذا در قوطی‌های کنسرو است، اما در عین حال فضای کمی اشغال می‌کنند و سبک‌تر هستند و بازکردن بسته‌بندی جیره از طریق پاره‌کردن به راحتی صورت می‌گیرد [۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳]. در ایران، انواع جیره‌ها به شکل آزمایشی تولید شده‌اند، اما تاکنون جیره‌ای به عنوان جیره اضطراری تولید نشده است. هدف از این مطالعه، فرمولاسیون و تولید آزمایشی جیره انرژی‌زایی بود که بتوان از آن برای شرایط اضطراری (نظیر جیره سبک برای گشت‌زنی، آب و هوای سرد و کوهستان) استفاده کرد [۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷].

جدول ۱) نسبت و درصد ترکیبات در فرمولاسیون نمونه‌های اولیه جیره انرژی‌زا

ردیف	نام ترکیب	نسبت ترکیب	درصد ترکیب
۱	شکر	۱	۱۶/۶۶
۲	شربت گلوکز	۲	۳۳/۳۳
۳	عسل	۲	۳۳/۳۳
۴	حلوا شکر	۳	۵۰
۵	ارده	۱	۱۶/۶۶
۶	روغن قنادی	۱	۱۶/۶۶
۷	پودر سفیده تخم مرغ	۲	۳۳/۳۳
۸	شیر خشک کم‌چرب	۲	۳۳/۳۳
۹	شیر خشک بدون چربی	۲	۳۳/۳۳
۱۰	پودر نارگیل	۰/۹۲۵	۱۵/۴۵
۱۱	کاکائو	۰/۰۶۲۵	۱
۱۲	اسانس وانیل	۰/۰۰۶۲۵	۰/۱
۱۳	لسیتین	۰/۰۰۶۲۵	۰/۱
۱۴	BHT	۰/۰۰۰۶۲۵	۰/۰۱

روش‌ها

تهیه نمونه‌های مختلف جیره نظامی: کلیه ترکیبات تشکیل‌دهنده جیره انرژی‌زا از مرکز پخش مواد و تجهیزات قنادی آذربایجان تهیه شدند. پس از جمع‌آوری اطلاعات لازم و تهیه مواد اولیه و تجهیزات مربوطه، ۱۰ نمونه آزمایشی با فرمولاسیون‌های مختلف تولید شد. در این فرمولاسیون‌ها از منابع کربوهیدراتی، چربی و پروتئینی مختلفی استفاده شده بود. از شربت گلوکز، شکر و عسل به عنوان منبع کربوهیدراتی، از ارده و روغن قنادی به عنوان منبع چربی و از پودر سفیده تخم‌مرغ، شیر خشک کم‌چرب و شیر خشک بدون چربی به عنوان منبع پروتئینی استفاده شد. در تمام نمونه‌ها از پودر نارگیل، کاکائو (برای ایجاد رنگ و طعم)، اسانس وانیل (به عنوان طعم‌دهنده)، لسیتین (امولسیفایر) و آنتی‌اکسیدان هیدروکسی‌تولون بوتیل‌ه‌شده (BHT)، به مقدار مساوی استفاده شد. نسبت ترکیبات در فرمولاسیون نمونه‌های اولیه جیره انرژی‌زا در جدول ۱ نشان داده شده است. برای انتخاب فرمولاسیون بهینه، از هر نمونه فرموله‌شده، ۲۰

افزایش کارایی سربازان در عملیات نظامی نیازمند تغذیه مناسب است. زیرا نیروهای نظامی زمانی قادر به انجام مأموریت‌های محوله خواهند بود که علاوه بر سلاح و مهمات، به آب و غذای کافی دسترسی داشته باشند. سربازانی که تغذیه مناسب داشته باشند، شرایط سخت محیطی میدان جنگ را بهتر تحمل می‌کنند. در غیر این صورت به دلیل عارض شدن ضعف جسمی، امکان نبرد پیروزمندانه قابل تردید است. اساس تغذیه در میدان جنگ، جیره‌های غذایی نظامی است. جیره غذایی عبارت است از تامین غذای یک روز یک فرد. نوع جیره غذایی سربازان براساس مأموریت یگان عملیاتی، تاکتیک جنگی، موقعیت و دسترسی به کارکنان و تجهیزات سرویس‌دهنده غذا تعیین می‌شود [۱].

اصولاً در جنگ‌های کلاسیک، مانورهای نظامی و حتی در جنگ‌های چریکی برای تغذیه نیروهای رزمنده، دو نوع جیره غذایی در نظر گرفته می‌شود. جیره اول، "جیره عملیاتی" است که در جنگ‌های کلاسیک، مخصوص ۲۴ ساعت اول عملیات است. نوع دوم این جیره‌ها، "جیره اضطراری" است که مربوط به زمانی است که غذا توسط نیروهای پشتیبانی‌کننده به نیروهای رزمی عمل‌کننده نرسیده باشد. جیره اضطراری باید دارای حداقل وزن و حجم بوده و از انرژی کافی برای انجام فعالیت‌های لازم یک نفر رزمنده برخوردار باشد. معمولاً برای ساخت جیره اضطراری از انواع تافی و شکلات نیمه‌جامد (خمیری شکل) با عطر و طعم‌ها و ترکیبات مختلف استفاده می‌شود. همچنین می‌توان از این نوع جیره‌ها برای "جیره بقا" نیز استفاده نمود [۷، ۸].

طراحان در پاسخ به رفع نیازهای خاص، جیره‌های غذایی نیروهای مسلح را طراحی و پروتوتیپ‌های آن را تهیه می‌کنند. جیره‌های انرژی‌زا می‌توانند کارایی فرد را هنگام عملیات جنگی (به خصوص اگر فرصت کافی برای مصرف غذا وجود نداشته باشد) بهبود بخشند. بنا به پیشنهاد نیروهای مسلح، جیره‌های غذایی مرتباً به روز و اصلاح می‌شوند. در اکثر موارد، تولیدکنندگان، این محصولات غذایی را درست مانند مواد غذایی تجاری تهیه می‌کنند و فقط جیره‌های غذایی نیروهای مسلح را در بسته‌بندی‌های خاصی قرار می‌دهند [۳، ۷، ۹]. بسته‌بندی مواد غذایی برای نیروهای مسلح، زمان ماندگاری آن را طولانی‌تر (حداقل ۳ سال در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد یا ۶ ماه در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد در مورد جیره‌های غذایی عملیاتی انفرادی) و به منظور سهولت حمل، آن را بسیار فشرده‌تر و سبک‌وزن‌تر می‌کند. عمده‌ترین بسته‌بندی اولیه مورد استفاده در بسته‌بندی جیره‌های جنگی، ظروف قابل انعطاف است. فویل آلومینیوم از نظر نفوذ نور، رطوبت، گاز و میکروارگانیسم‌ها مقاوم است که این امر باعث بالارفتن زمان ماندگاری محصول می‌شود. لایه داخلی و خارجی از جنس پلی‌پروپیلن بوده که با رطوبت و مواد غذایی اسیدی سازگار است و همچنین قابلیت دربندی مناسب، قابلیت انعطاف، دوام بالایی

فرمولاسیون‌های ذکرشده، فرمول شماره ۵ به‌عنوان فرمول بهینه انتخاب شد. سپس این فرمولاسیون توسط ارزیاب‌ها از نظر طعم، بو، رنگ، یکنواختی بافت، نرمی، عدم چسبندگی به دندان و مطلوبیت ظاهری با نمره‌های صفر تا ۲۰ (نمره صفر برای کمترین مطلوبیت در کیفیت و نمره ۲۰ برای بیشترین مطلوبیت در کیفیت) مورد ارزیابی قرار گرفت.

بسته‌بندی و نگهداری نمونه‌ها: براساس فرمولاسیون منتخب (فرمولاسیون شماره ۵)، تعداد ۷۵ نمونه به‌وزن ۶۰ گرم قالب‌زنی و در بسته‌بندی اتمسفر کنترل‌شده با گاز ازت بسته‌بندی شدند. جنس بسته‌بندی‌ها از آلومینیوم فویلی (شرکت زرناب گلستان؛ ایران) بود که از هر دو طرف با پلی‌اتیلن با دانسیته پایین پوشش داده شده بود. دستگاه بسته‌بندی از صنایع بسته‌بندی تهران‌پک (مدل MTQ 40) کره جنوبی) خریداری شد. سپس نمونه‌های بسته‌بندی‌شده با اتمسفر کنترل‌شده با گاز ازت، در زمان‌های ۳ و ۶ ماه در ۳۸ درجه سانتی‌گراد (به‌ترتیب معادل ۱۸ و ۳۶ ماه در ۲۷ درجه سانتی‌گراد) برای انجام آنالیزهای حسی، شیمیایی و میکروبی نگهداری شدند [۱۰].

حجم نمونه: از مجموع نمونه‌های مورد نیاز پس از فرمولاسیون و انتخاب نمونه، ۷۵ عدد برای انجام آزمون‌های حسی، شیمیایی و ماندگاری به‌فاصله زمانی صفر، ۳ و ۶ ماه در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شدند (۲۵ عدد از فرمولاسیون انتخاب‌شده برای هر مرحله از آزمون‌های آزمایشگاهی و ماندگاری).

آزمون‌های نهایی روی نمونه بهینه: کلیه مواد شیمیایی و محیط کشت‌های میکروبی مورد استفاده، از شرکت مرک؛ آلمان خریداری شدند. آزمون‌های شیمیایی شامل اندازه‌گیری رطوبت، چربی، پروتئین، خاکستر و کربوهیدرات بود [۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶]. آزمون میکروبی و اندیس پراکسید نیز برای تعیین میزان ماندگاری انجام شدند [۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰]. همچنین با استفاده از بسته‌بندی چندلایه آلومینیومی، جیره‌های بسته‌بندی‌شده و کیفیت بسته‌بندی (ترجیحاً غیرقابل نفوذ بودن آن به رطوبت و عوامل میکروبی) مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت. آزمون‌های حسی نیز برای تعیین کیفیت و مطلوبیت جیره غذایی تولیدشده صورت گرفت. ضمناً حتی‌المقدور مشخصات جیره غذایی با توجه به مشخصات تعیین‌شده از نظر نظامی و بعضی ویژگی‌ها با استاندارد ملی مطابقت داده شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها: پانل‌ها با استفاده از پرسش‌نامه‌هایی حاوی آزمون‌های ترجیحی و تشریحی، نمونه‌ها را مورد ارزیابی حسی قرار دادند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و براساس روش GLM و با آزمون مقایسه میانگین‌های LSD در سطح اطمینان ۹۵٪ ($p < 0.05$) انجام گرفت. نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Office Excel 2007 نسخه ۱۴ ترسیم شدند.

عدد برای ارزیابی حسی اولیه مورد بررسی قرار گرفت. فرمولاسیون نمونه‌های اولیه جیره انرژی‌زا در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲) امتیازدهی و فرمولاسیون نمونه‌های اولیه جیره انرژی‌زا

شماره فرمولاسیون	فرمولاسیون	امتیاز
۱	شربت گلوکز، ارده، پودر سفیده تخم مرغ	۱۱/۵۰
۲	شربت گلوکز، روغن قنادی، پودر سفیده تخم مرغ	۱۳/۴۵
۳	حلوا شکر، شیر خشک کم چرب	۱۴/۲۵
۴	شربت گلوکز، ارده، شیر خشک کم چرب	۱۲/۲۰
۵	شربت گلوکز، روغن قنادی، شیر خشک کم چرب	۱۴/۰۵
۶	شکر، ارده، شیر خشک کم چرب	۱۲/۸۰
۷	شکر، روغن قنادی، شیر خشک کم چرب	۱۳/۲۰
۸	عسل، ارده، شیر خشک کم چرب	۱۴/۲۰
۹	عسل، روغن قنادی، شیر خشک کم چرب	۱۵/۷۰
۱۰	عسل، روغن قنادی، شیر خشک بدون چربی	۱۴/۶۵

در تمام نمونه‌ها پودر نارگیل، کاکائو، اسانس وانیل، لسیتین و BHT به‌طور یکسان و به‌مقدار تعیین‌شده در جدول ۱ استفاده شده است.

طبق جدول ۱ و ۲، ابتدا مواد اولیه توزین شدند. سپس منبع روغنی (روغن قنادی، ارده یا حلوا شکر) با منبع پروتئینی (شیر خشک کم‌چرب، شیر خشک بدون چربی یا پودر سفیده تخم‌مرغ) در دستگاه غذاساز مولینکس (مدل DFC6؛ فرانسه) به‌مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰ دور در دقیقه کاملاً مخلوط شدند. سپس مابقی ترکیبات (پودر نارگیل، پودر کاکائو، اسانس وانیل، لسیتین و BHT) به‌تدریج اضافه شده و ۵ دقیقه دیگر در دور ۱۸۰ دور در دقیقه کاملاً مخلوط و همگن شدند. با افزودن ترکیبات، ویسکوزیته مخلوط افزایش یافت و در نتیجه، اولاً از دوره‌های پایین‌تر استفاده شد و ثانیاً منابع کربوهیدراتی (شربت گلوکز یا عسل) که باعث شکل‌گیری و افزایش ویسکوزیته می‌شدند، در مرحله آخر افزوده شدند و برای تکمیل اختلاط، ۵ دقیقه دیگر در دور ۶۰ دور در دقیقه هم‌زدن ادامه پیدا کرد. مخلوط حاصل، از غذاساز خارج شد و با استفاده از قالب‌زن دستی در ابعاد ۸×۴×۱ سانتی‌متر و به‌وزن ۶۰ گرم قالب‌گیری شد.

ارزیابی حسی نمونه‌های تهیه‌شده: در این طرح از روش رده‌بندی به‌شکل توافقی و با استفاده از مقیاس نسبی استفاده شد. از آنجایی که این فرمولاسیون به‌عنوان جیره نظامی مطرح بود، از ۲۰ ارزیاب متخصص برای ارزیابی حسی بهره گرفته شد. قبل از ارزیابی، توضیح کاملی در مورد نحوه ارزیابی به ارزیاب‌ها ارائه شد. به هر یک از نمونه‌ها کد خاصی اختصاص یافت. سپس نمونه‌ها در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شدند تا آنها را براساس خصوصیات کلی از صفر تا ۲۰ (نمره صفر برای کمترین مطلوبیت در کیفیت و نمره ۲۰ برای بیشترین مطلوبیت در کیفیت) امتیازدهی کنند [۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱].

انتخاب و ارزیابی حسی فرمولاسیون بهینه: در بین

نتایج

نمونه بهینه برای تولید جیره انرژی‌زا: امتیاز نمونه‌ها از ۲۰ امتیاز کلی، بین ۱۱/۵۰ تا ۱۵/۷۰ قرار داشت (جدول ۲). نمونه‌های ۹، ۱۰، ۳، ۸ و ۵ به ترتیب ۵ نمونه برتر از نظر خصوصیات کیفی بودند که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. در بین این نمونه‌ها، نمونه شماره ۵ به‌عنوان نمونه بهینه انتخاب شد. این نمونه دارای شربت گلوکز به‌عنوان منبع کربوهیدراتی، روغن قنادی به‌عنوان منبع چربی و شیر خشک کم‌چرب به‌عنوان منبع پروتئینی بود. ترکیبات تشکیل‌دهنده این نمونه و نسبت آنها به‌شکل کامل در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳) نسبت و درصد ترکیبات در فرمولاسیون نمونه انتخاب‌شده

ردیف	نام ترکیب	نسبت ترکیب	درصد ترکیب
۱	شربت گلوکز	۲	۳۳/۳۳
۲	شیر خشک کم‌چرب	۲	۳۳/۳۳
۳	روغن قنادی	۱	۱۶/۶۶
۴	پودر نارگیل	۰/۹۲۵	۱۵/۴۵
۵	کاکائو	۰/۰۶۲۵	۱
۶	اسانس وانیل	۰/۰۰۶۲۵	۰/۱
۷	لسیتین	۰/۰۰۶۲۵	۰/۱
۸	BHT	۰/۰۰۰۶۲۵	۰/۰۱
	جمع	۶	۱۰۰

جدول ۴) نتایج آزمون میکروبی جیره انرژی‌زای نگهداری‌شده در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد

ویژگی - شرح آزمون*

شمارش کلی	سالمونلا	انتروباکتریاسه	اشرشیاکلی	کپک
۴/۴ × ۱۰ ^۲	در ۲۵ گرم نمونه، منفی	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰
۸/۰ × ۱۰ ^۲	در ۲۵ گرم نمونه، منفی	کمتر از ۱۰	منفی	کمتر از ۱۰
۱/۰ × ۱۰ ^۳	در ۲۵ گرم نمونه، منفی	کمتر از ۱۰	منفی	۵/۰ × ۱۰ ^۱
-	در ۲۵ گرم نمونه، منفی	۱۰ ^۲	منفی	۱۰ ^۲

نمونه تولیدی در زمان‌های مختلف

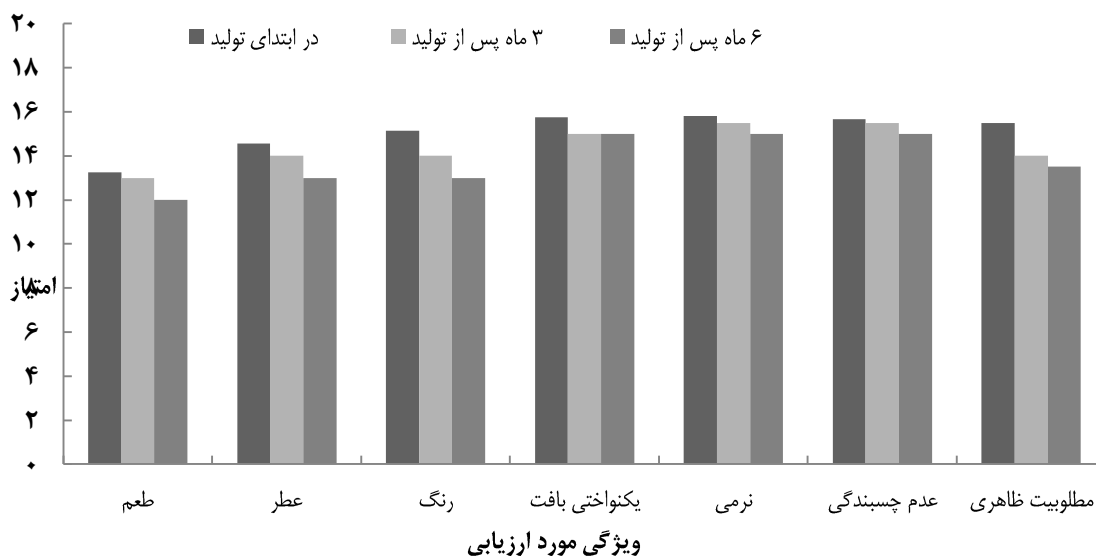
نمونه در ابتدای تولید

نمونه بسته‌بندی‌شده ۳ ماه پس از تولید

با گاز ازت ۶ ماه پس از تولید

محدوده استاندارد

*مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۹۵ شیرینی و قنادی - ویژگی‌های میکروبیولوژی [۲۸]



نمودار ۱) ارزیابی حسی نمونه بهینه در ابتدای تولید، ۳ و ۶ ماه پس از تولید در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد

ارزیابی حسی جیره انرژی‌زای تولیدی در زمان‌های مختلف: ارزیابی حسی نمونه انتخاب‌شده براساس ۷ فاکتور عطر، طعم، رنگ، یکنواختی بافت، نرمی، عدم چسبندگی و مطلوبیت ظاهری در زمان‌های صفر (ابتدای تولید)، ۳ و ۶ ماه بعد، در نمودار ۱ نشان داده شده است. امتیاز شاخص‌های حسی بعد از گذشت ۶ ماه کاهش پیدا کرد، اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها در ابتدای تولید و ۳ و ۶ ماه پس از تولید مشاهده نشد.

محاسبه میزان انرژی در نمونه انتخاب‌شده: این نمونه حاوی ۵۶/۲۶٪ کربوهیدرات (قند کل)، ۲۴/۲۸٪ چربی و ۸/۹۸٪ پروتئین بود. با توجه به این که از متابولیسم هر گرم کربوهیدرات، چربی و پروتئین به ترتیب ۴، ۹ و ۴ کیلوکالری انرژی آزاد می‌شود، ۱۰۰ گرم از این فرمولاسیون تقریباً ۴۸۰ کیلوکالری انرژی تولید می‌کند که سهم کربوهیدرات، چربی و پروتئین به ترتیب ۲۲۵، ۲۱۹ و ۳۶ کیلوکالری است.

معنی‌داری در مورد نمونه‌های نگهداری‌شده در زمان‌های مختلف مشاهده نشد (جدول ۵).

همچنین با گذشت زمان، اندیس پراکسید چربی استخراج‌شده افزایش یافت، اما این افزایش حتی ۶ ماه پس از تولید نیز همچنان در محدوده استاندارد قرار داشت (جدول ۶).

بحث

نمونه بهینه برای تولید جیره انرژی‌زا: نمونه‌های ۹، ۱۰، ۳، ۸ و ۵ به ترتیب ۵ نمونه برتر از لحاظ خصوصیات کیفی بودند که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین آنها وجود نداشت. براساس ارزیابی‌های صورت‌گرفته، نمونه شماره ۵ به‌عنوان نمونه بهینه انتخاب شد. فرمولاسیون ۳ به دلیل عدم بافت مناسب و نمونه ۸ به دلیل پس‌دادن روغن حذف شدند. همچنین نمونه‌های ۸، ۹ و ۱۰ به سبب داشتن عسل در فرمولاسیون، اولاً گران‌قیمت بودند و ثانیاً در مواقع ضروری در حجم بالا قابل تولید نبودند. اما از آن‌جایی که نمونه ۵ دارای بافت و رنگ مناسب بود و همچنین تمام اجزای آن به‌راحتی و به‌مقدار فراوان در داخل کشور در دسترس است، به‌عنوان فرمولاسیون بهینه در نظر گرفته شد. فرمولاسیون نمونه شماره ۵ از شربت گلوکز، روغن قنادی، شیر خشک کم‌چرب، پودر نارگیل، کاکائو، اسانس وانیل، لسیتین و هیدروکسی تولوئن بوتیل‌تئیل تشکیل شده است. تمام ترکیباتی که در نمونه منتخب استفاده شده‌اند، ارزان‌قیمت بوده و تقریباً همگی آنها در ایران در مقیاس صنعتی تولید می‌شوند و در نتیجه، در مواقع بحرانی (جنگ یا تحریم‌ها)، این نمونه به‌راحتی و در مقیاس صنعتی قابل تولید و عرضه است. ضمناً، از آن‌جایی که این نمونه نیازی به حرارت‌دهی ندارد و تنها با مخلوط‌کردن و قالب‌زنی آماده می‌شود، در نتیجه به‌راحتی قابل تولید است. در این فرمولاسیون از شیر خشک کم‌چرب و روغن قنادی به‌عنوان منابع پروتئینی و چربی استفاده شده است. این ترکیبات دارای فعالیت آبی بسیار پایینی بوده و در نتیجه، آب در دسترس میکروارگانیسم‌ها محدود می‌شود. حتی شربت گلوکز و پودر نارگیل مورد استفاده نیز دارای ماندگاری بالایی هستند. شربت گلوکز علاوه بر این خصوصیات، به دلیل داشتن قندهای ساده و همچنین الیگوساکاریدها، تقریباً بلافاصله پس از مصرف و حتی تا چندین ساعت پس از مصرف باعث تولید انرژی برای بدن رزمنده می‌شود. از آن‌جایی که در تهیه این نمونه، حرارتی اعمال نمی‌شود، به‌جای استفاده از وانیل که حتی ممکن است آلودگی میکروبی نیز داشته باشد، از اسانس وانیل که دارای خصوصیات طعم‌دهندگی، آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی با قابلیت نگهداری درازمدت است، استفاده شده است. مطالعات متعددی آثار ضد میکروبی، ضد قارچی، ضد جهش‌زایی و آنتی‌اکسیدانی عصاره و اولئورزین وانیل را تایید کرده‌اند [۳۱]. در این فرمولاسیون از آنتی‌اکسیدان هیدروکسی‌تولوئن بوتیل‌تئیل نیز در حد استاندارد استفاده شده است. زیرا تندشدن چربی

آزمون‌های میکروبی جیره انرژی‌زای تولیدی در زمان‌های مختلف: آزمون‌های میکروبی انجام‌گرفته شامل شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، سالمونلا، انتروباکتریاسه، اشرشیاکلی و کپک بود. اگرچه با گذشت زمان از صفر به ۶ ماه پس از تولید، شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها از $4/4 \times 10^2$ به $1/0 \times 10^3$ کلونی در گرم افزایش یافت، اما شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها پس از ۶ ماه همچنان در محدوده استاندارد بود. نتایج به‌دست‌آمده در مورد میکروارگانیسم‌های سالمونلا، انتروباکتریاسه و اشرشیاکلی برای نمونه‌ها در ابتدای تولید و ۳ و ۶ ماه پس از تولید در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد نیز از لحاظ آماری یکسان و در محدوده استاندارد قرار داشت. تعداد کپک در ابتدای تولید و پس از گذشت ۳ ماه یکسان بود (کمتر از ۱۰ کلونی در گرم)، اما در مورد نمونه‌های بسته‌بندی‌شده با گاز ازت که ۶ ماه از تولید آنها می‌گذشت، تعداد کپک ($5/0 \times 10^1$ کلونی در گرم) افزایش یافته بود. البته در تمامی موارد، تعداد کپک‌های شمارش‌شده در محدوده استاندارد (کمتر از 10^2 کلونی در گرم) قرار داشت (جدول ۴).

جدول ۵) درصد وزنی ترکیبات جیره انرژی‌زای نگهداری‌شده در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد

نمونه تولیدی در زمان‌های مختلف	رطوبت	قند کل	چربی	پروتئین	خاکستر
نمونه در ابتدای تولید	۷/۰۵	۵۶/۲۶	۲۴/۲۸	۸/۹۸	۳/۴۳
نمونه ۳ ماه پس از بسته‌بندی	۵/۸۰	۵۷/۰۲	۲۴/۶۱	۹/۱۰	۳/۴۷
شده ۶ ماه پس از با گاز ازت	۵/۸۳	۵۷/۰۰	۲۴/۶۰	۹/۱۰	۳/۴۷

* مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱ تافی و آب‌نبات- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون [۲۶]

جدول ۶) اندیس پراکسید چربی استخراج‌شده جیره انرژی‌زای نگهداری‌شده در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد

نمونه تولیدی در زمان‌های مختلف	اندیس پراکسید چربی استخراج‌شده (میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم)*
نمونه در ابتدای تولید	۰/۵۰
نمونه ۳ ماه پس از تولید	۰/۵۲
بسته‌بندی‌شده ۶ ماه پس از با گاز ازت	۱/۱۹
محدوده استاندارد	۲/۰۰

* مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۱ تافی و آب‌نبات- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون و ۲۷.

ویژگی‌های بیسکویت [۲۶، ۲۷]

آزمون‌های شیمیایی جیره انرژی‌زای تولیدی در زمان‌های مختلف: با گذشت زمان، میزان رطوبت نمونه‌ها کاهش یافت و از ۷/۰۵٪ در ابتدای تولید به ۵/۸۰٪ و ۵/۸۳٪ بعد از گذشت ۳ و ۶ ماه از تولید در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد رسید. در مورد دیگر ترکیبات تشکیل‌دهنده نظیر قند کل، چربی، پروتئین و خاکستر، تفاوت

از مهم‌ترین موارد فساد در محصولات با ماندگاری بالا است [۲۳، ۲۶، ۲۷، ۳۲].

"هوا" نام تجاری آخرین و کامل‌ترین جیره انرژی‌زای وزارت دفاع ایالات متحده است که حتی برای مصرف عمومی نیز به بازار عرضه شده است. از هوا در عراق و افغانستان نیز استفاده شده است. این جیره حاوی شربت ذرت به‌عنوان منبع کربوهیدراتی، روغن پالم به‌عنوان منبع چربی و پروتئین سویا است [۳۳].

محاسبه میزان انرژی در نمونه انتخاب‌شده: مطالعات متعددی میزان انرژی مورد نیاز نیروهای نظامی را بررسی کرده‌اند [۱۶]. نمونه تولیدشده حاوی ۵۶/۲۶٪ کربوهیدرات (قند کل)، ۲۴/۲۸٪ چربی و ۸/۹۸٪ پروتئین است. ۱۰۰ گرم جیره انرژی‌زای تولیدشده، ۴۸۰ کیلوکالری انرژی تولید می‌کند. به‌طور معمول جیره‌های انرژی‌زای تولیدشده در جیره‌های نظامی سایر کشورها دارای ۵۰۰-۴۰۰ کیلوکالری انرژی در ۱۰۰ گرم جیره هستند. این جیره‌ها معمولاً حاوی ۶۰ گرم کربوهیدرات، ۱۵ گرم چربی و ۱۲ گرم پروتئین هستند [۱۶، ۱۷]. فرج‌زاده در تحقیق مشابهی، جیره‌ای اضطراری بر پایه شیر خرمای طراحی نمود که حاوی ۶۵٪ کربوهیدرات، ۱۷٪ چربی و ۲٪ پروتئین بود. هر ۱۰۰ گرم از این جیره ۴۹۷ کیلوکالری انرژی تولید می‌کرد که این میزان تقریباً مشابه میزان انرژی حاصل از ۱۰۰ گرم جیره انرژی‌زای تولیدشده در این بررسی است [۳۴].

ارزیابی حسی جیره انرژی‌زای تولیدی در زمان‌های مختلف: براساس نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی حسی نمونه تولیدشده، تفاوت معنی‌داری به‌لحاظ آماری میان نمونه‌های مختلف در ابتدای تولید و ۳ و ۶ ماه پس از تولید در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد (به‌ترتیب معادل صفر، ۱۸ و ۳۶ ماه در ۲۷ درجه سانتی‌گراد) مشاهده نشد [۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱]. در فرمولاسیون جیره غذایی فرج‌زاده در سال ۱۳۷۸، نتایج ارزیابی حسی و میزان رضایت‌مندی آن از نظر ویژگی‌هایی نظیر طعم، بو، رنگ، نرمی، عدم چسبندگی، کیفیت بسته‌بندی و مطلوبیت ظاهری به‌ترتیب ۱۶، ۱۳/۲، ۱۴/۸، ۱۸/۸، ۱۳/۲ و ۱۴/۸ بوده است. این میزان رضایت‌مندی مشابه نتایج حاصل از ارزیابی حسی در تحقیق حاضر است [۳۴].

آزمون‌های میکروبی جیره انرژی‌زای تولیدی در زمان‌های مختلف: آزمون‌های میکروبی انجام‌گرفته شامل شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها، سالمونلا، انتروباکتریاسه، اشرشیاکلی و کپک بودند. با گذشت زمان از صفر به ۶ ماه پس از تولید، اگر چه شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها و کپک اندکی افزایش نشان داد، اما شمارش میکروارگانیزم‌های سالمونلا، انتروباکتریاسه و اشرشیاکلی، یکسان و در محدوده تعیین‌شده استاندارد قرار داشت [۲۳، ۲۶، ۲۸، ۲۹، ۳۰].

به‌کاربردن ترکیبات تشکیل‌دهنده مناسب، استفاده از اسانس و روش‌های خوب تولید، دلایل جلوگیری از رشد میکروبی در جیره انرژی‌زای تولیدی بوده‌اند. در این فرمولاسیون از شیر خشک کم‌چرب، روغن قنادی، شربت گلوکز و پودر نارگیل استفاده شده است. این

ترکیبات دارای فعالیت آبی بسیار پایینی هستند و در نتیجه، آب در دسترس میکروارگانیزم‌ها محدود می‌شود. همچنین اسانس وانیل مورد استفاده، افزون بر طعم‌دهندگی، فعالیت ضد میکروبی نیز دارد. علاوه بر این، مقاوم‌بودن بسته‌بندی مورد استفاده نسبت به میکروارگانیزم‌ها و رطوبت از دیگر عوامل جلوگیری‌کننده از فعالیت میکروارگانیزم‌ها است. در تحقیق فرج‌زاده در سال ۱۳۷۸ نیز در ابتدای تولید، ویژگی‌های میکروبی جیره تولیدشده در محدوده استاندارد قرار داشته است [۳۴].

آزمون‌های شیمیایی جیره انرژی‌زای تولیدی در زمان‌های مختلف: با گذشت زمان، میزان رطوبت نمونه‌ها اندکی کاهش یافت. این کاهش می‌تواند از عوامل اصلی کاهش مطلوبیت و امتیاز برخی خصوصیات حسی جیره انرژی‌زا مانند میزان نرمی آن باشد. در نتیجه، بسته‌بندی چندلایه با استفاده از فویل آلومینیومی و پلی‌اتیلن با دانسیته پایین، روش مناسبی برای حفظ رطوبت نمونه (حتی ۶ ماه پس از تولید در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد) است [۱۰]. در مورد دیگر ترکیبات تشکیل‌دهنده نظیر قند کل، چربی، پروتئین و خاکستر، تفاوت معنی‌داری در مورد نمونه‌های نگهداری‌شده در زمان‌های مختلف (صفر تا ۶ ماه) مشاهده نشد.

اگرچه با گذشت زمان، اندیس پراکسید چربی استخراج‌شده افزایش یافته بود، اما همچنان حتی ۶ ماه پس از تولید نیز این افزایش در محدوده استاندارد قرار داشت [۲۳، ۲۶، ۲۷]. استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، اسانس وانیل و روش‌های خوب تولید از جمله دلایل پایین‌ماندن اندیس پراکسید پس از ۶ ماه نگهداری بودند. اسانس وانیل علاوه بر طعم‌دهندگی و خصوصیات ضد میکروبی، مانع افزایش بیش از حد اندیس پراکسید چربی جیره انرژی‌زا می‌شود. در ضمن، نفوذناپذیربودن بسته‌بندی نسبت به نور و اکسیژن نیز از دیگر عوامل موثر بر پایین‌نگه‌داشتن اندیس پراکسید است [۳۳]. مطالعات بسیاری استفاده از روش‌های نوین بسته‌بندی مانند اتمسفر تغییر یافته، اتمسفر کنترل‌شده و بسته‌بندی فعال و همچنین استفاده از جاذب‌ها را در کاهش اندیس پراکسید موثر دانسته‌اند [۱۱، ۱۲، ۳۳]. فرج‌زاده، اندیس پراکسید جیره تولیدی خود را پس از ۱۰ ماه نگهداری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۲/۱ میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم گزارش کرده بود که این میزان بالاتر از حد استاندارد بود و همچنین تقریباً دوبرابر اندیس پراکسید جیره تولیدشده در این تحقیق پس از ۶ ماه نگهداری در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد است. به‌نظر می‌رسد استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی (وانیلین) و سنتزی (BHT) در فرمولاسیون جیره تولیدی در این تحقیق، دلیل اصلی پایین‌بودن اندیس پراکسید باشد [۳۴].

نتیجه‌گیری

دلایل اصلی انتخاب جیره انرژی‌زای مذکور، ویژگی‌هایی نظیر بافت و رنگ مناسب، تولید آسان، عدم نیاز به حرارت‌دهی در تولید و همچنین

Soc. 1975;52:395-9.

14- Edwards JSA, Askew EW, King N. Rations in cold Arctic environments: Recent American military experiences. *Wilderness Environ Med.* 1995;6:407-22.

15- Edwards JSA, Roberts DE, Mutter SH. Rations for use in a cold environment. *J Wilderness Med.* 1992;3:27-47.

16- Tharion WJ, Lieberman HR, Montain SJ, Young AJ, Baker-Fulco CJ, DeLany JP, et al. Energy requirements of military personnel. *Appetite.* 2005;44(1):47-65.

17- Edwards JSA, Askew EW, King N, Fulco CS. Nutritional intake and carbohydrate supplementation at high altitude. *J Wilderness Med.* 1994;5(1):20-33.

18- National Standard of Iran. Evaluation of taste in food. Tehran: National Standard of Iran Publication; 1986. [Persian]

19- National Standard of Iran. Sensory testing, methodology, sampling methods and detection of the flavor. Tehran: National Standard of Iran Publication; 1994. [Persian]

20- National Standard of Iran. Sensory Testing-evaluation of products with a scale of oral. Tehran: National Standard of Iran Publication; 1993. [Persian]

21- National Standard of Iran. Sensory testing-diagnostic evaluation of taste in food. Tehran: National Standard of Iran Publication; 1984. [Persian]

22- National Standard of Iran. Edible oils and fat, cocoa butter, characteristics and test methods. Tehran: National Standard of Iran Publication; 1992. [Persian]

23- National Standard of Iran. Chocolate: Characteristics and test methods. Tehran: National Standard of Iran Publication; 2007. [Persian]

24- National Standard of Iran. Methods for measuring crude protein grain and its products. Tehran: National Standard of Iran Publication; 1987. [Persian]

25- National Standard of Iran. Sweets. Tehran: National Standard of Iran Publication; 1995. [Persian]

26- National Standard of Iran. Toffee candy: Characteristics and test methods. Tehran: National Standard of Iran Publication; 2007. [Persian]

27- National Standard of Iran. Biscuit features. Tehran: National Standard of Iran Publication; 2009. [Persian]

28- National Standard of Iran. Pastry and confectionary: Microbiological characteristics. Tehran: National Standard of Iran Publication; 2007. [Persian]

29- Tavakkoli HR, Soofiabadi G, Farajzadeh D, Rafati H, Karimi-Zarchi AA. Comparative evaluation of bacterial, chemical and sensory cooked foods by conventional and new equipment. *Mil Med J.* 2009;11(3):165-70. [Persian]

30- Tavakkoli HR, Karimi-Zarchi AA, Ezadi M. Bacterial contamination of food supply in academic medical centers related to Baqiyatallah hospital. *Mil Med J.* 2007;9(2):89-95. [Persian]

31- Peter KV. Handbook of herbs and spices. New York: CRC Press; 2004.

32- Frankel EN. Recent advances in chemistry of rancidity of fats. London: Royal Society of Chemists Special Publication; 1984.

33- Wikipedia.org [homepage on the Internet]. USA: the free encyclopedia; c2007 [update 2011 Jul 17]. Available from: <http://www.wikipedia.org/>

34- Farajzadeh D. Emergency rations formulation based on the date juice [research project]. Tehran: Baqiyatallah University of Medical Sciences; 1999. [Persian]

در دسترس بودن تمام ترکیبات تشکیل‌دهنده این جیره هستند. این جیره غذایی بعد از ۶ ماه گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد، از نظر ویژگی‌های حسی، میکروبی، شیمیایی و اندیس پراکسید با نمونه‌هایی که در زمان صفر تولید شده‌اند، تفاوت معنی‌داری ندارد. حتی بعد از ۶ ماه گرمخانه‌گذاری در ۳۸ درجه سانتی‌گراد، تمام خصوصیات کیفی و همچنین ماندگاری جیره در محدوده استاندارد و قابل قبول قرار دارند. این نتایج بیانگر این مساله هستند که به راحتی می‌توان از این جیره به‌عنوان جیره انرژی‌زا در شرایط اضطراری استفاده نمود.

منابع

- 1- Farajzadeh D, Rashidi-Jahan H, Tavakkoli R, Rafati H. Military commanders and their knowledge of nutrition in military personnel, 2005. *Mil Med J.* 2008;10(1):45-50. [Persian]
- 2- Tavakkoli HR, Sanaeei Nasab H, Karimi AA, Tavakkoli R. Survey of knowledge, attitude and practice proper food consumption pattern of a military population. *Mil Med J.* 2008;10(2):129-36. [Persian]
- 3- Tavakkoli HR, Farajzadeh D, Sofiabadi G, Ezadi M, Ghorbanpoor A. Satisfaction survey of five types of diets used in operational exercises, Payambar Azam hospital. *Mil Med J.* 2008;10(3):193-202. [Persian]
- 4- Meiselman HL, Schutz HG. History of food acceptance research in the US Army. *Appetite.* 2003;40(3):199-216.
- 5- Hirsch ES, Kramer FM, Meiselman HL. Effects of food attributes and feeding environment on acceptance, consumption and body weight: Lessons learned in a twenty-year program of military ration research: US Army Research (Part 2). *Appetite.* 2005;44(1):33-45.
- 6- Edwards J, Kipps M, Thomson J. British military feeding: The influence of food habits and food preferences on combat nutrition. *Int J Hospitality Manag.* 1988;7(3):251-64.
- 7- Farajzadeh D, Tavakkoli R, Sarrafpoor R. The food arrangements and planning for emergencies. *Mil Med J.* 2003;5(4):309-18. [Persian]
- 8- Torrance EP. Sensitization versus adaptation in preparation for emergencies: Prior experience with an emergency ration and its acceptability in a stimulated survival situation. *J Appl Psychol.* 1958;42(1):63-7.
- 9- Cardello AV, Bell R, Kramer FM. Attitudes of consumers toward military and other institutional foods. *Food Qual Pref.* 1996;7(1):7-20.
- 10- National Standard of Iran. Packaged foods: Prepared with a layer of aluminum. Tehran: National Standard of Iran Publication; 1995. [Persian]
- 11- Smith JP, Simpson BK, Lambert A. Use of modified atmosphere for shelf-life extension of food. *J Food Sci Technol.* 1988;2:250-5.
- 12- Smith JP, Hosahalli SR, Simpson BK. Developments in food packaging technology. Part II: Storage aspects. *Trends Food Sci Technol.* 1990;11:111-8.
- 13- Fioriti JA, Stahl HD, Cseri J, Sims RJ. Chemical and organoleptic properties of dried emulsions. *J Am Oil Chem*