اثر نوع و درصد گوشت و پودر شیرخشک بر ویژگی‌های شیمیایی و میزان آکریل آمید در برگر

مینا سعیدیان[۱]، راضیه نیازمند[۲]*، مریم عجم[۱]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد واحد دامغان، سمنان
۲- استادیارگروه شیمی موادغذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد،

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۴)

چکیده

در پژوهش حاضر، در مرحله اول اثر نوع و درصد گوشت (سه سطح ۳۰،۶۰ و ۹۰ درصد) و در مرحله دوم اثر جایگزینی شیر خشک با کنجاله سویا بر میزان آکریل‌آمید تشکیل‌شده در برگرهای گوساله و مرغ کباب شده (حاوی ۶۰ درصد گوشت) بررسی شد. همچنین میزان قند کل، پروتئین، رطوبت و ویژگی‌های حسی برگرها مورد اندازه‌گیری شد. نتایج حاکی از این مطلب بود که میزان آکریل‌آمید در برگرهای مرغ به طور معنی‌داری کمتر از برگرهای گوساله بود ($p<0/05$). بیشترین و کمترین میزان آکریل‌آمید تشکیل‌شده به ترتیب به برگر گوشت ۶۰ درصد (۶۶/۰۳ میکروگرم بر کیلوگرم) و برگر مرغ ۹۰ درصد (۲۶/۵۴ میکروگرم بر کیلوگرم) مربوط بود. همچنین افزایش درصد گوشت گوساله و مرغ از ۳۰ به ۶۰ درصد سبب افزایش آکریل‌آمید و افزایش درصد گوشت از ۶۰ به ۹۰ درصد سبب کاهش میزان آکریل‌آمید شد. میزان قند کل برگرهای حاوی گوشت مرغ به طور معنی‌داری بالاتر از برگرهای حاوی گوشت گوساله و میزان پروتئین آن‌ها پایین‌تر بود ($p<0/05$). همچنین نتایج حاکی از این بود که افزایش جایگزینی پودر شیر خشک منجر به افزایش میزان آکریل‌آمید تشکیل‌شده در نمونه‌های برگر شد. بیشترین و کمترین میزان آکریل‌آمید در مرحله دوم به ترتیب مربوط به برگر گوشت گوساله حاوی ۱۶ درصد پودر شیر خشک (۶۹/۲۵ میکروگرم بر کیلوگرم) و برگر مرغ حاوی ۸ درصد پودر شیر خشک (۴۰/۳۵ میکروگرم بر کیلوگرم) بود. به نظر می‌رسد که کمترین محتوای آکریل‌آمید در برگرهای ۹۰ درصد مرغ و بدون شیر خشک تشکیل شود.

کلید واژگان: آکریل‌آمید، اسیدآمینه، قند کل، میلارد، همبرگر

*مسئول مکاتبات: r.niazmand@rifst.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

۱- مقدمه

در آوریل ۲۰۰۲ دانشمندان اداره ملی سوئد و دانشگاه استکهلم، مقدار قابل‌توجهی آکریل‌آمید[1] ($H2C=CH–CO–NH_2$) را در سیب‌زمینی‌های گرم شده و غذاهای پخته شناسایی کردند [۱، ۲، ۳]. این ترکیب به عنوان عامل ایجاد مسمومیت در سیستم عصبی[2] شناخته‌شده است. آژانس بین‌المللی تحقیق در مورد سرطان این ترکیب را جزء مواد سرطان‌زا[3] (گروه ۲A) طبقه‌بندی کرده است و چگونگی ایجاد سرطان پوست و ریه در اثر مصرف این ترکیب را به‌وضوح نشان داده است [۱، ٤، ٥].

آکریل‌آمید به واسطه‌ی ایجاد جهش در ژن‌ها و ایجاد چندین نوع سرطان یکی از نگرانی‌های عمده در مورد سلامت انسان محسوب می‌شود و عامل بروز سی درصد از موارد سرطانی مشاهده‌شده در انسان شناخته‌شده است. مهم‌تر این‌که هیچ حد ایمنی که باعث ایجاد سرطان نشود، برای آکریل‌آمید تعیین نشده است چرا که حتی غلظت‌های کم آن خطرآفرین و سرطان‌زاست [٦].

آکریل‌آمید به عنوان یک ترکیب هیدروفیلیکی با وزن مولکولی پایین در مواد غذایی خام و پخته وجود دارد؛ بنابراین، تعیین آکریل‌آمید در مواد غذایی به ویژه در غذاهای غنی از کربوهیدرات مانند سیب‌زمینی سرخ‌کرده و همچنین غذاهای فراوری‌شده و پخته‌شده در دماهای بالا تحت شرایط رطوبت کم بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۱]. در مواد غذایی غنی از چربی، کربوهیدرات و آسپارژین که تحت فرایند حرارتی و سرخ کردن قرار می‌گیرند، آکریل‌آمید تشکیل می‌شود. این ترکیب در دمای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، به عنوان یک فراورده جانبی طی چرخه‌ی واکنش آسپاراژین–گلوکز (واکنش میلارد) یا تجزیه تری‌گلیسیریدها تشکیل می‌شود. این واکنش حاصل ترکیب یک قند احیاء کننده و یک اسیدآمینه می‌باشد [۱، ۷]؛ بنابراین احتمال تشکیل آکریل‌آمید در غذاهایی مانند چیپس سیب‌زمینی، قهوه، فراورده‌های گوشتی (سرخ یا کباب شده)، غلات، حبوبات و نان وجود دارد اما در لبنیات تشکیل نمی‌شود [۸]. در سال ۲۰۱٤ قاسمیان و همکاران به بررسی اثر پارامترهای مختلف شامل دما در سه سطح ۱۷۰، ۱۹۰ و ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد، زمان سرخ کردن در ٥، ٦ و ۷ دقیقه و مقدار گوشت گوساله در سطوح ۳۰، ٦۰ و ۸٥ درصد بر تولید آکریل-آمید در برگر سرخ‌شده با استفاده از طراحی آزمایش تاگوچی پرداختند. بررسی‌های آن‌ها نشان داد سه فاکتور دما، درصد گوشت و زمان بر میزان تولید آکریل‌آمید مؤثر بود. این محققین گزارش کردند که کمترین میزان آکریل‌آمید در کمترین دما و زمان و بالاترین درصد گوشت مشاهده‌شد [۹].

گوشت و فراورده‌های گوشتی، به دلیل محتوی آهن و پروتئین بالا از پرمصرف‌ترین مواد غذایی می‌باشند و در این میان همبرگر یکی از محبوب‌ترین فراورده‌های گوشتی در سراسر جهان است؛ که به طور گسترده در رستوران‌های غذا سریع[4] مانند مک‌دونالد و برگر کینگ استفاده می‌شود [۱۱، ۱۰]. برگرها به عنوان یک جزء اصلی از رژیم غذایی آمریکایی است. محققان بازار مواد غذایی تخمین زده‌اند که بیش از ۹ میلیارد همبرگر در ایالات‌متحده آمریکا به مصرف‌کنندگان در رستوران‌ها و دیگر فروشگاه‌های غذا در سال ۲۰۱٤ فروخته‌شده است [۱۲]. در سال ۲۰۱۷ بر اساس تحقیق سانکو و کلساریچی میزان غلظت آکریل‌آمید در برگرها و ناگت‌های مرغ خریداری‌شده از رستوران‌های غذاهای سریع به ترتیب در محدوده ۱۳/٤۳–۱۱۸/۹۷ و ۳۲/۹۲–۱۳٤/۹۰ نانوگرم در گرم گزارش شد [۱۳].

نظریه‌های متفاوتی برای تشکیل آکریل‌آمید در گوشت وجود دارد اما هنوز مکانیسم آن به درستی شناخته‌نشده است. در بعضی از منابع اشاره شده است که آکریل‌آمید در دمای بالا از اسیدهای آمینه طبیعی موجود در گوشت تولید می‌شود [۱٤] ؛ اما مهم‌ترین نظریه این است که حرارت بالای پخت در فراورده‌های گوشتی (به ویژه سرخ کردن و کباب کردن گوشت) باعث تبدیل کارنوسین[5] موجود در ماهیچه به آکریل-آمید می‌شود. همچنین محققین بر این باورند که در دمای بالا آکریل‌آمید در گوشت قرمز بسیار سریع‌تر در مقایسه با سیب-زمینی تشکیل می‌شود [٦].

کباب کردن[6] یک روش پخت و پز ساده و محبوب است؛ و به دلیل بو، عطر و طعم منحصر به فردی که در مواد غذایی تولید

1. Acrylamide
2. Neurotoxic
3. Carcinogenic
4. Fast food
5. Carnosine (β-alanyl-L-histidine)
6. Grill

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

می‌کند اغلب توسط مصرف‌کنندگان مورد توجه قرار می‌گیرد [۱۰]. دمای ماده غذایی در این فرایند بین ۱۰۰ تا ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد متغیر است. بنابراین امکان تشکیل آکریل‌آمید در ماده غذایی کباب شده بالاست [۱۵].

اگر چه آکریل‌آمید عمدتاً در غذاهای حاوی کربوهیدرات دیده می‌شود، فرآیندهای سرخ کردن، بخار دادن پخت منجر به تشکیل آکریل‌آمید در محصولات گوشتی نیز می‌شود. بنابراین به دلیل اثرات نامطلوب آکریل‌آمید بر سلامتی در طیف وسیعی از مواد غذایی، به کاربرد استراتژی‌های کاهش آکریل‌آمید نیاز است. این استراتژی‌ها شامل کاهش مواد پیش ساز، زمان حرارت و دمای بالا تا حد امکان، افزودن آنزیم‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها به سیستم و حذف ترکیب آکریل‌آمید حاصل از سیستم می‌باشد. نوع و چرخه روغن در سرخ کردن، مواد اولیه موجود در سیستم، روش پخت، دما، زمان و ذخیره‌سازی به عنوان عوامل مؤثر بر شکل‌گیری آکریل‌آمید در محصولات گوشتی ذکر شده است [۱۶].

با وجود مصرف بالای همبرگرهای کباب شده در ایران و سایر کشورها تاکنون پژوهش منسجمی در زمینه‌ی عوامل مؤثر بر تشکیل آکریل‌آمید در برگرها انجام نشده است و به ویژه به اثر فرمولاسیون بر تشکیل آکریل‌آمید در برگرها کمتر پرداخته‌شده است. به نظر می‌رسد علاوه بر محتوای گوشت عوامل متعدد دیگری نیز در تشکیل آکریل‌آمید در فراورده‌های گوشتی نقش دارند. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر نوع گوشت و درصد آن، مقدار جایگزینی پودر شیر خشک با آرد بر تشکیل آکریل‌آمید در برگر می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

برای تهیه همبرگرها گوشت گوساله و مرغ از کشتارگاه شهرستان شاهرود (ایران)، آرد سوخاری از شرکت طوس پرک، سویای سبحان و پودر شیر خشک از شرکت لینا نمکی، نمک از شرکت نمک مهتاب و ادویه مخصوص همبرگر از شرکت دیهیم‌داران خریداری شد. کلیه مواد و محلول‌های شیمیایی مورد نیاز از شرکت مرک خریداری شدند.

۲-۲- مراحل انجام آزمون‌ها

۲-۲-۱- مرحله اول: بررسی اثر نوع و درصد گوشت

در این مرحله اثر دو نوع گوشت گوساله (مخلوطی از گوشت ران و قلوه‌گاه که قلوه‌گاه ۲۰ درصد مجموع گوشت را تشکیل می‌داد) و گوشت مرغ (ران و سینه) و همچنین درصد آن‌ها (۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد) بر میزان تشکیل آکریل‌آمید در همبرگر بررسی شد.

۲-۲-۲- تهیه برگرها

گوشت گوساله و مرغ پس از استخوان‌گیری به مدت ۴۸ ساعت در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند و پس از آن به مدت ۱۲ ساعت در یخچال در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد انجماد زدایی شدند. سپس به وسیله‌ی دستگاه چرخ‌گوشت (Kenwood، ساخت کشور آمریکا) دو بار چرخ شدند و مطابق جدول ۱ با پیاز چرخ شده، آرد سوخاری و سویا مخلوط شده و در انتها ادویه و نمک به فرمول‌های همبرگر ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد اضافه شد. مواد در مخلوط‌کن (Kenwood، ساخت کشور آمریکا) با سرعت ۲ به مدت ٤ دقیقه مخلوط شدند. سپس نمونه‌ها قالب‌گیری شده و به فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد انتقال یافتند. پس از ٤۸ ساعت نمونه‌های همبرگر جهت انجماد زدایی به مدت ۱۲ ساعت به یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد انتقال یافتند. پس از این مرحله نمونه‌های همبرگر در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد در دستگاه گریل (Philips، ساخت کشور چین) تا رسیدن دمای مرکز همبرگر به ۷۲ درجه سانتی‌گراد کباب شدند (هر طرف همبرگر ٦ دقیقه کباب شد). نمونه‌ها تا زمان انجام آزمون‌ها در فریزر نگهداری شدند.

۲-۲-۳- مرحله دوم: بررسی اثر درصدهای مختلف پودر شیر خشک

در این مرحله با توجه به نتایج آکریل‌آمید در مرحله اول، همبرگر ٦۰ درصد گوشت و مرغ انتخاب‌شده و میزان ۸، ۱۲ و ۱٦ درصد پودر شیر خشک جایگزین بخش آردی آن (سویا و آرد سوخاری) شد. بقیه اجزاء فرمول ثابت بودند. نمونه‌های همبرگر آماده شده به مدت ٤۸ ساعت منجمد شدند. پس از انجماد زدایی به شیوه‌ی قبل پخته و آزمون‌های لازم روی آن‌ها انجام شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

Table 1 Main ingredients of burger sample formula

Hamburger 90%	Hamburger 60%	Hamburger 30%	Ingredients formula
93.36	63.35	31.89	**Meat (beef or chicken)**
4.97	21.96	23.96	***Onion**
4.16	6.33	7.97	**Bread crumbs flour**
0	12.67	34.87	****Soybean meal**

* grind onion was added.
**Soybean meal was soaked in water for 30 min, and after separating the water, it was grinded and added.

۲-۳-اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی

مقداری از همبرگر گوشت و مرغ به مدت ۱۲ ساعت در یخچال انجماد زدایی شد. سپس نمونه‌ها به وسیله آسیاب (World Stare، ساخت کشور چین) خردشده و ۵ گرم از هر نمونه روی ترازوی دیجیتال (AND, HR-200، ساخت کشور آلمان) وزن شد و رطوبت آن‌ها مطابق روش هانگ و همکاران (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شد [۱۷] . درصد رطوبت از فرمول ۱ به دست آمد

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{m1-m2}{w} \times 100$$

که m_1 و m_2 وزن پلیت و نمونه بر حسب گرم به ترتیب قبل و بعد از آون‌گذاری و w وزن نمونه بر حسب گرم است.

برای اندازه‌گیری پروتئین، حدود ۲ گرم از نمونه در کاغذ صافی کوچکی که قبلاً وزن شده بود با دقت یک‌دهم میلی‌گرم وزن شده و به بالن هضم انتقال داده شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ و ۸ گرم از مخلوط کاتالیزور (۹۶ درصد سولفات پتاسیم، ۳/۵ درصد سولفات مس و ۰/۵ درصد اکسید سلنیوم) به آن افزوده‌شده و به بالن مخصوص دستگاه هضم کلدال (مدل DK6، ساخت شرکت Velp آلمان) وصل و حرارت داده شد. بعد از اتمام مراحل هضم، عمل تقطیر مطابق استاندارد ملی ایران (۱۳۸۹) انجام شده و درصد پروتئین از فرمول ۲ محاسبه شد [۱۸].

$$\text{درصد پروتئین} = \frac{(v1-v2)\times 0/0014\times 6/25\times 100}{w}$$

که v_1 و v_2 به ترتیب مقدار اسیدسولفوریک مصرف‌شده برای نمونه و شاهد بر حسب میلی‌لیتر و w وزن نمونه بر حسب گرم می‌باشند.

اندازه‌گیری قند کل به روش لین آینون[1] و با استفاده از محلول‌های فهلینگ A و فهلینگ انجام شد [۱۹].

۲-٤- اندازه‌گیری آکریل‌آمید

اندازه‌گیری آکریل‌آمید مطابق دستور شرکت سازنده‌ی (Thermo Electron Corporation) دستگاه GC-MS (مدل Varian on trap Saturn 2200، ساخت کشور کانادا) انجام شد. یک گرم نمونه با استفاده از مخلوط‌کن با دور بالا با ۱۰ میلی‌لیتر آب مخلوط و سپس سانتریفوژ شد. پس از صاف کردن (اندازه منافذ ۰/٤٥ میکرون) به ۳ میلی‌لیتر از آن ۳۰۰ میکرو لیتر واکنش‌گر برمه کننده اضافه شد. پس از گذشت ۱ ساعت به آن ۱ قطره تیوسولفات سدیم افزوده شد و به کمک ۲ میلی‌لیتر اتیل‌استات آکریل‌آمید استخراج شد. ۲ میکرو لیتر از محلول فوق به دستگاه GC-MS با ستون DB5 (۳۰ میکرومتر در ۲۵۰ میکرومتر در ۰/۲۵ میکرومتر) تزریق شد [۲۰]. برنامه دمایی دستگاه به شرح ذیل بود:

دمای آون: ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ دقیقه

دمای تزریق: ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد

دمای Xfer line: ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد

دمای دریچه: ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد

حالت یونیزاسیون: CI

منحنی کالیبراسیون با غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میکروگرم بر لیتر آکریل‌آمید رسم شد [۲۱].

۲-۵- ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی برگرها شامل رنگ، بافت، طعم و پذیرش کلی می‌باشد که توسط ۱۲ ارزیاب آزموده با آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیازات بین ۱ (خیلی‌بد) و ۵ (خیلی‌خوب) در نظر گرفته شد.

۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند. تجزیه و تحلیل آماری در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار Minitab 16 انجام شد. میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن ($p<۰/۰۵$) با یکدیگر مقایسه شدند. نمودارها با نرم‌افزار Excel 2007 رسم شدند.

1. Lyne eynon

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مرحله اول: اثر نوع و درصد گوشت

۳-۱-۱-ویژگی‌های شیمیایی

جدول ۲ میزان رطوبت نمونه‌های مختلف برگر را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین درصد رطوبت در برگرهای حاوی گوشت مرغ و گوساله بود (p<۰/۰۵). به طور کلی برگرهای گوشت مرغ (میانگین ٦۸ درصد) حاوی مقدار رطوبت بیشتری نسبت به برگرهای گوشت گوساله (میانگین ٦٦ درصد) بودند که علت آن به رطوبت بالاتر گوشت مرغ نسبت به گوساله نسبت داده می‌شود. این نتایج با گزارش استاندارد ملی ایران (۱۳۷۹) مطابقت دارد که میانگین درصد رطوبت برگر گوشت گوساله و مرغ خام را به ترتیب ٦٤/٦٦ و ٦۷/۵ درصد ذکر کردند [۲۲]. در هر دو نوع برگر حاوی گوشت مرغ و گوساله، با افزایش درصد گوشت میزان رطوبت کاهش یافت که این پدیده را می‌توان به کم شدن درصد سویا در برگرها همگام با افزایش درصد گوشت نسبت داد. از آن جایی که از سویای خیس شده در فرمول‌های برگر استفاده شده بود، افزایش درصد سویا در فرمول با افزایش رطوبت نمونه‌های برگر همراه بود. از سوی دیگر پروتئین سویا خود ظرفیت نگهداری آب بالایی داشته و بدین منظور در فرمول برگرها استفاده می‌شود [۲۳]. افزایش مقدار گوشت از ۳۰ به ۹۰ درصد در نمونه‌های برگر مرغ و گوساله به ترتیب با ۲/۸ و ۵/٦ درصد کاهش در میزان رطوبت آن‌ها همراه بود. کم‌ترین میزان رطوبت به برگر حاوی ۹۰ درصد گوشت گوساله مربوط بود.

Table (2) Effect of different types and percentages of meat on moisture content, total sugar, and protein of burgers*

Protein%	Total sugar%	Moisture%	Meat%	Burger type
17.60±0.37e	6.90±0.19a	69.55	30	**Chicken Meat**
21.62±0.03d	5.44±0.17b	67.66	60	
23.65±0.51c	4.61±0.05c	66.79	90	
21.06±0.45d	5.60±0.09b	69.06	30	**Beef Meat**
25.68±0.47b	4.39±0.05c	65.50	60	
27.77±0.33a	0.00±0.00	63.45	90	

*Mean±SD

The similar letters in each column indicate that there is no significant difference based on the Duncan test (P<0.05).

از آن جایی که عمده‌ترین مسیر تشکیل آکریل‌آمید در مواد غذایی واکنش میلارد است، اندازه‌گیری قند کاهنده و پروتئین در تعیین میزان آکریل‌آمید نقش بسزایی دارد [۲٤]. نتایج نشان داد که به طور کلی میزان پروتئین برگرهای گوساله (جدول ۲) به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های برگر مرغ (به طور میانگین ۳/۹ درصد) بود (p<۰/۰۵) که علت آن بالاتر بودن محتوی پروتئین گوشت گوساله نسبت به گوشت مرغ است [۲۳]. همچنین افزایش درصد گوشت در فرمول هر دو برگر گوساله و مرغ با افزایش معنی‌دار میزان پروتئین در آن‌ها همراه بود (p<۰/۰۵). به طور کلی میزان کارنوسین در گوشت قرمز حدود ۰/۱۵ تا ۰/۳۵ درصد می‌باشد [۲۵]. از این رو با افزایش درصد گوشت میزان کارنوسین در برگر افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش درصد گوشت (قرمز و سفید) درصد پروتئین نمونه‌های برگر افزایش و در نتیجه محتوی اسیدآمینه‌ها از جمله آسپارژین افزایش می‌یابد. بنابراین افزایش درصد آسپارژین و کارنوسین در برگرها می‌تواند به افزایش سطح آکریل‌آمید در آن‌ها منجر شود.

جدول ۲ بیانگر اثر معنی‌دار نوع و درصد گوشت بر میزان قند کل می‌باشد (p<۰/۰۵). به طور کلی محتوی قند برگرهای مرغ بیش از برگرهای گوساله بود. هرچند که منبع منسجمی برای بررسی میزان قند کل در برگر یافت نشد اما بابجی و همکاران در سال ۲۰۰۰ طی بررسی مقایسه‌ای درصد کربوهیدرات در همبرگر و مرغ برگر اظهار کردند که میزان کربوهیدرات در مرغ برگر بالاتر از همبرگر بود [۲۳]. همچنین با افزایش درصد گوشت گوساله و مرغ از ۳۰ به ۹۰ درصد، میزان قند کل به ترتیب ۲/۳ و ۵/٦ درصد کاهش یافت که علت آن را می‌توان به کاهش ترکیبات دارای قند مانند آرد سوخاری در فرمول نسبت داد. این امر سبب شده است که میزان قند کل در برگر ۹۰ درصد گوشت تقریباً برابر صفر شود زیرا محتوی آرد سوخاری در فرمول آن بسیار پایین بود. همچنین به طور کلی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

میزان قند در گوشت قرمز پایین‌تر از گوشت سفید است [۲۳].

۳-۱-۲-آکریل‌آمید

شکل ۱ بیانگر تأثیر معنی‌دار نوع گوشت و درصد آن بر میزان آکریل‌آمید نمونه‌های برگر است (p<۰/۰۵). نتایج نشان داد که میزان آکریل‌آمید تشکیل‌شده در نمونه‌های برگر حاوی گوشت گوساله به طور میانگین ۲۰/۱ درصد بیش از برگرهای حاوی گوشت مرغ بود. نتیجه‌گیری فوق در آزمایشی که تارک و همکاران در سال ۲۰۰۲ انجام دادند نیز مشاهده‌شده بود [٦]. آن‌ها میزان آکریل‌آمید تشکیل‌شده طی فرایند سرخ کردن دو نمونه گوشت قرمز و سفید (گوشت گاو خردشده و ماهی خردشده) را اندازه‌گیری کردند. نتایج آن‌ها حاکی از بالاتر بودن میزان آکریل‌آمید تشکیل‌شده در گوشت قرمز نسبت به گوشت سفید بود (در گوشت گوساله‌ی خردشده ۱۷ میکروگرم بر کیلوگرم و در گوشت ماهی خردشده ۵ میکروگرم بر کیلوگرم). همچنین پرتی و همکاران (۲۰۱۱) با اندازه‌گیری کارنوسین دریافتند میزان این ترکیب در گوشت قرمز بیشتر از گوشت مرغ است. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد کارنوسین یکی از مسیرهای تشکیل آکریل‌آمید می‌باشد [۲٦]. از این رو محتوی کارنوسین بالاتر با تشکیل آکریل‌آمید بیشتری نیز همراه است. البته گزارش‌های متناقضی هم مبنی بر میزان کارنوسین بیشتر در گوشت‌های سفید نسبت به گوشت‌های تیره وجود دارد [۲۷]. در هر دو نوع برگر گوساله و مرغ، افزایش درصد گوشت از ۳۰ به ٦۰ درصد با افزایش معنی‌دار میزان آکریل‌آمید (به ترتیب ۷/۹ و ۸/۸ درصد) همراه بود (p<۰/۰۵) در حالی که افزایش درصد گوشت از ٦۰ به ۹۰ درصد منجر به کاهش معنی‌دار میزان آکریل‌آمید (به ترتیب در برگر گوساله و مرغ ۲۹/۸ و۱۳/۷ درصد) شد (p<۰/۰۵). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده شد به طور کل میزان پروتئین در هر دو نوع برگر گوساله و مرغ ٦۰ درصد بیش از برگر ۳۰ درصد در حالی که میزان قند آن کمتر بود. با توجه به این‌که واکنش میلارد در غیاب ترکیبات ازته نیز می‌تواند تشکیل شود اما در غیاب قند تشکیل نمی‌شود [۲۸]. بنابراین انتظار می‌رود که میزان تشکیل آکریل‌آمید در برگر ٦۰ درصد کمتر از ۳۰ درصد باشد. با توجه به این‌که درصد گوشت در برگر ٦۰ درصد بیش از ۳۰ درصد می‌باشد، می‌توان گفت که میزان کارنوسین بیشتر و در نتیجه آکریل‌آمید بیشتری نیز تشکیل می‌شود.

کمترین محتوای آکریل‌آمید به ترتیب به برگر مرغ (۲٦/۵ میکروگرم بر کیلوگرم) و گوساله (۳٦/۲ میکروگرم بر کیلوگرم) ۹۰ درصد مربوط بود. با توجه به ناچیز بودن مقدار قند کل در برگر گوساله ۹۰ درصد می‌توان گفت که اصلی‌ترین مسیر تشکیل آکریل‌آمید در این نوع برگرها چرخه‌ی کارنوسین است و چرخه‌ی تشکیل آکریل‌آمید از قند و اسیدآمینه در برگر گوساله ۹۰ درصد منتفی است. در حالی که در برگر مرغ ۹۰ درصد به دلیل وجود مقدار هر چند کم قند کل (٤/٦ درصد)، علاوه بر مسیر کارنوسین، بخشی از آکریل‌آمید می‌تواند از مسیر میلارد تشکیل گردد. به هر حال به دلیل وجود مقدار بیشتری کارنوسین در گوشت گوساله محتوای آکریل‌آمید در برگر آن بیش از مرغ است.

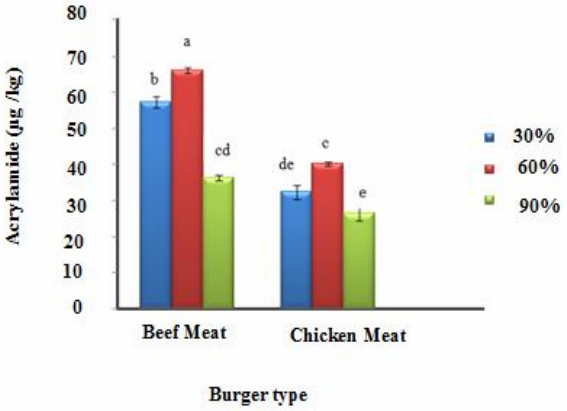

Fig 1 Effect of the type and percentage of the meat on acrylamide content in burger samples. Data values are means±SD. Bars with the same letters are not significantly different at P< 0.05.

۳-۱-۳- آزمون حسی

طبق نظر ارزیاب‌ها اثر درصد گوشت مورد استفاده در فرمول-های برگر بر بافت، طعم و پذیرش کلی آن‌ها معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). در بین نمونه‌های برگر بالاترین امتیاز از نظر طعم و بافت را برگرهایی که بالاترین میزان آکریل‌آمید را نیز داشتند کسب کردند به این ترتیب که برگر ٦۰ درصد گوشت گوساله و مرغ با ٤۸ امتیاز به طور مساوی بالاترین امتیاز را از نظر طعم و بافت و برگر ٦۰ درصد گوساله با ٤۸ امتیاز بیشترین پذیرش کلی را داشت.

۳-۲-مرحله‌ی دوم: اثر جایگزینی پودر شیر خشک

۳-۲-۱-ویژگی‌های شیمیایی

جدول ۳ میزان رطوبت برگرهای مرغ و گوشت ٦۰ درصد را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

درصد رطوبت برگرهای مرغ و گوشت حاوی پودر شیر خشک با یکدیگر و با نمونه‌ی شاهد (به استثنای برگر گوشت حاوی ۱۶ درصد شیر خشک) بود ($p>۰/۰۵$). به طور کلی با افزایش درصد پودر شیر خشک از صفر تا ۱۶ درصد میزان رطوبت در برگرهای گوشت گوساله و مرغ به ترتیب ٤/٤ و ۲/٦ درصد کاهش یافت که علت آن جایگزینی پودر شیر خشک با سویای خیس شده در این مرحله است که این امر با کاهش میزان رطوبت همراه است.

Table 3 Effect of replacing powdered milk with soybean and bread crumbs on moisture content, total sugar, and protein of 60% beef and chicken burgers*

Protein%	Total sugar%	Moisture%	Milk Powder%	Burger type
21.62±0.03bc	5.44±0.17def	66.91±0.38a	0	Chicken Meat
19.62±0.25cd	7.50±0.13bc	65.91±0.64a	8	
19.71±0.37cd	8.21±0.05b	65.55±0.42a	12	
18.10±0.12d	9.86±0.66a	64.28±0.95a	16	
25.68±0.47a	4.40±0.05f	65.50±0.06a	0	Beef Meat
22.51±0.38b	4.65±0.06ef	65.17±1.10a	8	
21.22±0.41bc	5.61±0.06b	64.27±0.66a	12	
20.13±0.35bcd	6.52±0.13a	61.04±0.18b	16	

*Mean±SD

The similar letters in each column indicate that there is no significant difference based on the Duncan test (P<0.05).

جدول ۳ میزان پروتئین نمونه‌های برگر را نشان می‌دهد. افزایش پودر شیر خشک به طور معنی‌داری سبب کاهش درصد پروتئین نمونه‌های برگر شد ($p<۰/۰۵$). به طور کلی با افزایش درصد پودر شیر خشک از صفر تا ۱۶ درصد، میزان پروتئین در برگرهای گوشت گوساله و مرغ به ترتیب ۵/۲ و ۳/۱ درصد کاهش یافت که علت آن کاهش درصد سویا در فرمول می‌باشد. شایان ذکر است که درصد پروتئین کنجاله سویا ٤۲ تا ٤۷ درصد اما درصد پروتئین پودر شیر خشک بدون چربی ۳۸ درصد می‌باشد.

جدول ۳ بیانگر اثر معنی‌دار جایگزینی پودر شیر خشک با سویا بر میزان قند کل نمونه‌های برگر می‌باشد ($p<۰/۰۵$). همان‌طور که از شکل پیداست افزودن پودر شیر خشک اثر معنی‌داری در میزان قند کل در مقایسه با نمونه‌ی شاهد داشت ($p<۰/۰۵$). با افزایش درصد پودر شیر خشک از صفر تا ۱۶ درصد میزان قند کل در برگرهای گوساله و مرغ به ترتیب ۲/۱ و ٤/٤ درصد افزایش پیدا کرد که علت را می‌توان وجود مقادیر بالای قند احیاکننده‌ی لاکتوز در شیر خشک دانست [۲۹] . همچنین میزان قند کل نمونه‌های برگر مرغ به طور قابل‌توجهی بالاتر از برگر گوشت بود ($p<۰/۰۵$).

۳-۲-۲- آکریل‌آمید

اثر جایگزینی پودر شیر خشک بر میزان آکریل‌آمید نمونه‌های برگر در شکل ۲ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که میزان آکریل‌آمید نمونه‌های برگر گوشت به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های برگر مرغ است ($p<۰/۰۵$) که مؤید نتایج قبل می‌باشد. افزایش مقدار شیر خشک از صفر تا ۱۶ درصد در فرمول نمونه‌های برگر گوساله و مرغ به ترتیب با افزایش ۳/۲ و ۱٦/٤ درصدی میزان آکریل‌آمید همراه بود که این افزایش در برگر مرغ معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) اما در برگر گوشت گوساله معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) که علت را می‌توان بالاتر بودن میزان قند کل در برگر مرغ نسبت به گوساله دانست (جدول ۲).

با مروری بر نتایج قبل مشاهده می‌شود که پروتئین و قند کل که عوامل اصلی تشکیل آکریل‌آمید می‌باشند با افزایش درصد پودر شیر خشک به ترتیب کاهش و افزایش‌یافته‌اند (جدول ۳) اما علت افزایش آکریل‌آمید به افزایش درصد قند کل نسبت داده می‌شود زیرا همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، واکنش میلارد می‌تواند در غیاب ترکیبات ازته نیز تشکیل شود اما در غیاب قند تشکیل نمی‌شود [۲۸] . بنابراین میزان آکریل‌آمید در این مرحله به تبع افزایش قند در نمونه افزایش یافت. همچنین بالا بودن قدرت احیاکنندگی لاکتوز موجود در شیر خشک سبب افزایش تشکیل واکنش میلارد و تشکیل آکریل‌آمید می‌شود [۲۹].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

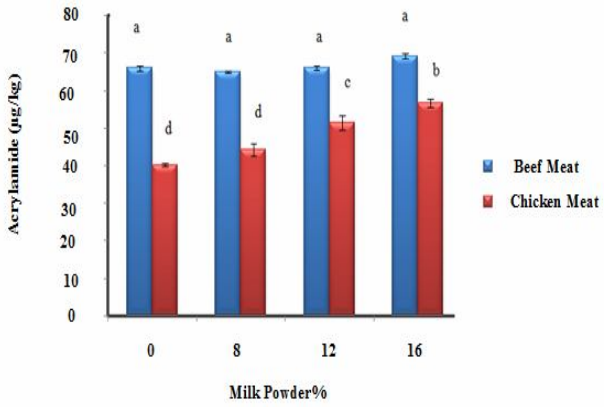

Fig 2 Effects of replacing powdered milk with soya and bread crumbs on acrylamide content in 60% beef and chicken burgers. Data values are means±SD. Bars with the same letters are not significantly different at $P< 0.05$.

۳-۲-۳- آزمون حسی

طبق نظر ارزیاب‌ها اثر درصد پودر شیر خشک روی طعم، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های برگر معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). در بین نمونه‌ها بالاترین امتیاز از نظر پذیرش کلی مربوط به برگرهای گوشت و مرغ حاوی ۸ و ۱۲ درصد پودر شیر خشک با امتیاز ٤٧ بود.

٤- نتیجه‌گیری کلی

نتایج اولین مرحله پژوهش حاضر نشان داد که با وجود بالاتر بودن میزان قند کل در نمونه‌های برگر مرغ، میزان آکریل‌آمید آن‌ها به طور معنی‌داری پایین‌تر از برگرهای گوشت گوساله بود (p<۰/۰۵). میزان آکریل‌آمید در برگرهای گوشت گوساله ۳۰، ٦۰ و ۹۰ درصد به ترتیب ٥٧/٢٤، ٦٦/٠٣ و ٣٦/٢١ میکروگرم بر کیلوگرم، در حالی که در برگرهای مرغ به ترتیب ٣٢/٣٢، ٤٠/٢١ و ٢٦/٥٤ میکروگرم بر کیلوگرم بود. افزایش درصد گوشت گوساله و مرغ از ۳۰ تا ۹۰ درصد با افزایش معنی‌دار میزان قند کل و پروتئین در برگرهای مرغ و گوساله همراه بود (p<۰/۰۵). بالا رفتن درصد گوشت (گوساله و مرغ) سبب کاهش معنی‌دار میزان رطوبت و افزایش معنی‌دار میزان چروکیدگی شد (p<۰/۰۵).

جایگزینی پودر شیر خشک سبب افزایش معنی‌دار میزان آکریل‌آمید نمونه‌ها شد (p<۰/۰۵). میزان آکریل‌آمید برگرهای مرغ حاوی صفر، ۸، ۱۲ و ١٦ درصد پودر شیر خشک به ترتیب ٤٠/٢١، ٤٤/٣٥، ٥١/٤٥ و ٥٦/٦٥ میکروگرم بر کیلوگرم بود در حالی که میزان آکریل‌آمید برگرهای گوشت حاوی همین درصدهای پودر شیر خشک به ترتیب ٦٦/٠٣، ٦٥/٠٠، ٦٦/٢٠ و ٦٩/٢٥ میکروگرم بر کیلوگرم بود. بالاترین میزان قند کل مربوط به برگر مرغ حاوی ١٦ درصد پودر شیر خشک (۹/۹ درصد) و بالاترین میزان پروتئین مربوط به برگر گوشت بدون پودر شیر خشک (٢٥/٦ درصد) بود. از لحاظ عملی می‌توان گفت بهترین فرمول از لحاظ کمترین محتوای آکریل‌آمید با استفاده از گوشت مرغ و بدون شیر خشک به دست می‌آید.

به طور کلی از پژوهش حاضر می‌توان چنین نتیجه گرفت که اجزاء فرمول برگرها نقش بسزایی در میزان تشکیل آکریل‌آمید دارند و با کنترل و انتخاب مناسب اجزاء می‌توان مقدار این ترکیب سرطان‌زا را کاهش داد برای مثال مطابق با نتایج این پژوهش، گوشت گوساله در تشکیل آکریل‌آمید مستعدتر از گوشت مرغ می‌باشد. همچنین افزودن ترکیباتی مانند پودر شیر خشک که دارای قند احیاء کننده می‌باشند میزان آکریل‌آمید را افزایش می‌دهد. افزایش سطح آگاهی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در این موارد کمک شایانی به تولید غذای ایمن‌تر و سلامت جامعه خواهد نمود.

٥- منابع

[1] Arabi, M., Ghaedi, M. and Ostovan, A. (2016). Development of dummy molecularly imprinted based on functionalized silica nanoparticles for determination of acrylamide in processed food by matrix solid phase dispersion. *J. Food Chem.*, 210: 78-84.
[2] Achim, C., Reinhold, C. and Andreas, S. (2008). Acrylamide in cereal products: a review. *J. Cereal Sci.*, 47: 118–133.
[3] Pedreschi, F., (2010). Acrylamide formation and reduction in fried potatoes. pp: 231-252.
[4] Dhiraj, A. and Shetty, K. (2003). Acrylamide in food: a model for mechanism of formation and its reduction. *J. INNOV FOOD SCI EMERG.*, 4: 331–338.
[5] Yuan, Y., Shu, C., Zhou, B., Qi, Y. and Xiang, J. (2011). Impact of selected additives on acrylamide formation in asparagine/sugar maillard model systems. *J. FOOD RES INT.,* 44: 449-455.
[6] Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S. and Törnqvist, M. (2002). Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J. Agri Food Chem.,* 50: 4998-5006.
[7] Zyzak, D., Sanders, R., Stojanovic, M.,

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

Tallmadge, D., Eberhart, B., Ewald, D., Gruber, D., Morsch, T., Strothers, M., Rizzi, G. and Villagran, M. (2003). Acrylamide formation mechanism in heated foods. *J. Food Chem.,* 51: 4782-4787.

[8] Kaplan, O., Kaya, C., Ozcan, C., Ince, M. and Yaman, Y. (2009). Acrylamide concentrations in grilled foodstuffs of Turkish kitchen by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *MICROCHEM J.,* 93: 173–179.

[9] Ghasemian,S., Rezaei, K., Abedini, R., Poorazarang, H and Ghaziani, F. (2014). Investigation of different parameters on acrylamide production in the fried beef burger using Taguchi experimental design. *J Food Sci Technol*. 51(3): 440–448.

[10] Li, Y., Bi, J., Liu, S., Wang, H., Yu, C., Li, D., Zhu, B. and Tan, M. (2017). Presence and formation of fluorescence carbon dots in a grilled hamburger. *J. ROY SOC Chem.,* 8: 2558–2565.

[11] Galán, I., García, M.L. and Selgas, M.D. (2010). Effects of irradiation on hamburgers enriched with folic acid. *J. Meat Sci*., 84: 437–443.

[12] Bordi, P.L., Cho, H.C. and MacMartin, J.M. (2017). Consumer Sensory Acceptance of Standard Pre-cooked Hamburger Patties versus Premium Patties. *J. Food Res.,* 6: 40-43.

[13] Soncu, E.D., Kolsarici, N. (2017). Microwave thawing and green tea extract efficiency for the formation of acrylamide throughout the production process of chicken burgers and chicken nuggets. *J. Science of food and agriculture*. 97 (6): 1790-1797.

[14] Friedman, M. and Mottram, D. (2003). Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide. a review. *J. Agri Food Chem.*, 51: 4504- 4536.

[15] Shafiur Rahman, M. (2007). Handbook of food preservation. Second Edition.

[16] Kavuşan, H.S. and Serdaroğlu, M. (2019). As a Thermal Process Contaminant Acrylamide: Formation Mechanisms and Strategies of Reducing Acrylamide Content in Meat Products. *J. Food Science and Technology*. 7(2): 173-185.

[17] Huang, S., Shiau, C., Liu, T., Chu, C. and Hwang, D. (2005). Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs. *J. Meat Sci.,* 70: 613–619.

[18] Iranian National Standards. (2010). Measuring total protein in meat and its products, No. 924. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.

[19] Parvaneh, v. (2007). Quality control and chemical tests of food. 4th Edition P. 55.

[20] Robert, F. (2004). Acrylamide formation from asparagine under low-moisture maillard reaction conditions. physical and chemical aspects in crystalline model systems. J. *Agri Food Chem*., 52: 6837-6842.

[21] Motaghi, M.M., Honarvar, M., Seyedin Ardebili, S.M. and Mehrabani, M. (2012). Determination of acrylemide content in traditional flat breads of in kerman city by using SPE-GC/FID method. *J. FOOD TECHNOL NUTRI.,* 4: 61-66.

[22] Iranian National Standards. (2000). Determination of moisture content in meat and its products, No. 745. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.

[23] Babji, A.S., Nuri, M.N., Suherman, J. and Chempaka, M.Y. (2000). Quality assessment of local and franchise beef and chicken burgers. Agri Sci., 23: 103 – 112.

[24] Mestdagh, F., Maertens, J., Cucu, T., Delporte, C., Peteghem, C. and Meulenaer, B. (2008). Impact of additives to lower the formation of acrylamide in a potato model system through pH reduction and other mechanisms. *J. Food Chem.,* 107: 26–31.

[25] Rokni, N. (2008). Science and Technology of Meat. *Tehran University Press*. P. 5-22.

[26] Peiretti, P.G., Medana, C., Visentin, S. and Giancotti, V. (2011). Determination of carnosine, anserine, homocarnosine, pentosidine and thiobarbituric acid reactive substances contents in meatfrom different animal species. *J. Food chem.,* 126: 1939-1947.

[27] Kanok-Orn, I. and Bussayarat, M. (2006). Genotype and gender differences in carnosine extracts and antioxidant activities of chicken breast and thigh meats. *J. Meat Sci.,* 71: 634-642.

[28] Keramat, c. (2008). Basics of Food Chemistry. 1st Edition. *Isfahan University of Technology publishing center*. P. 342-344.

[29] Rouhani, M. (2008). Basics of Chemistry of Milk. Second edition. *Applied University Applied Publications Tehran*. P. 21-152.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]

Chemical characteristics and the amount of acrylamide in Burger: The effect of meat amount and powdered milk

Saeedian, M. [1], Niazmand, R. [2*], Ajam, M.[1]

1. Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Damghan Branch, Islamic Republic of Iran.
2. Department of Food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Islamic Republic of Iran.

(Received: 2018/10/06 Accepted:2019/11/05)

In present study, the effect of the percentage of meat in the first stage (three levels of 30, 60% and 90%) and replacement of dried milk powder with soybean meal in the second stage on amount of acrylamide formed in grilled beef and chicken burgers (containing 60% meat) was investigated. Also, total sugar, protein, moisture and sensory characteristics of burgers were determined. The results indicated that the amount of acrylamide in chicken burgers was significantly less than that of beef burgers ($p < 0.05$). The highest and the lowest amounts of formed acrylamide related to meat burger 60% (66.03 µg/kg) and chicken burger 90% (26.54 µg/kg), respectively. Further, the increase of the beef and chicken meat content from 30 to 60% led to increase in acrylamide while increasing from 60 to 90% resulted in decrease in the amount of formed acrylamide. The total sugar content of chicken meat burgers was significantly higher than that of beef burgers while their protein content was lower ($p<0.05$). The results also indicated that increasing replacement of dry milk powder caused to increase in amount of formed acrylamide in the burgers. The highest and the lowest amounts of acrylamide in the second stage related to the beef burger contains 16% dried milk powder (69.25 µg/kg) and chicken burger containing 8% dried milk powder (40.35 µg/kg). It seems the lowest amount of acrylamide in burgers would be formed in present of the chicken burgers containing 90 percent meat without dried milk powder.

Keywords: Acrylamide, Amino acid, Total sugar, Millard reaction, Hamburger

* Corresponding Author E-Mail Address: r.niazmand@rifst.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-12]