





دانشکده علوم و صنایع غذایی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
علوم و صنایع غذایی - تکنولوژی مواد غذایی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خمیر و کیک اسفنجی فاقد گلوتن

پژوهش و نگارش:

علی مهربان شندی

استاد راهنما:

دکتر مهران اعلمی

استاد مشاور:

دکتر محمد قربانی

پاییز ۱۳۹۲

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود؛ بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

- ۱- قبل از چاپ پایان نامه خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
- ۲- قبل از چاپ پایان نامه در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
- ۳- انتشار نتایج پایان نامه باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب علی‌مهربان شندی دانشجوی رشته صنایع غذایی مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضاء

تقدیم به

بهترین های زندگیم

"پدر بزرگوار و مادر مهربانم"

که نبض نفس های امروزم را بزرگی روحشان ضربان بخشیده است و بودنم، هدیه بودن سبز آنهاست.

دو خواهرم، دوستان خوب روزگار قد کشیدنم که بودنشان به زندگی ام رنگ شادی می بخشد

و

به کسی که از او بسیار آموختم، او که در لحظات سخت شکست، چراغ ادامه راهم بود

استاد فرزانه ام، جناب آقای دکتر مهران علمی

شکر و قدردانی

حمد و سپاس خدای را که یاریم نمود تا با تلاش خود قطره ای از دریای یکران دانش را درک نمایم.
هرگز فراموش نخواهم کرد استادی را که بهر ای همیشگی اش بیچ گاه کام هایم را تنها گذاشت، استاد
راهنمای دلسوزم جناب آقای دکتر مهران اعلی

از استاد مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر محمد قربانی که به راستی امید بخش روزهای ناامیدی ام بود،
صادقانه ممنونم.

از زحمات داوران محترم جناب آقای دکتر مقصود لوی، کسی که پدرانه استادی می کند و جناب
آقای دکتر مرتضی خمیری که تدبیر و ممانعت شخصی وجودی ایشان است، کمال شکر را دارم.

چکیده

سلیاک رایج‌ترین بیماری است که در اثر مصرف گلوتن بروز پیدا می‌کند و تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی فاقد گلوتن در تمام طول عمر بیمار است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر صمغ گوار و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTG) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خمیر و کیک اسفنجی تهیه شده از مخلوط آردی بدون گلوتن (۰٪ آردن ۱۰۰٪ برنج، ۵۰٪ آردن ۵۰٪ برنج و ۱۰۰٪ آردن ۰٪ برنج) و امکان تولید کیک بدون گلوتن با کیفیت بافتی و تغذیه‌ای مناسب بود. بدین منظور صمغ گوار در دو سطح ۱ و ۲٪ و آنزیم MTG در سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵٪ به فرمولاسیون اضافه شدند. به منظور افزایش میزان اسیدآمین‌ها لایزین به عنوان سویسترای آنزیم، ایزوله پروتئینی سویا (SPI) به میزان ۲٪ به نمونه‌های حاوی MTG افزوده شد. نتایج نشان داد که افزودن گوار و MTG سبب کاهش حجم مخصوص کیک می‌شوند. نتایج حاصل از آنالیز بافت نمونه‌ها حاکی از میزان سفتی کمتر در نمونه حاوی سطح ۰/۲۵٪ آنزیم ترانس گلوتامیناز نسبت به سطح ۰/۵ درصد و همچنین نمونه حاوی ۱٪ صمغ گوار نسبت به سطح ۲٪ بود. بیشترین میزان وزن مخصوص (۱/۳۸) در نمونه حاوی ۱۰۰٪ آردن، ۰/۵۰٪ آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و ۲٪ صمغ گوار مشاهده شد. با افزایش میزان MTG و صمغ گوار در فرمولاسیون کیک اسفنجی بدون گلوتن بر میزان مؤلفه L^* به طور معنی‌داری در سطح اطمینان ۵ درصد افزوده شد که این امر به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب توسط صمغ گوار و آنزیم ترانس گلوتامیناز گلوتامیناز میکروبی می‌باشد. بر اساس نتایج، بالاترین امتیاز ویژگی‌های حسی به نمونه حاوی ۰/۵۰٪ آرد برنج، ۵۰٪ آردن به همراه ۰/۲۵٪ آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و ۱٪ صمغ گوار تعلق گرفت. در مرحله دوم پژوهش مقایسه‌ای بین بهترین نمونه تولیدی در مرحله اول با نمونه شاهد حاوی ۱۰۰٪ آرد گندم و نمونه بدون گلوتن که فاقد آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و صمغ گوار بود انجام گرفت. نتایج مرحله دوم به وضوح، برابری بهترین نمونه مرحله اول با نمونه حاوی ۱۰۰٪ آرد گندم را نشان داد. براساس نتایج مرحله دوم این تحقیق، در میزان هیچ یک از پارامترهای ارزیابی شده (pH، وزن مخصوص، رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، سفتی، رنگ و ویژگی‌های حسی) این دو نمونه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید.

کلمات کلیدی: کیک بدون گلوتن، گوار، MTG، وزن مخصوص، بافت، پردازش تصویر، خصوصیات حسی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	۱-۱- کیک.....
۳	۲-۱- تاریخچه.....
۳	۱-۲-۱- انواع کیک.....
۴	۲-۲-۱- ویژگی‌های کلیدی و فیزیکی اسفنج‌ها و کیک‌ها.....
۶	۳-۱- آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی.....
۷	۴-۱- بیماری سلیاک، روش تشخیص و درمان آن.....
۸	۴-۴-۱- بازار مصرف غذاهای بدون گلوتن.....
۹	۴-۵-۱- انواع آرد های بدون گلوتن.....
۹	۴-۵-۱-۱- ارزن.....
۱۰	۴-۵-۲-۱- برنج.....
۱۱	۴-۵-۳-۱- ذرت.....
۱۱	۴-۵-۴-۱- سورگوم.....
۱۱	۴-۶-۱- ترکیبات شیمیایی موجود در دانه غلات.....
۱۲	۴-۷-۱- نقش گلوتن در محصولات صنایع پخت.....
۱۳	۴-۸-۱- جایگزین‌های گلوتن در محصولات صنایع پخت.....
۱۳	۴-۸-۱-۱- هیدروکلوئیدها.....
۱۳	۴-۸-۱-۱-۱- گوار.....
۱۴	۴-۸-۱-۳-۱- گزانتان.....
۱۵	۴-۸-۲-۱- آنزیم‌ها.....
۱۵	۴-۸-۳-۱- پروتئین‌ها.....
۱۵	۴-۸-۳-۱-۱- ایزوله پروتئینی سویا.....
۱۷	۴-۸-۳-۲-۱- سفیده تخم مرغ.....
۱۷	۴-۸-۳-۳-۱- پروتئین های لبنی.....
۱۸	۴-۵-۱- ضرورت تحقیق.....

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل دوم: بررسی منابع

- ۲-۱- پژوهش‌های انجام شده در مورد تولید فرآورده‌های فاقد گلوتن..... ۲۰
- ۲-۲- پژوهش‌های انجام شده در زمینه آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (MTG)..... ۲۴

فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۳-۱- مواد اولیه..... ۳۰
- ۳-۲- دستگاه‌های مورد استفاده..... ۳۱
- ۳-۳- مواد و محلول‌های شیمیایی..... ۳۱
- ۳-۴- روش‌ها..... ۳۲
- ۳-۴-۱- خصوصیات کیفی آرد ارزن و برنج..... ۳۲
- ۳-۴-۲- تهیه خمیر و تولید کیک..... ۳۲
- ۳-۵- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی خمیر..... ۳۳
- ۳-۵-۱- اندازه‌گیری میزان pH..... ۳۳
- ۳-۵-۲- اندازه‌گیری وزن مخصوص..... ۳۳
- ۳-۶- آزمون‌های کمی و کیفی کیک اسفنجی بدون گلوتن..... ۳۳
- ۳-۶-۱- اندازه‌گیری درصد رطوبت کیک..... ۳۳
- ۳-۶-۲- اندازه‌گیری حجم..... ۳۳
- ۳-۶-۳- ارزیابی بافت کیک..... ۳۴
- ۳-۶-۴- ارزیابی رنگ پوسته کیک..... ۳۵
- ۳-۶-۵- ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک..... ۳۵
- ۳-۶-۶- آزمون خصوصیات حسی کیک..... ۳۶
- ۳-۶-۷- اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر..... ۳۸
- ۳-۷- تجزیه و تحلیل آماری..... ۳۸

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴۲	۱-۴-مرحله اول (ارزیابی اثر نسبت اختلاط آرد برنج-ارزن، آنزیم گلوتامیناز میکروبی و صمغ گوار).....
۴۲	۱-۱-۴-خصوصیات فیزیکوشیمیایی خمیر کیک اسفنجی بدون گلوتن.....
۴۲	۱-۱-۱-۴-pH خمیر.....
۴۵	۱-۱-۲-۴-وزن مخصوص خمیر.....
۴۸	۱-۲-۴-خصوصیات کمی و کیفی کیک اسفنجی بدون گلوتن.....
۴۸	۱-۲-۱-۴-رطوبت.....
۵۲	۱-۲-۲-۴-حجم مخصوص.....
۵۶	۱-۲-۳-۴-تخلخل.....
۶۰	۱-۲-۴-۴-سفتی.....
۶۰	۱-۲-۱-۴-سفتی بلافاصله پس از پخت.....
۶۵	۱-۲-۲-۴-سفتی یک هفته پس از پخت.....
۶۸	۱-۲-۵-۴-مؤلفه‌های رنگی پوسته (L^* ، a^* و b^*).....
۶۸	۱-۲-۱-۴-مؤلفه L^*
۷۲	۱-۲-۲-۴-مؤلفه a^*
۷۵	۱-۲-۳-۴-مؤلفه b^*
۷۸	۱-۲-۶-۴-خصوصیات حسی.....
۷۸	۱-۲-۱-۶-۴-فرم و شکل.....
۸۱	۱-۲-۲-۶-۴-خصوصیات سطح بالایی.....
۸۴	۱-۲-۳-۶-۴-خصوصیات سطح پائینی.....
۸۷	۱-۲-۴-۶-۴-پوکی و تخلخل.....
۹۰	۱-۲-۵-۶-۴-سفتی و نرمی بافت.....
۹۴	۱-۲-۶-۶-۴-قابلیت جویدن.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۹۷	۴-۱-۲-۶-۷-بو، طعم و مزه.....
۱۰۱	۴-۱-۲-۶-۸- پذیرش کلی.....
۱۰۴	۴-۱-۲-۷- ویسکوزیته.....
۱۰۷	۴-۲- مرحله دوم (مقایسه بهترین نمونه مرحله اول با نمونه شاهد حاوی آرد بدون گلوتن و شاهد حاوی آرد گندم).....
۱۰۷	۴-۲-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خمیر.....
۱۰۷	۴-۲-۱-۱- pH خمیر.....
۱۰۸	۴-۲-۱-۲- وزن مخصوص خمیر.....
۱۱۰	۴-۲-۲- خصوصیات کمی و کیفی کیک اسفنجی بدون گلوتن.....
۱۱۰	۴-۲-۲-۱- رطوبت.....
۱۱۱	۴-۲-۲-۲- حجم مخصوص.....
۱۱۳	۴-۲-۲-۳- تخلخل.....
۱۱۴	۴-۲-۲-۴- سفتی.....
۱۱۶	۴-۲-۲-۵- مؤلفه‌های رنگی پوسته (L^* ، a^* و b^*).....
۱۱۸	۴-۲-۲-۶- خصوصیات حسی.....
۱۲۰	۴-۲-۲-۷- ویسکوزیته.....
۱۲۲	نتیجه‌گیری.....
۱۲۲	پیشنهادات.....
۱۲۳	منابع.....

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- محتوای رطوبت و چگالی معمول محصولات کیکی.....	۵
جدول ۲-۱- مقادیر اجزای اصلی تشکیل دهنده غلات.....	۱۲
جدول ۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی ایزوله پروتئینی سویا.....	۱۷
جدول ۱-۳- دستگاه‌ها و تجهیزات مورد استفاده در این پژوهش.....	۳۱
جدول ۲-۳- مواد شیمیایی مصرفی برای انجام آزمایشات در این تحقیق.....	۳۱
جدول ۳-۳- فرم تست پانل.....	۳۷
جدول ۴-۳- ضریب رتبه صفات در آزمون حسی کیکی.....	۳۷
جدول ۱-۴- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان pH خمیر کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۴۲
جدول ۲-۴- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان pH خمیر کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۴۴
جدول ۳-۴- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان وزن مخصوص خمیر کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۴۶
جدول ۴-۴- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان وزن مخصوص خمیر کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۴۸
جدول ۵-۴- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان رطوبت کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۵۰
جدول ۶-۴- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان رطوبت کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۵۲
جدول ۷-۴- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان حجم مخصوص کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۵۴
جدول ۸-۴- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان حجم مخصوص کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۵۶
جدول ۹-۴- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان تخلخل کیکی اسفنجی بدون گلوتن.....	۵۸

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱۰- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان تخلخل کیک اسفنجی بدون گلوتن.....	۶۰
جدول ۴-۱۱- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان سفتی کیک اسفنجی بدون گلوتن در فاصله زمانی بلافاصله پس از پخت.....	۶۲
جدول ۴-۱۲- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان سفتی کیک اسفنجی بدون گلوتن در فاصله زمانی بلافاصله پس از پخت.....	۶۴
جدول ۴-۱۳- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان سفتی کیک اسفنجی بدون گلوتن در فاصله زمانی یک هفته پس از پخت.....	۶۶
جدول ۴-۱۴- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان سفتی کیک اسفنجی بدون گلوتن در فاصله زمانی یک هفته پس از پخت.....	۶۸
جدول ۴-۱۵- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان مؤلفه L* پوسته کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون رنگ‌سنجی.....	۶۹
جدول ۴-۱۶- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان مؤلفه L* پوسته کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون رنگ‌سنجی.....	۷۱
جدول ۴-۱۷- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان مؤلفه a* پوسته کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون رنگ‌سنجی.....	۷۲
جدول ۴-۱۸- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان مؤلفه a* پوسته کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون رنگ‌سنجی.....	۷۴
جدول ۴-۱۹- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان مؤلفه b* پوسته کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون رنگ‌سنجی.....	۷۵
جدول ۴-۲۰- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان مؤلفه b* پوسته کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون رنگ‌سنجی.....	۷۷
جدول ۴-۲۱- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان امتیاز فرم و شکل کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۷۸

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۴-۲۲- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان فرم و شکل کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۸۰
جدول ۴-۲۳- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان امتیاز خصوصیات سطح بالایی کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۸۲
جدول ۴-۲۴- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان خصوصیات سطح بالایی کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۸۴
جدول ۴-۲۵- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان امتیاز خصوصیات سطح پائینی کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۸۵
جدول ۴-۲۶- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان خصوصیات سطح پائینی کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۸۷
جدول ۴-۲۷- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان امتیاز پوکی و تخلخل کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۸۸
جدول ۴-۲۸- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان پوکی و تخلخل کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۹۰
جدول ۴-۲۹- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان امتیاز سفتی و نرمی بافت کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۹۱
جدول ۴-۳۰- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان سفتی و نرمی بافت کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۹۳
جدول ۴-۳۱- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان امتیاز قابلیت جویدن کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۹۵
جدول ۴-۳۲- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان قابلیت جویدن کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۹۷
جدول ۴-۳۳- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان امتیاز بو، طعم و مزه کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۹۹

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۴-۳۴- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان بو، طعم و مزه کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۱۰۱
جدول ۴-۳۵- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان امتیاز پذیرش کلی کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۱۰۲
جدول ۴-۳۶- تأثیر متقابل نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان پذیرش کلی کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون حسی.....	۱۰۴
جدول ۴-۳۷- آنالیز واریانس تأثیر نسبت اختلاط آرد برنج - ارزن، آنزیم گلوتامیناز و صمغ گوار بر میزان ویسکوزیته خمیر کیک اسفنجی بدون گلوتن.....	۱۰۵
جدول ۴-۳۸- آنالیز واریانس تأثیر بهترین نمونه مرحله اول، شاهد بدون گلوتن و شاهد آرد گندم بر میزان pH خمیر کیک اسفنجی بدون گلوتن.....	۱۰۸
جدول ۴-۳۹- آنالیز واریانس تأثیر بهترین نمونه مرحله اول، شاهد بدون گلوتن و شاهد آرد گندم بر میزان وزن مخصوص خمیر کیک اسفنجی بدون گلوتن.....	۱۰۹
جدول ۴-۴۰- آنالیز واریانس تأثیر بهترین نمونه مرحله اول، شاهد بدون گلوتن و شاهد آرد گندم بر میزان رطوبت کیک اسفنجی بدون گلوتن.....	۱۱۱
جدول ۴-۴۱- آنالیز واریانس تأثیر بهترین نمونه مرحله اول، شاهد بدون گلوتن و شاهد آرد گندم بر میزان حجم مخصوص کیک اسفنجی بدون گلوتن.....	۱۱۲
جدول ۴-۴۲- آنالیز واریانس تأثیر بهترین نمونه مرحله اول، شاهد بدون گلوتن و شاهد آرد گندم بر میزان تخلخل کیک اسفنجی بدون گلوتن.....	۱۱۳
جدول ۴-۴۳- آنالیز واریانس تأثیر بهترین نمونه مرحله اول، شاهد بدون گلوتن و شاهد آرد گندم بر میزان سفتی کیک اسفنجی بدون گلوتن در فاصله زمانی بلافاصله و یک هفته پس از پخت.....	۱۱۵
جدول ۴-۴۴- آنالیز واریانس تأثیر بهترین نمونه مرحله اول، شاهد بدون گلوتن و شاهد آرد گندم بر میزان مؤلفه‌های رنگی پوسته کیک اسفنجی بدون گلوتن در آزمون رنگ‌سنجی.....	۱۱۷
جدول ۴-۴۵- آنالیز واریانس تأثیر بهترین نمونه مرحله اول، شاهد بدون گلوتن و شاهد آرد گندم بر میزان امتیاز خصوصیات حسی کیک اسفنجی بدون گلوتن.....	۱۲۰