غنی سازی ماکارونی با تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و آهن و تأثیر فرایند تولید و پخت ماکارونی بر این ریز مغذیها

میترا قاضی زاده[1*]، محمدتقی مظلومی[2]، فروغ اعظم طالبان[3]، بنفشه گلستان[4]، محمود بهنام مرادی[5]، مرتضی عبداللهی[6]، حمیدرضا فلاحت پیشه[7]، نیلوفر چوبدار[8]، رزیتا کمیلی فنود[9]، فرحناز فتح اردوبادی[10]، لیلی اختری[11]، سید علی شفیقی[12]

۱- پژوهشیار انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور،دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ۲- کارشناس ارشد صنایع غذایی ۳- استاد دانشکده علوم تغذیه وصنایع غذایی ٤- مشاور انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور ٥ - رئیس گروه کنترل کیفی پژوهشکده غلات ٦- استادیار انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور ۷- پژوهشیار انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور ۸-محقق انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور ۹،۱۰و۱۲- کارشناس آزمایشگاه انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور ۱۱- لیسانس میکرو بیولوژی کشور

چکیده

با توجه به نتایج بررسیهای انجام شده مبنی بر کمبود آهن و ویتامینB_2 در کشور و مصرف رو به رشد ماکارونی این تحقیق به منظور بررسی غنی‌سازی ماکارونی با تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و آهن و تاثیر فرایند تولید و پخت بر این ریز مغذیها در انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور انجام گرفت .

تحقیق به روش تجربی بر روی شش تیمار کاملا یکنواخت و همگن از ماکارونیهای غنی‌شده با تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و دو نوع ملح آهن تولید شده در خط تولید ماکارونی بلند کارخانه البرز ماکارون صورت گرفت . برای این منظور سه فرمول مختلف با هر نوع ملح آهن ($SO_4Fe, 7H_2O$ و NaFe EDTA,$3H_2O$) تهیه گردید . مقدار تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و آهن افزوده شده به ترتیب در دامنه ۱۱-٤/٤، ٤/۸-۲/٦٤، ۷٥-۳٥/۲و۸۸-۲۸/٦ میلی گرم در کیلوگرم آرد مصرفی بود. میزان باقیمانده تیامین ، ریبوفلاوین و نیاسین نمونه‌های غنی‌شده پس از فرایند تولید و پخت با دستگاه HPLC تعیین گردید و با محصول تولیدی همان کارخانه (شاهد) مقایسه گردید. تاثیر فرایند تولید بر رنگ و تاثیر پخت ماکارونی بر رنگ و طعم نمونه‌ها با روش رتبه بندی توسط ۳۰ ارزیاب خانگی (Inhouse) ارزیابی شد. برای آنالیز آماری پارامترهای کمی از نرم افزار SPSS ، آزمونهای آنالیز واریانس یکطرفه و t-test زوجی و برای ویژگیهای حسی از آزمون فریدمن استفاده شد. نتایج آنالیز نمونه‌ها نشان داد که تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین موجود در ماکارونیهای غنی شده با فرمولاسیونهای مختلف پس از فرآیند تولید به ترتیب ۸۷/۳۲-۸٦/۱ ، ٦۳/۹۲-٥۲/٥٤ و ۷٦/۳۹-٥۸/۱٤ و پس از فرایند پخت به ترتیب ۷۳/۷۲-٦۷/۷۹، ۷۹/۰۸- ۷۱/٥و ۷۰/۱۷ - ٦۲/۸۰ درصد حفظ شد. با بالا رفتن میزان ریزمغذیهای افزوده شده، مقدار باقیمانده آنها در محصول غنی شده در تمامی تیمارها و فرایندهای مورد بررسی نیز افزایش یافت. کمترین درصد کاهش در میزان تیامین مشاهده گردید و پس از آن نیاسین و ریبوفلاوین قرار داشتند. ارزیابی حسی نمونه‌های خام و پخته نشان داد که بین تیمارهای مختلف تفاوت معناداری وجود ندارد. ولی تفاوت بین شاهد و تیمارهای مختلف معنادار بود (P<۰/۰٥). با توجه به نتایج طرح مبنی بر کاهش بخشی از ریز مغذیها در طی تولید و پخت، غنی سازی ماکارونی با تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و آهن امکان پذیر است . مناسب ترین فرمول برای غنی سازی ، استفاده از ۱۱ میلی گرم تیامین ، ٤/۸ میلی گرم ریبوفلاوین ، ۷٥ میلی گرم نیاسین و ۲۸/٦ میلی گرم آهن (بر پایه $SO_4Fe, 7H_2O$) در کیلوگرم آرد است که می تواند بخشی از عوارض ناشی از کمبود این ریز مغذیها را بر طرف نماید.

کلیدواژگان : غنی‌سازی، ماکارونی، تیامین ، ریبوفلاوین ، نیاسین، آهن

*مسوول مکاتبات: mitra1956@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۱-مقدمه

ویتامینها با شرکت در ساختمان کوآنزیمها و املاح معدنی به عنوان فعال کننده آنزیمها نقش مهمی در متابولیسم ایفا می‌نمایند. لذا کمبود آنها موجب بروز آشفتگیهایی در روند واکنشهای متابولیکی می گردد که سرانجام به بروز بیماریهای ناشی از کمبود منجر می شود. با توجه به نتایج حاصل از بررسی طرح امنیت غذا و تغذیه که در انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور اجرا گردید و نتایج آن به عنوان محور اساسی در برنامه سوم اقتصادی مورد لحاظ واقع شد در میان مشکلات تغذیه‌ای کشور، به کمبود آهن و ویتامین B_2 در جامعه اشاره گردیده است [۱]. نتایج بررسی‌های تغذیه‌ای در طی سالیان گذشته نیز نشانگر این مطلب است و در بیان اهمیت مشکل همین بس که حتی در کشورهای صنعتی بسیار پیشرفته نیز بخشهای وسیعی از مردم جامعه تعدادی از مواد مغذی از جمله ویتامینها را از طریق غذای مصرفی در حد توصیه شده (RDA)[1] دریافت نمی‌نمایند [۲]. عوارض ناشی از تداوم این مشکل می تواند به بروز بیماری های متعددی ناشی از کمبود این عوامل منجر گردد. غلات و فراورده‌های آن به عنوان اصلی ترین منابع تأمین کننده انرژی و پروتئین در کشور هستند [۱] . نظر به ظرفیت تولید اسمی ۳۷۰۰۰۰ تن ماکارونی در کشور و برآورد مصرف سرانه بیش از شش کیلوگرم در سال [۳] و روند رو به افزایش قیمت برنج که موجب رویکرد مردم به مصرف بیشتر ماکارونی گردیده است، ماکارونی می تواند به عنوان یکی از بهترین حامل‌های ویتامینهای گروه B و آهن در امر غنی‌سازی انتخاب شود. Kulp (۲۰۰۰) از غنی‌سازی ماکارونی به عنوان روشی مناسب برای تامین مواد مغذی یاد می کند [٤]. با توجه به اینکه مصرف پاستا[2] و نودل ها[3] در اغلب کشورها متداول است، FAO نیز آنها را حامل مناسبی برای غنی‌سازی اعلام نموده است [۵]. Watanabe و Ciacco (۱۹۹۰) اسپاگتی را با تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین غنی سازی کردند و تاثیر روشهای خشک کردن و شرایط انبارمانی را بر میزان این ریزمغذیها مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعات نشان داد که کیفیت اسپاگتی به شرایط انبار، میزان ویتامینهای افزوده شده و درجه حرارت خشک کردن بستگی ندارد. کاهش ویتامینها در مرحله پخت بیشتر از مرحله خشک کردن بود. نور تاثیری بر میزان تیامین و نیاسین نداشت. و لی باعث کاهش شدید ریبوفلاوین شد [٦]. Dexter و همکاران (۱۹۸۲) نیز آرد اسپاگتی را با مخلوط ریزمغذیهای تیامین ، ریبوفلاوین ، نیاسین و آهن غنی سازی نموده و تاثیر شرایط فرایند و پخت را بر میزان ریزمغذیها مورد بررسی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که پس از پخت ۳۰٪ ریبوفلاوین، ۳۹٪ تیامین و ٤۸٪ نیاسین در اسپاگتی باقی ماند و غنی‌سازی بر رنگ اسپاگتی موثر بود[۷]. به منظور بررسی امکان غنی‌سازی ماکارونی با تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و آهن و تاثیر فرایند تولید و پخت بر میزان این ریزمغذیها این تحقیق در انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور با همکاری کارخانه البرز ماکارون در سالهای۸۲-۱۳۸۰ انجام گردید.

۲- مواد و روشها

تحقیق در دو مرحله انجام شد . در مرحله مقدماتی (Pre Study) برای ارزیابی قابلیت تولید ماکارونی غنی شده با آهن از نظر پذیرش رنگ و طعم و عرضه محصول در بازار، مقادیر مختلف دو نوع ملح آهن $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ و $NaFeEDTA \cdot 3H_2O$ در دامنه ۸۸-۲۸/٦ میلی‌گرم آهن به ازاء هر کیلوگرم آرد مصرفی ، در بخش تغذیه کننده خط تولید با ریزمغذیها (Feeder)، که توسط مجریان طرح و متخصصین شرکت البرز ماکارون طراحی و ساخته شده بود ، با آب مخلوط و به‌صورت محلول یکنواخت به‌صورت تدریجی با درنظر گرفتن حجم آب مورد نیاز به ازاء ۱۰۰ کیلوگرم آرد با سیستم کنترل اتوماتیک به خط تولید محصول

1.Recommended daily allowence
2.Pasta
3.Noodles

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

اضافه شد. شش فرمول ماکارونی حاوی نوع و مقادیر مختلف آهن (سه تیمار با دو نوع ملح آهن بدون افزودن سایر ریزمغذیها) و مواد اولیه یکسان در خط تولید ماکارونی بلند کارخانه البرز ماکارون با شرایط کاملا یکسان و ثابت در حجم یک تن تولید و در پوششهای مقاوم به نور بسته‌بندی شد. از محصولات تولید شده به‌صورت کاملا تصادفی نمونه‌برداری شد. تاثیر فرایند تولید بر رنگ محصولات غنی‌شده و هم چنین رنگ و طعم محصولات تولیدی پس از فرایند پخت توسط همکاران طرح مورد ارزیابی مقدماتی قرار گرفت. با توجه به نتایج ارزیابی حسی مقدماتی و قابلیت تولید ماکارونی غنی‌شده مرحله اصلی طرح به شرح زیر انجام گرفت.

در مرحله اصلی (Main Study) شش تیمار کاملا یکنواخت و همگن با استفاده از مقادیر مختلف دو نوع ملح آهن (SO_4 Fe, $7H_2O$ و NaFe EDTA, $3H_2O$)، تیامین هیدروکلراید ، ریبو فلاوین و نیاسین با درجه غذایی تولیدی شرکتهای Merck,Roch و DPL و مواد اولیه یکسان در خط تولید ماکارونی بلند کارخانه البرز ماکارون با شرایط مرحله مقدماتی طرح تولید و بسته بندی شد (جدول۱).از خط تولید به‌صورت کاملا تصادفی نمونه‌برداری شد .

جدول ۱ میزان ریزمغذی های مورد استفاده در غنی‌سازی آرد ماکارونی

ریزمغذی ها	فرمول ۱ (Mg/kg)	فرمول ۲ (Mg/kg)	فرمول ۳ (Mg/kg)
تیامین	٤/٤	۷/۷	۱۱
ریبوفلاوین	۲/٦٤	۳/۷۲	٤/۸
نیاسین	۳۵/۲	۵۵/۱	۷۵
آهن[1] $SO_4Fe, 7H_2O$ یا NaFeEDTA,$3H_2O$	۲۸/٦	۵۸/۳	۸۸

نمونه‌ها در کارتنهای مقوایی به آزمایشگاه انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور منتقل شد. میزان تیامین ، ریبوفلاوین و نیاسین تیمارهای حاوی این ریز مغذیها و ملح آهن SO_4 Fe, $7H_2O$ پس از فرایند تولید و پخت با دستگاهHPLC (Waters آمریکا ، پمپ مدل ۵۱۰ ، دتکتور UV-Visible مدل ۴۸۶ ، دتکتور فلورسانس مدل ۴۷۴، انژکتور Reodyne مدل ۷۷۲۵ و نرم افزار کروماتوگرافی Autochro-۲۰۰۰)تعیین گردید . برای اندازه‌گیری تیامین و ریبوفلاوین از فاز متحرک استات سدیم ۰/۰۵ مولار و اتانل به نسبت ۳۰:۷۰ به صورت ایزو کراتیک ، سرعت جریان فاز متحرک ۱ میلی لیتر در دقیقه ، ستون Novapak c_{18} به طول ۱۵۰ و قطر ۳/۹ میلی متر و دتکتور فلورسانس استفاده شد . تعیین میزان تیامین در طول موج ex= ۳٦٦ و em=٤۳۵ نانومتر و ریبوفلاوین در طول موج ex=٤۲۲ و em=۵۲۲ نانومتر صورت گرفت . حجم تزریقی ۲۰ میکرو لیتر بود . برای اندازه‌گیری نیاسین از فاز متحرک آب و اسید استیک گلاسیال به نسبت ۲:۹۸ به صورت ایزوکراتیک، سرعت جریان فاز متحرک ۱/۵ میلی‌لیتر در دقیقه ، ستون PRP-X100 به طول ۲۵۰ و قطر ٤/۱ میلی متر هامیلتون آمریکا و دتکتور UV- Visible با طول موج ۲۵٤ نانومتر استفاده شد . حجم تزریقی ۵۰ میکرولیتر بود [۸] . نتایج حاصل با نمونه غنی‌نشده تولید همان کارخانه که با مواد اولیه و شرایط مشابه تهیه گردیده بود (شاهد) مقایسه شد. برای حفظ بیشترین میزان ریزمغذیها پس از فرایند پخت، ۱۰۰گرم ماکارونی را به بشر حاوی ۸۰۰ میلی‌لیتر آب جوش منتقل کرده و حرارت دادن ۲۵-۲۰ دقیقه ادامه یافت. با استفاده از درپوش مناسب تقریبا تمام آب جذب ماکارونی شد. تاثیر فرایند تولید بر رنگ و هم چنین رنگ و طعم شش تیمار ماکارونیهای تولیدی حاوی ریزمغذیها و دو نوع ملح آهن پس از فرایند پخت با روش رتبه‌بندی ارزیابی شد. برای این منظور ابتدا سه نمونه ماکارونی غنی‌شده با SO_4 Fe, $7H_2O$ ، تیامین ، ریبوفلاوین و نیاسین و یک نمونه شاهد به‌صورت خام در ظروف مشابه که با اعداد سه رقمی تصادفی رمزگذاری شده بودند به‌طور

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

تصادفی در اختیار ۳۰ ارزیاب خانگی (Inhouse) که همگی از کارکنان انستیتو تغذیه بودند قرارگرفت. از ارزیابها درخواست شد نمونه‌ها را از نظر پذیرش ویژگی رنگ رتبه‌بندی نمایند به‌طوری که برای نمونه با بیشترین پذیرش رتبه یک و کمترین پذیرش رتبه ٤ منظور گردد. [۹،۱۰و۱۱] . نمونه‌های ماکارونی با کمی نمک با روش پخت یاد شده تهیه و در ظروف مشابه که با اعداد سه رقمی تصادفی رمزگذاری شده بودند در اختیار ارزیابها قرار داده شد. از ارزیابها درخواست گردید نمونه‌ها را از نظر پذیرش ویژگی رنگ و طعم رتبه‌بندی نمایند. در مرحله بعدی نمونه‌های خام و پخته ماکارونی غنی‌شده با $NaFeEDTA,3H_2O$ ، تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین و نمونه شاهد به روش قبلی ارزیابی گردید. برای تعیین ویژگیهای کمی مانند میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی استفاده شد. برای مقایسه پارامترهای کمی بین تیمارها از روش آنالیز واریانس یکطرفه (α=۰/۰۵) و متعاقبا بسته به نیاز از مقایسه چند گانه توکی استفاده شد. برای مقایسه مقادیر باقیمانده هر یک از ویتامینها در مراحل فرایند تولید و پخت از آزمون t-test زوجی بهره‌گیری شد. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم افزار SPSS استفاده شد. در مورد ویژگیهای حسی از روش رتبه‌بندی و آزمون فریدمن استفاده گردید.

۳- یافته‌ها

الف) مرحله مقدماتی

نتایج ارزیابی حسی مقدماتی رنگ نمونه‌ها نشان داد که هر دو منبع آهن براحتی در غنی‌سازی ماکارونی قابل استفاده بوده و علیرغم آنکه در بعضی مراجع به تیرگی بیش از حد ماکارونی غنی‌شده با $FeSO_4$ اشاره شده بود در این مرحله از تحقیق تغییر نامطلوبی مشاهده نشد که این موضوع در نمونه‌های پخته شده شاخص تر بود.

ب) مرحله اصلی

۱- نتایج آنالیز شیمیایی: میانگین و انحراف معیار باقیمانده تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین در نمونه‌های غنی‌سازی شده و شاهد پس از فرایند تولید و پخت در جداول ۳ و ۲ و همچنین درصد کاهش این ویتامینها پس از تولید و پخت در جدول ٤ منعکس گردیده است.

جدول ۲ میانگین و انحراف معیار تیامین ، ریبوفلاوین و نیاسین بعد از فرایند تولید (میلی گرم درصد)

فرمولاسیون	تیامین	ریبوفلاوین	نیاسین
فرمول ۱	۰/٦۲۱ ±۰/۰۰٦	۰/۲۰۷±۰/۰۰۹	۳/۱۱٤±۰/۳۷۸
فرمول ۲	۰/۹۵۷±۰/۰٦٤	۰/۲۷٦±۰/۰۳٦	٤/۸۹۲±۰/۱۷۸
فرمول ۳	۱/۲۷۱±۰/۰۹۳	۰/٤۱۱±۰/۰٤۷	۷/۵۹۳±۰/۱۰۰
شاهد	۰/۱۸±۰/۰۱۷	۰/۰٤۷±۰/۰۰۱	۰/۷۳۲±۰/۰۱۹

جدول ۳ میانگین و انحراف معیار تیامین ، ریبوفلاوین و نیاسین بعد از پخت (میلی گرم درصد)

فرمولاسیون	تیامین	ریبوفلاوین	نیاسین
فرمول ۱	۰/٤۲۱±۰/۰۹۵	۰/۱٤۸±۰/۰۰۵	۲/۱۸۵±۰/۳۸٦
فرمول ۲	۰/٦۸٤±۰/۰۳۸	۰/۲۰۹±۰/۰۲۵	۳/۰۷۲±۰/۰۲٦
فرمول ۳	۰/۹۳۷±۰/۰۲۸	۰/۳۲۵±۰/۰۳۷	۵/۲٦۹±۰/٤۰۱
شاهد	۰/۰٦۹±۰/۰۱٦	۰/۰۳±۰/۰۰۵	۰/۰۷۳±۰/۰۰۳

همانگونه که در جداول ۳ و ۲ مشاهده می‌شود با افزایش میزان ریز مغذیها در فرمول غنی سازی در کلیه تیمارهای مورد بررسی میزان باقیمانده به‌طور معناداری افزایش یافته است ($P<۰/۰۵$). در فرایند تولید تیامین مقاومترین ویتامین بود. در فرایند پخت کمترین کاهش مربوط به ریبوفلاوین بود. تحلیل آماری نتایج یاد شده نشان داد که میزان باقیمانده تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین موجود در نمونه‌های غنی‌سازی شده و شاهد پس از فرایند تولید و پخت با یکدیگر اختلاف معناداری داشتند($P<۰/۰۵$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

جدول ٤ در صد کاهش تیامین ، ریبو فلاوین و نیاسین در نمونه‌های غنی سازی شده و شاهد پس از تولید و پخت

فرمولاسیون	تیامین (میلی گرم در صد گرم آرد)*				ریبو فلاوین (میلی گرم در صد گرم آرد)*				نیاسین (میلی گرم در صد گرم آرد)*			
فرایند	۱	۲	۳	شاهد	۱	۲	۳	شاهد	۱	۲	۳	شاهد
فرایند تولید	۰/٦۲۱	۰/۹٥۷	۱/۲۷۱	۰/۱۸	۰/۲۰۷	۰/۲۷٦	۰/٤۱۱	۰/۰٤۷	۳/۱۱٤	٤/۸۹۲	۷/٥۹۳	۰/۷۳۲
درصد کاهش پس از تولید	۱۳/۲۷	۱۲/٦۸	۱۳/۹		٤۷/٤٦	٤٦/۷۲	۳٦/۰۸		٤۱/۸٦	۳٦/۰٥	۲۳/٦۱	
فرایند پخت	۰/٤۲۱	۰/٦۸٤	۰/۹۳۷	۰/۰٦۹	۰/۱٤۸	۰/۲۰۹	۰/۳۲٥	۰/۰۳	۲/۱۸٥	۳/۰۷۲	٥/۲٦۹	۰/۰۷۳
درصد کاهش پس از پخت	۳۲/۲۱	۲۸/٥۳	۲٦/۲۸		۲۸/٥۰	۲٤/۲۸	۲۰/۹۲		۲۹/۸۳	۳۷/۲۰	۳۰/٦۱	
کاهش نهایی پس از تولید و پخت	٤۱/۲۰	۳۷/٥۹	۳٦/٥۲		٦۲/٤٤	٥۹/٦٥	٤۹/٤٦		٥۹/۲۰	٥۹/۸٤	٤٦/۹۹	

*کلیه نتایج بر اساس ماده خشک بیان شده است .

نتایج تحلیل آماری با بهره‌گیری از آزمون t-test مزدوج مقایسه میزان ویتامینهای باقیمانده در فرایند تولید و پخت نشان داد که اختلاف میزان تیامین غیر از شاهد خام و پخته و فرمول ۲ در حالت خام و پخته در بقیه موارد معنادار نبود . از نظر اختلاف باقیمانده‌های ریبو فلاوین غیر از فرمول ۲ در حالت خام و پخته و فرمول ۳ در حالت خام و پخته در بقیه موارد تفاوت معنادار بود (P<۰/۰٥). از نظر اختلاف میانگین باقیمانده‌های نیاسین در تمام موارد اختلاف معناداری را نشان دادند (P<۰/۰٥).

۲- نتایج ارزیابی حسی

نتایج تاثیر فرآیند تولید بر رنگ و فرایند پخت بر رنگ و طعم نمونه‌های غنی‌سازی شده با تیامین ، ریبوفلاوین، نیاسین و دو نوع ملح آهن ($SO_4Fe, 7H_2O$ و NaFe EDTA, $3H_2O$) و نمونه شاهد در جداول ۱۰- ٥ منعکس گردیده است .

تحلیل آماری نتایج مقایسه ویژگی رنگ ماکارونیهای غنی‌سازی شده با تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و آهن ($FeSO_4, 7H_2O$) و نمونه شاهد خام با استفاده از آزمون فریدمن وجود تفاوت معناداری را در محصولات خام نشان داد (P<۰/۰٥) . مقایسه دو تایی میانگینها نیز نشان داد که شاهد با فرمول یک ، فرمول ۲ و فرمول ۳ اختلاف معنادار دارد (P<۰/۰٥). همچنین تفاوت میانگین فرمول ۱ و ۳ نیز معنادار بود (P<۰/۰٥).

جدول ٥ نتایج ارزشیابی ویژگی رنگ در سه فرمول ماکارونی غنی‌سازی شده خام و شاهد (ملح SO_4Fe)

رتبه / فرمولاسیون	۱	۲	۳	٤	جمع
شاهد	۲۰	۷	۳	--	۳۰
فرمول ۱	۷	۱۰	٦	۷	۳۰
فرمول ۲	۳	۸	٥	۱٤	۳۰
فرمول ۳	--	٥	۱٦	۹	۳۰

نتایج تحلیل آماری مقایسه ویژگی رنگ ماکارونی غنی‌سازی شده با تیامین، ریبوفلاوین ، نیاسین و آهن , NaFeEDTA) ($3H_2O$و نمونه شاهد خام با استفاده از آزمون فریدمن وجود تفاوت معناداری را در محصولات خام نشان داد (P<۰/۰٥). مقایسه دو تایی میانگینها نشان داد که شاهد با فرمول یک ، فرمول ۲ و فرمول ۳ اختلاف معنادار دارد (P<۰/۰٥). تفاوت نمونه‌های غنی‌سازی شده در ویژگی رنگ با یکدیگر معنادار نبود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

جدول ٦ نتایج ارزشیابی ویژگی رنگ در سه فرمول ماکارونی غنی‌سازی شده خام و شاهد (ملح NaFeEDTA)

رتبه / فرمولاسیون	١	٢	٣	٤	جمع
شاهد	١٥	١٠	٣	٣	٣١
فرمول ١	٤	٧	٩	١١	٣١
فرمول ٢	٣	١٢	٧	٩	٣١
فرمول ٣	٩	٢	١٢	٨	٣١

.نتایج تحلیل آماری مقایسه ویژگی رنگ ماکارونی غنی‌سازی شده باتیامین، ریبوفلاوین ، نیاسین و آهن ($FeSO_4, 7H_2O$) و نمونه شاهد پخته با استفاده از آزمون فریدمن وجود تفاوت معنی داری را در محصولات پخته نشان داد ($P<0/05$). مقایسه دو تایی میانگینها نشان داد که تفاوت شاهد با فرمول یک ، فرمول ٢ و فرمول ٣ معنادار است ($P<0/05$). تفاوت نمونه‌های غنی سازی شده پخته در ویژگی رنگ با یکدیگر معنادار نبود.

جدول ٧ نتایج ارزشیابی ویژگی رنگ در سه فرمول ماکارونی غنی‌سازی شده و شاهد پخته (ملح SO_4Fe)

رتبه / فرمولاسیون	١	٢	٣	٤	جمع
شاهد	٢٣	٤	٢	١	٣٠
فرمول ١	٣	١٣	٨	٦	٣٠
فرمول ٢	١	٧	١٠	١٢	٣٠
فرمول ٣	٣	٦	١٠	١١	٣٠

نتایج تحلیل آماری مقایسه ویژگی طعم ماکارونیهای غنی‌سازی شده با تیامین ، ریبوفلاوین ، نیاسین و آهن ($NaFeEDTA, 3H_2O$) و نمونه شاهد پخته با استفاده از آزمون فریدمن وجود تفاوت معناداری را در ویژگی طعم محصولات پخته نشان داد ($P<0/05$). مقایسه دو تایی میانگینها نشان داد که تفاوت شاهد با فرمول یک ، فرمول ٢ و فرمول ٣ معنادار است ($P<0/05$). ولی اختلاف نمونه‌های غنی‌سازی شده پخته در ویژگی طعم با یکدیگر معنادار نبود.

جدول ٨ نتایج ارزشیابی ویژگی طعم در سه فرمول ماکارونی غنی‌سازی شده و شاهد پخته (ملح SO_4Fe)

رتبه / فرمولاسیون	١	٢	٣	٤	جمع
شاهد	١٧	٨	٢	٣	٣٠
فرمول ١	٢	١١	١١	٦	٣٠
فرمول ٢	٥	٩	١١	٥	٣٠
فرمول ٣	٦	٢	٦	١٦	٣٠

نتایج تحلیل آماری مقایسه ویژگی رنگ ماکارونیهای غنی‌سازی شده با تیامین ، ریبوفلاوین ، نیاسین و آهن ($NaFeEDTA,3H_2O$) و نمونه شاهد پخته با استفاده از آزمون فریدمن وجود تفاوت معناداری را در ویژگی رنگ محصولات پخته نشان داد ($P<0/05$). مقایسه دوتایی میانگینها نشان داد که اختلاف شاهد با فرمول یک ، فرمول ٢ و فرمول ٣ معنادار است ($P<0/05$). ولی اختلاف نمونه‌های غنی‌سازی شده پخته در ویژگی رنگ با یکدیگر معنادار نبود.

جدول ٩ نتایج ارزشیابی ویژگی رنگ در سه فرمول ماکارونی غنی‌سازی شده خام و شاهد (ملح NaFeEDTA)

رتبه / فرمولاسیون	١	٢	٣	٤	جمع
شاهد	١٩	٧	٢	٢	٣٠
فرمول ١	٣	١١	١٠	٦	٣٠
فرمول ٢	٢	٨	١٣	٧	٣٠
فرمول ٣	٦	٣	٣	١٥	٣٠

نتایج تحلیل آماری مقایسه ویژگی طعم ماکارونیهای غنی‌سازی شده با تیامین، ریبوفلاوین ، نیاسین و آهن ($NaFeEDTA, 3H_2O$) و نمونه شاهد پخته با استفاده از آزمون فریدمن وجود تفاوت معناداری را در ویژگی طعم محصولات پخته نشان داد ($P<0/05$). مقایسه دوتایی میانگینها نشان داد که شاهد با فرمول ١، فرمول ٢ و فرمول ٣اختلاف معنادار دارد ($P<0/05$). ولی اختلاف نمونه‌های غنی‌سازی شده پخته در ویژگی طعم با یکدیگر معنادار نبود .

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

جدول ۱۰ نتایج ارزشیابی ویژگی طعم در سه فرمول ماکارونی غنی‌سازی شده خام و شاهد (ملح NaFeEDTA)

رتبه / فرمولاسیون	۱	۲	۳	٤	جمع
شاهد	۱۷	۳	۸	۲	۳۰
فرمول ۱	٦	۷	۱۰	۷	۳۰
فرمول ۲	۲	۸	۷	۱۳	۳۰
فرمول ۳	۵	۱۲	۵	۸	۳۰

۴- بحث و نتیجه گیری

با توجه به یافته‌های طرح، مقدار کاهش تیامین در مرحله فرایند تولید در محدوده ۱۳/۹۰ - ۱۲/۶۸ درصد در نوسان بوده است . به‌طوری که در هر سه نمونه میانگین مقادیر باقیمانده تفاوت معناداری را به‌لحاظ آماری با یکدیگر نشان داده‌اند(P<۰/۰۵). به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که درصد کاهش تیامین در مرحله تولید ماکارونی غنی‌سازی شده با میزان تیامین افزوده شده ارتباطی ندارد و تاثیر فرایند تولید در هر سه فرمولاسیون تقریبا ثابت است . این نتایج با یافته‌های Watanabe همخوانی دارد [۶]. اگر RDA تیامین به طور متوسط ۱/۲ میلی گرم در روز در نظر گرفته شود ۱۰۰ گرم ماکارونی غنی‌شده (خشک) در فرمولهای یک ، دو و سه به ترتیب قادر به تامین ۵۱/۷۵ ، ۷۹/۷۵ و ۱۰۵/۹ درصد تیامین توصیه شده خواهند بود.در فرایند پخت ماکارونی غنی‌سازی شده نیز با افزایش میزان تیامین افزوده شده، باقیمانده نیز افزایش می یابد. درصد کاهش تیامین در مرحله پخت در دامنه ۳۲/۲۱-۲۶/۲۸ در نوسان بود و تمام نمونه‌ها از نظر میانگین مقدار باقیمانده تفاوت معناداری به‌لحاظ آماری با یکدیگر نشان دادند(P<۰/۰۵). در این مرحله با افزایش میزان غنی‌سازی ، درصد افت تیامین کاهش یافت. اگر به نتایج تحقیق Watanabe و Dexter مراجعه گردد مشاهده می شود که کاهش ویتامینهای محلول در آب در فرایند پخت بالاست ولی در مطالعه حاضر با تغییر روش پخت شامل کاهش حجم آب مصرفی برای پخت، استفاده از درپوش مناسب و ادامه حرارت دادن تا جذب تقریبا کامل آب توسط ماکارونی نتایج مطلوبتری حاصل شد. درصد کاهش ریبو فلاوین در فرایند تولید در محدوده ٤٧/٤٦-٣٦/٠٨ در نوسان بوده است. به‌طوری که در هر سه نمونه میانگین مقادیر باقیمانده تفاوت معناداری را به‌لحاظ آماری با یکدیگر نشان دادند (P<۰/۰۵). از طرف دیگر با افزایش مقدار ریبوفلاوین افزوده شده درصد کاهش ویتامین تقلیل یافت . بنحویکه درصد کاهش ریبوفلاوین در فرمول ۱ و۲ و نمونه شاهد تقریبا یکسان بودولی در فرمول ۳ این روند به چشم نمی‌خورد که احتمالا می تواند به خطای آزمایش مربوط باشد . نتایج مطالعات Watanabe نشان داد که با افزایش دمای فرایند میزان از دست رفتن ویتامین B_2 افزایش یافته است و بالاترین میزان کاهش ٢٦ درصد بوده است در حالی که در تحقیق حاضر بالاترین میزان کاهش ٤٧/٤٦ درصد بوده است که این اختلاف می‌تواند به تفاوت دمای مورد استفاده برای خشک کردن ماکارونی در این دو تحقیق مربوط باشد. اگر RDA ریبوفلاوین به‌طور متوسط ۱/۱ میلی‌گرم در روز در نظر گرفته شود ، ۱۰۰ گرم ماکارونی غنی‌شده (خشک) پس از فرایند تولید در فرمولهای یک ، دو و سه به ترتیب قادر به تامین ۱۸/۸۱، ۲۵/۰۹ و ۳۷/۲۶ درصد ریبوفلاوین توصیه شده خواهد بود.در فرایند پخت ماکارونی غنی‌سازی شده درصد کاهش ریبوفلاوین با افزایش میزان ویتامین افزوده شده کمتر شد (از ۲۸/۵۰٪ به ۲۰/۹۲٪). میزان ریبو فلاوین باقیمانده پس از مرحله پخت در این تحقیق از ۷۱/۵ تا ۷۹/۰۸ درصد بود . این نتایج با یافته‌های Watanabe که میزان باقیمانده ریبو فلاوین را ٤٩-٤٣٪ گزارش کرد [٦] و دکستر و همکاران که باقیمانده ریبو فلاوین را ۳۰ ٪ گزارش نمودند [۷] تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد که بی‌شک این بهبود وضعیت به بهینه‌سازی روش پخت باز می گردد در فرایند تولید ماکارونی غنی‌سازی شده، با افزایش مقدار نیاسین افزوده شده میزان اتلاف این ویتامین (از ٤١/٨٦٪ تا ٢٣/٦١)کاهش یافت. اساسا نیاسین نسبت به

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

حرارت، اکسیداسیون و قلیا پایدار است [۱۲]. نتایج این تحقیق با یافته‌های Watanabe که میزان اتلاف نیاسین در طی فرایند تولید را ۱/۵ برابر ریبو فلاوین گزارش نمود اختلاف دارد. با توجه به پایداری حرارتی ذکر شده ، می‌توان به نتایج این تحقیق با نگاه مثبتی نگریست. با توجه به نتایج حاصله اگر RDA نیاسین به‌طور متوسط ۱۵ میلی گرم در روز به حساب آید ، ۱۰۰گرم ماکارونی غنی‌شده (خشک) پس از فرایند تولید در فرمولهای یک ، دو و سه به ترتیب قادر به تامین ۲۰/۷۶ ، ۳۲/۱۳ و ۵۰/۶۲ درصد نیاسین توصیه شده خواهد بود.در فرایند پخت ماکارونی غنی‌سازی شده میزان اتلاف نیاسین ۳۷/۲۰ –۲۹/۸۳ درصد بود . این نتایج با یافته‌های Watanabe که کاهش نیاسین را در ماکارونی پخته ۳۴–۲۹ درصد گزارش نموده است کاملا همخوانی دارد [٦] ولی با یافته‌های Dexter و همکاران که بالاترین میزان نیاسین حفظ شده در فرایند پخت را ٤٨٪ گزارش نموده‌اند تفاوت دارد [۷].

ارزیابی حسی نمونه‌های غنی‌سازی شده با دو نوع ملح آهن و سایر ریز مغذیها نشان داد که میزان ریز مغذیهای افزوده شد تاثیر معناداری بر ویژگیهای حسی نمونه‌های غنی‌شده ندارد. اگر چه تغییراتی در اثر استفاده از ترکیبات آهن در رنگ محصول مشاهده شد ولی در مقایسه با نتایج سایر تحقیقات این پروژه نتیجه بهتری داشت.

۵- نتیجه گیری کلی پیشنهادات

نتایج این تحقیق نشان داد که غنی‌سازی ماکارونی با ویتامینهای B_1 ، B_2، نیاسین و آهن امکان پذیر است. اگر میانگین RDA ویتامینهای B_1 و B_2 و نیاسین به ترتیب ۱/۲ به ۱/۱ و ۱۵ میلی گرم در روز در نظر گرفته شود و هدف تامین حداقل ۳۰ ٪ نیاز بر مبنای ماکارونی خشک باشد فرمول پیشنهادی عبارت خواهد بود از ۱۱ میلی گرم تیامین هیدروکلراید، ٤/۸ میلی گرم ریبوفلاوین ، ۷۵ میلی گرم نیاسین و ۲۸/٦ میلی گرم آهن در کیلوگرم آرد مصرفی. به علت اهمیت حفظ قدرت خرید مصرف کنندگان با درآمد پایین استفاده از $FeSO_4, 7H_2O$ به‌عنوان منبع آهن توصیه می‌شود. برای مطالعات آتی مقایسه روشهای مختلف فرایند تولید و بهینه‌سازی روشهای فرآوری و مقایسه روشهای مختلف اندازه‌گیری ویتامینها پیشنهاد می شود.

٦- منابع

[۱]قاسمی، حسین. ۱۳۷۷. گزارش نهایی طرح امنیت غذا و تغذیه کشور– مطالعات الگوی برنامه‌ریزی و اجرا. انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، صفحات: ۲۰–۱۹.

[2]Buzina, Ratko. 1988. Vitamins in food fortification. vitamin informations status paper, Human nutrition and health vitamins and fine chemicals Division: 6,20.

[۳]حساس، محمدرضا. ۱۳۷٦. طرح مطالعات صنایع تبدیلی غذا– گزارش بررسی وضعیت موجود در صنایع ماکارونی با تحلیلی بر عملکرد سیاستها. طرح امنیت غذا و تغذیه کشور، مطالعات الگوی برنامه‌ریزی و اجرا، جلد اول، انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور: صفحه ۲۰.

[4] Kulp K, Ponte, Jr, 2000. Hanbook of Cereal Science and Technology. 2nd ed. Marcel Dekker , New York: 655-657, 677-704.

[5] FAO Food and nutrition paper-60, 1997. Micronutrient fortification of food: technology and quality control (Annex 4). Report of an FAO technical meeting, Rome, Italy, 20-23 November 1995.

[6] Watanabe E, Ciacco CF. 1990. Influence of processing and cooking on the retention of thiamine, riboflavin and niacin in spaghetti; Food Chemistry; 36: 223-231.

[7]Dexter JE, Matsuo RR, and Morgan BC. 1982. Effects of processing conditions and cooking time on riboflavin, thiamine, and niacin levels in enriched spaghetti. Cereal Chemistry; 59(5): 328-332.

[8]Eitenmiller, Ronald R. 1999. Vitamine Analysis for the Health and Food Sciences. CRC Press. U.S.A: 281-290, 359-360.

[۹] قاضی‌زاده ، میترا ، رازقی ، سید علیرضا . ۱۳۷۷ . روشهای ارزیابی حسی مواد غذایی. انستیتو تحقیقات

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور ، صفحات : ۷۳-۷۰.
[10]ISO 8587. 1988. Sensory analysis. Methodology-Ranking, first ed.
[11]Lawless HT, Heymann H. 1998. Sensory Evaluation of Food-Principles and Practices. Chapman and Hall: 444-449 .
[12]Passmore R, Eastwood MA. 1986.Human Nutrition and Dietetics, 8th ed.Churchill livingstone:155.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Enrichment of Macaroni with Thiamine, Riboflavin, Niacin, and Iron, and Influence of Drying and Cooking on these Micronutrients

Ghazizadeh,M.[1*], Mazlomi,M.T.[2], Taleban,F.A.[3], Golestan,B.[4], Behnam Moradi,M.[5], Abdollahi,M.[6], Falahatpisheh,H.[7], Fathe Ordobadi,F.[8], Komaili Fonod,R.[9], Chobdar,N.[10], Akhtari,L.[11], Shafighi,S.A.[12]

1-Researcher, National Nutrition & Food Technology Research Institute (NNFTRl), Shahid Beheshti University of Medical Sciences (SBMU)
2-Msc Food Technology, 3-Professor, Faculty of Nutrition & Food Technology, SBMU , 4-Statistical Adviser, NNFTRI, 5-Head of Qualoty Control, Cereal Research Institute, 6-Assistant Professor, NNFTRI, 7- Researcher, NNFTRI, 8& 9-Lab Expert, NNFTEI, 10-Investigator, NNFTRI, 11-Bsc Microbiology, 12-Expert, NNFTRI

In this study macaroni was enriched at three levels with thiamine, riboflavin, niacin, and iron (as NaFeEDTA,$3H_2O$ and $SO_4Fe,7H_2O$) in the range of 4.4-11,2.64-4.8,35.2-75, and 28.6-88mg/kg flour respectively. The influence of drying and cooking on the retention of these micronutrients were determined by HPLC. However, same effects on organoleptic characteristics of the samples were also evaluated by thirty in-house panelists.
After drying, retention of vitamines, B1, B2 and niacin, were 86.1- 87.32% , 52.54-63.92% and 58.14-76.39% and after cooking were 67.79-73.72%, 71.5-79.08% and 62.80-70.17% respectively. No significant difference was observed in organoleptic characteristics of enriched samples, but the differences between each enriched sample and reference sample were significant ($\alpha \leq 0.05$).
Regarding to the results of the research, enrichment of macaroni with 11mg thiamine, 4.8mg riboflavin, 75mg niacin and 28.6mg iron (SO4Fe,7H2O) per Kg of flour weight, is recommended.

Key word: Enrichment, macaroni, thiamine, riboflavin, niacin

*Corresponding author E-mail address: mitra1956@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]