





دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

غنی سازی نان بربری با فیبرهای غیرغلاتی و اثر آن بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و بافت نان

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

علی فروهر

اساتید راهنما

دکتر جواد کرامت

دکتر مهدی کدیور

استاد مشاور

دکتر محمد شاهی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی آقای علی فروهر

تحت عنوان

غنی سازی نان بربری با فیبرهای غیرغلاتی و اثر آن بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و بافت نان

در تاریخ ۱۳۹۲/۶/۲۶ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| دکتر جواد کرامت | ۱- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر مهدی کدیور | ۲- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر محمد شاهدی | ۳- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر سید امیرحسین گلی | ۴- استاد داور |
| دکتر سید امیر حسین مهدوی | ۵- استاد داور |
| دکتر جهانگیر خواجه علی | سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده |

حمد و سپاس خداوندی را سزااست که خالق ماسواست. خداوندا تو را سپاس می گویم که ابتدا مرا فیض حیات عنایت بخشیدی، نعمتی عظیم به نام پدر و مادرم و آشنایی با معارف دین حق بر من ارزانی داشتی و تا این لحظه از عمرم هرگاه تورا خواندم، صدایم را شنیدی و رهایم نکردی، خطاهایم و زشتی هایم را دیدی و پوشاندی. از پدر و مادرم که مظهر لطف و مهربانی اند، خواهر و برادرم که همواره که همیشه همراهم بودند صمیمانه متشکرم.

از راهنمایی های ارزنده و حمایت های بی دریغ اساتید گران قدرم، جناب آقای دکتر کرامت که با مهربانی خاص خود، جناب آقاب دکتر کدیور که با گفتمان پدران خود و جناب آقای دکتر شاهی که با صبر و حوصله مثال زدنی مرا در انجام این پایان نامه راهنمایی و حمایت کردند و الگویی ارزنده برایم بودند سپاس گزارم و سلامتی اساتید بزرگوام را از خداوند منان خواستارم. از جناب آقای دکتر گلی و جناب آقای دکتر مهدوی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند کمال تشکر را دارم. از کمک مسئولین آزمایشگاه صنایع غذایی؛ آقای مهندس نصری، آقای دهقانی و آقای مولایی سپاسگزارم.

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان
است.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم
و برادر و خواهر مهربانم

فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
فهرست مطالب.....	هشت
فهرست اشکال.....	یازده
فهرست معادلات.....	دوازده
فهرست جداول.....	دوازده
چکیده.....	۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- هدف و اهمیت این تحقیق.....	۴

فصل دوم: بررسی منابع

۱-۲- نان.....	۶
۲-۲- نقش تغذیه‌ای نان.....	۷
۳-۲- انواع نان.....	۷
۱-۳-۲- نان حجیم.....	۷
۲-۳-۲- نان نیمه حجیم.....	۸
۳-۳-۲- نان مسطح.....	۸
۴-۲- انواع نان متداول در ایران.....	۹
۱-۴-۲- نان لواش.....	۹
۲-۴-۲- نان تافتون.....	۱۰
۳-۴-۲- نان بربری.....	۱۰
۴-۴-۲- نان سنگک.....	۱۱
۵-۲- تغییرات خمیر در طی مخلوط کردن.....	۱۳
۱-۵-۲- مدل حلقه و دنباله.....	۱۴
۶-۲- تخمیر.....	۱۵
۱-۶-۲- تغییرات پروتئینها طی تخمیر.....	۱۶
۲-۶-۲- عوامل موثر بر پایداری سلولهای هوا.....	۱۷
۷-۲- مرحله پخت.....	۱۹
۱-۷-۲- افزایش حجم طی پخت.....	۱۹
۲-۷-۲- فرآیند تشکیل پوسته.....	۱۹
۸-۲- بررسی رئولوژیک فرآیند تهیه نان.....	۲۰
۱-۸-۲- رئولوژی مخلوط کردن خمیر.....	۲۱

۲۲	..... ۲-۸-۲- رئولوژی تخمیر
۲۴	..... ۲-۹-۹- فیبر تغذیه‌ای
۲۴	..... ۲-۹-۱- تعاریف ارائه شده از فیبر تغذیه‌ای
۲۷	..... ۲-۹-۲- مراحل تولید فیبر تجاری
۳۰	..... ۲-۱۰-۱- ویژگیهای فراسودمندی فیبرهای تغذیه‌ای
۳۰	..... ۲-۱۰-۱- قابلیت واکنش با آب
۳۱	..... ۲-۱۰-۲- ویسکوزیته
۳۱	..... ۲-۱۰-۳- خصوصیت سطحی فیبر
۳۱	..... ۲-۱۱-۱- بررسی روشهای اندازه‌گیری فیبرهای تغذیه‌ای
۳۲	..... ۲-۱۱-۱- روش غیر آنزیمی - وزن سنجی
۳۲	..... ۲-۱۱-۲- روش آنزیمی - وزن سنجی
۳۲	..... ۲-۱۱-۳- روش آنزیمی - شیمیایی
۳۴	..... ۲-۱۲- منابع طبیعی فیبر
۳۵	..... ۲-۱۳- میزان توصیه شده دریافت روزانه فیبر تغذیه‌ای
۳۵	..... ۲-۱۴- فیبر سیب و سیب‌زمینی
۳۶	..... ۲-۱۵- اثرات سلامتی بخش فیبرهای تغذیه‌ای
۳۷	..... ۲-۱۵-۱- فیبرهای تغذیه‌ای محلول در روده بزرگ
۳۸	..... ۲-۱۵-۲- اثر فیبر نامحلول
۳۸	..... ۲-۱۵-۳- دیابت
۴۰	..... ۲-۱۵-۴- اثرات فیبر تغذیه‌ای بر بیماری سرطان
۴۰	..... ۲-۱۵-۵- بیماری قلبی
۴۱	..... ۲-۱۵-۶- کنترل وزن بدن
۴۱	..... ۲-۱۶- کاربرد علم پردازش تصویر در ارزیابی خصوصیات نان
۴۲	..... ۲-۱۶-۱- بعد فرکتال
۴۵	..... ۲-۱۶-۲- آستانه گذاری تصویر
۴۶	..... ۲-۱۷- روش طرح سطح پاسخ
۴۷	..... ۲-۱۷-۱- بهینه‌یابی فرآیند در طرح سطح پاسخ
۴۸	..... ۲-۱۸- بررسی تحقیقات پیشین
	فصل سوم: مواد و روش‌ها
۵۲	..... ۳-۱-۱- مواد و دستگاههای مورد استفاده
۵۲	..... ۳-۱-۱-۱- مواد اولیه
۵۲	..... ۳-۱-۲- مواد شیمیایی
۵۳	..... ۳-۱-۳- دستگاههای مورد استفاده
۵۴	..... ۳-۱-۴- نرم افزارهای مورد استفاده

۵۴	..... ۲-۳- آنالیز شیمیایی
۵۴	..... ۱-۲-۳- اندازه گیری درصد رطوبت نمونه ها
۵۴	..... ۲-۲-۳- اندازه گیری درصد خاکستر
۵۵	..... ۳-۲-۳- اندازه گیری درصد چربی به روش سوکسله
۵۶	..... ۴-۲-۳- اندازه گیری پروتئین به روش میکروکلدال
۵۷	..... ۵-۲-۳- اندازه گیری گلو تن مرطوب و گلو تن ایندکس
۵۷	..... ۶-۲-۳- شاخص گلو تن
۵۸	..... ۷-۲-۳- اندازه گیری مقدار فیبر خام
۵۹	..... ۸-۲-۳- اندازه گیری نشاسته
۵۹	..... ۹-۲-۳- قابلیت نگهداری آب
۶۰	..... ۳-۳- ارزیابی رئولوژیکی خمیر
۶۰	..... ۱-۳-۳- آزمون فارینوگرافی
۶۱	..... ۲-۳-۳- آزمون کشش یک سویه
۶۲	..... ۳-۳-۳- آزمون اندازه گیری تنش بافت
۶۲	..... ۴-۳-۳- آزمون افزایش حجم خمیر
۶۴	..... ۴-۳- تهیه خمیر و پخت نان
۶۴	..... ۵-۳- ارزشیابی کیفیت نان
۶۴	..... ۱-۵-۳- اندازه گیری حجم نان
۶۵	..... ۲-۵-۳- اندازه گیری رنگ
۶۵	..... ۳-۵-۳- آزمون سنجش بیاتی
۶۶	..... ۴-۵-۳- بررسی خصوصیات دانه بندی مغز نان
۷۰	..... ۵-۵-۳- آزمون ارزیابی حسی
۷۰	..... ۶-۳- پردازش داده ها
فصل چهارم: نتایج و بحث	
۷۲	..... ۱-۴- نتایج آنالیز شیمیایی
۷۴	..... ۲-۴- نتایج آزمونهای رئولوژی خمیر
۷۴	..... ۱-۲-۴- آزمون فارینوگراف
۸۱	..... ۲-۲-۴- آزمون کشش یک سویه
۸۴	..... ۳-۲-۴- آزمون تنش بافت
۸۶	..... ۴-۲-۴- اندازه گیری تغییرات حجم خمیر
۹۰	..... ۳-۴- سنجش کیفیت نان
۹۰	..... ۱-۳-۴- آزمون رنگ سنجی
۹۵	..... ۲-۳-۴- بررسی خصوصیات دانه بندی مغز نان
۱۰۱	..... ۳-۳-۴- اندازه گیری حجم و رطوبت نان

۱۰۴	۴-۴-سنجش بیاتی نان
۱۱۰	۵-۴-آزمون حسی نان
۱۱۴	۶-۴-شرایط بهینه تخمیر و میزان فیبر تغذیه‌ای
۱۱۶	۱-۵-نتایج
۱۱۸	۲-۵-پیشنهادات
۱۱۸	منابع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۲	شکل ۱-۲- مراحل تهیه نان و تغییرات اجزای آن
۱۴	شکل ۲-۲- مدل حلقه و دنباله
۱۷	شکل ۳-۲- مدل ساختار خمیر بر اساس فرضیه اثر پایدارکننده فیلم مایع
۱۸	شکل ۴-۲- تاثیر پنتوزان‌ها بر سلولهای هوا
۲۹	شکل ۵-۲- مراحل تهیه فیبر سیب
۴۰	شکل ۶-۲- مکانیسم تاثیر مصرف فیبر بر بیماریهای قلبی
۴۴	شکل ۷-۲- بلوک بندی تصویر در روش شمارش جعبه
۶۳	شکل ۱-۳- بخش گنبدی بالای خمیر، اندازه گیری حجم طی تخمیر
۶۶	شکل ۲-۳- فشرده شدن نان طی دو سیکل
۶۹	شکل ۳-۳- مراحل مقدماتی پردازش تصاویر نان غنی شده
۷۶	شکل ۱-۴- روند تغییر جذب آب در خمیر با جایگزینی درصدهای مختلف فیبر
۷۷	شکل ۲-۴- روند تغییر زمان گسترش خمیر با جایگزینی درصدهای مختلف فیبر
۷۹	شکل ۳-۴- فارینوگرام خمیر با درصدهای مختلف فیبر
۸۲	شکل ۴-۴- خصوصیات آزمون کشش یک سوبه فیبر سیب
۸۲	شکل ۵-۴- مقاومت به کشش و کشش پذیری فیبر سیب زمینی
۸۵	شکل ۶-۴- نسبت تنش در زمان ۱۵۰ ثانیه به ابتدای آزمون (زمان صفر)
۸۸	شکل ۷-۴- تغییرات حجم خمیر غنی شده با فیبر سیب زمینی
۸۸	شکل ۸-۴- تغییرات حجم خمیر غنی شده با فیبر سیب
۸۹	شکل ۹-۴- زمان لازم برای دو برابر شدن حجم خمیر
۹۴	شکل ۱۰-۴- تغییرات روشنایی سطح و مغز نان غنی شده با فیبر تغذیه‌ای
۹۹	شکل ۱۱-۴- خصوصیات دانه بندی مغز نان غنی شده با فیبر سیب
۱۰۰	شکل ۱۲-۴- خصوصیات دانه بندی مغز نان غنی شده با فیبر سیب زمینی
۱۰۱	شکل ۱۳-۴- حجم مخصوص نان غنی شده با فیبر تغذیه‌ای
۱۰۸	شکل ۱۴-۴- ویژگیهای بیاتی نان دارای فیبر سیب

- شکل ۴-۱۵- ویژگیهای بیاتی نان دارای فیبر سیبزمینی..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۶- تغییرات پذیرش کلی نان فیبردار با تغییر درصد فیبر..... ۱۱۲

فهرست معادلات

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
۱-۲- واکنش متابولیکی هوازی مخمر.....	۱۵
۲-۲- واکنش متابولیکی بی هوازی مخمر.....	۱۵
۳-۲- محاسبه تعداد جعبه در یک بلوک.....	۴۴
۴-۲- محاسبه تعداد کل جعبه در.....	۴۴
۵-۲- فرمول محاسبه α	۴۷
۶-۲- تابع مطلوبیت در طرح سطح پاخ.....	۴۷
۱-۳- فرمول اندازه گیری رطوبت.....	۵۴
۲-۳- فرمول اندازه گیری خاکستر.....	۵۵
۳-۳- فرمول اندازه گیری چربی.....	۵۵
۴-۳- فرمول اندازه گیری ازت کل.....	۵۶
۵-۳- فرمول تبدیل ازت به پروتئین.....	۵۶
۶-۳- اندازه گیری گلو تن مرطوب.....	۵۷
۷-۳- فرمول اندازه گیری شاخص گلو تن.....	۵۸
۸-۳- فرمول اندازه گیری فیبر خام.....	۵۸
۹-۳- فرمول اندازه گیری نشاسته.....	۵۹
۱۰-۳- فرمول اندازه گیری قابلیت نگهداری آب.....	۶۰
۱۱-۳- فرمول نرمال سازی تست تشش بافت.....	۶۲
۱۲-۳- فرمول محاسبه حجم بخش استوانه ای.....	۶۳
۱۳-۳- فرمول محاسبه حجم بیضی گون.....	۶۴
۱۴-۳- فرمول محاسبه احتمال شدت رنگ خاکستری هر نقطه.....	۶۸
۱۵-۳- فرمول محاسبه احتمال شدت رنگ خاکستری هر نقطه.....	۶۸
۱۶-۳- فرمول محاسبه احتمال شدت رنگ خاکستری هر نقطه.....	۶۸
۱۹-۳- معادله تجمعی کل.....	۶۸
۲۰-۳- معادله واریانس کلاس تصویر.....	۶۸

فهرست جداول

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۲-۱- انواع نان متداول در ایران.....	۹
جدول ۲-۲- طبقه بندی فیبرهای تغذیه ای براساس حلالیت و تخمیرپذیری.....	۲۵

- جدول ۳-۲ - روشهای اندازه گیری فیبرهای تغذیه‌ای ۳۳
- جدول ۴-۲ - میزان فیبر موجود در میوه‌جات، سبزیجات و دانه ها ۳۴
- جدول ۵-۲ - میزان توصیه شده دریافت فیبر تغذیه‌ای بر اساس سن و جنسیت ۳۵
- جدول ۶-۲ - عملکرد و مزایای سلامتی بخش فیبرهای تغذیه‌ای ۳۷
- جدول ۷-۲ - روشهای محاسبه بعد فرکتال ۴۳
- جدول ۱-۳ - طراحی آزمایش بر اساس روش سطح پاسخ ۷۱
- جدول ۱-۴ - خصوصیات شیمیایی مواد اولیه ۷۳
- جدول ۲-۴ - بررسی ویژگی فارینوگرافی خمیر غنی شده با درصد‌های مختلف فیبر تغذیه‌ای ۷۵
- جدول ۳-۴ - معادلات رگرسیونی جذب آب فیبر تغذیه‌ای در خمیر آرد گندم ($y = ax + b$) ۷۶
- جدول ۴-۴ - آزمون کشش یکسویه خمیر دارای فیبر تغذیه‌ای ۸۳
- جدول ۵-۴ - آزمون تنش یافت ۸۵
- جدول ۶-۴ - درصد افزایش حجم خمیر غنی شده با فیبر تغذیه‌ای ۸۷
- جدول ۷-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی چندجمله‌ای رنگ سنجی نان غنی شده با فیبر سیب ۹۱
- جدول ۸-۴ - آنالیز واریانس معادلات رنگ سنجی نان غنی شده با فیبر سیب ۹۲
- جدول ۹-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی چندجمله‌ای رنگ سنجی نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۹۳
- جدول ۱۰-۴ - آنالیز واریانس معادلات رنگ سنجی نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۹۴
- جدول ۱۱-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی چندجمله‌ای بررسی مغز نان غنی شده با فیبر سیب ۹۶
- جدول ۱۲-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی چندجمله‌ای بررسی مغز نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۹۷
- جدول ۱۳-۴ - آنالیز واریانس ویژگیهای مغز نان غنی شده با فیبر سیب ۹۸
- جدول ۱۴-۴ - آنالیز واریانس ویژگیهای مغز نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۹۸
- جدول ۱۵-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی سنجش رطوبت و حجم مخصوص نان غنی شده ۱۰۲
- جدول ۱۶-۴ - آنالیز واریانس سنجش رطوبت و حجم مخصوص نان غنی شده با فیبر ۱۰۳
- جدول ۱۷-۴ - آنالیز واریانس سنجش ویژگیهای بیاتی نان غنی شده با فیبر سیب ۱۰۵
- جدول ۱۸-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی سنجش ویژگیهای بیاتی نان غنی شده با فیبر سیب ۱۰۵
- جدول ۱۹-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی سنجش ویژگیهای بیاتی نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۱۰۶
- جدول ۲۰-۴ - آنالیز واریانس سنجش سفتی و حجم مخصوص نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۱۰۶
- جدول ۲۱-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی چندجمله‌ای آزمون حسی نان غنی شده با فیبر سیب ۱۱۱
- جدول ۲۲-۴ - ضرایب و خصوصیات مدل رگرسیونی آزمون حسی نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۱۱۲
- جدول ۲۳-۴ - آنالیز واریانس آزمون حسی نان غنی شده با فیبر سیب ۱۱۳
- جدول ۲۴-۴ - آنالیز واریانس آزمون حسی نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۱۱۳
- جدول ۲۵-۴ - نتایج حاصل از بهینه‌یابی فرآیند ۱۱۵
- جدول ۲۶-۴ - نتایج آزمایش و مدل، در شرایط بهینه تولید نان غنی شده با فیبر سیب زمینی ۱۱۵
- جدول ۲۷-۴ - نتایج آزمایش و مدل، در شرایط بهینه تولید نان غنی شده با فیبر سیب ۱۱۵

چکیده

عموماً فیبرهای تغذیه‌ای به گروهی از ترکیبات کربوهیدراتی و لیگنین اطلاق می‌شود که آنزیم‌های گوارشی انسان قادر به هضم و جذب آنها نمی‌باشد. این ترکیبات شامل سلولز، همی سلولز، صمغ‌ها، موسیلاژها و لیگنین است. تاثیر معکوس افزایش مصرف فیبرهای تغذیه‌ای بر چاقی، بیماری قلبی، دیابت و برخی از سرطان‌ها در بسیاری از تحقیقات ثابت شده است. با این حال مصرف این ترکیبات از میزان توصیه شده (تقریباً ۳۰ گرم) کم تر در رژیم غذایی روزانه رعایت می‌شود. از این رو تولید محصولات با فیبر زیاد مفید به نظر می‌رسد. در این تحقیق برای دست‌یابی به بهترین میزان فیبرهای تغذیه‌ای و ایده‌آل‌ترین شرایط تخمیر از روش سطح پاسخ استفاده شد تا از این طریق، بهترین کیفیت و بیشترین پذیرش کلی نان بربری غنی شده با فیبرهای تغذیه‌ای حاصل گردد. فاکتورهای زمان تخمیر، میزان مخمر و فیبر تغذیه‌ای به ترتیب در ۵، ۵ و ۴ سطح انتخاب شد. که این سطوح برای فیبر تغذیه‌ای ۰، ۲، ۶ و ۱۰ درصد و برای زمان تخمیر ۴۲، ۶۰، ۸۵، ۱۱۰ و ۱۲۷ دقیقه و برای مخمر ۰/۶۶، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۳۴ درصد بود. همچنین اثر افزودن این ترکیبات بر رئولوژی خمیر و نان حاصل، بررسی شد. در این راستا از فارینوگراف، پردازش تصور (افزایش حجم خمیر) و دستگاه بافت سنج (آزمون کشش یک سوبه و تنش بافت) استفاده شد. نتایج نشان داد که فیبر تغذیه‌ای باعث افزایش جذب آب، زمان گسترش خمیر و مقاومت آن به کشش می‌گردد. همچنین این ترکیبات زمان مقاومت خمیر (بجز در ۶٪ جایگزینی فیبر سیب‌زمینی)، میزان کشش و افزایش حجم خمیر را کاهش می‌دهند. این نتایج نشان می‌دهد که فیبرهای تغذیه‌ای ویژگی و خصوصیات فرآوری خمیر را تغییر می‌دهند، از این رو تغییر در شرایط فرآوری ضروری است. نان غنی شده نیز با استفاده از دستگاه بافت سنج و روش پردازش تصویر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بخش نیز نشان داد که این ترکیبات باعث تغییر در سفتی نان، حجم مخصوص، ریزساختار و رنگ نان می‌شوند و این خصوصیات (بجز رنگ مغز نان) تحت تاثیر شرایط تخمیر هستند. هر دو نوع فیبر مورد استفاده، سفتی نان را افزایش و حجم مخصوص نان را کاهش دادند. هرچند در طول نگهداری کم‌ترین میزان سفتی نان در درصد‌های میانی استفاده از فیبرهای تغذیه‌ای دیده شد. با افزایش زمان تخمیر و میزان مخمر، سفتی نان کاهش و حجم مخصوص نان افزایش یافت. نتایج پردازش تصویر نشان داد که فیبرهای تغذیه‌ای و شرایط تخمیر بر تخلخل و اندازه حفرات هوا تاثیر گذار هستند و نان غنی شده با این ترکیبات دارای ساختاری فشرده تر است. همچنین فیبر سیب و سیب‌زمینی رنگ نان را تیره‌تر و پذیرش نان را کم تر می‌کنند و بین این دو، فیبر سیب تاثیر بیشتری بر رنگ نان دارد. فرآیند بهینه‌یابی فرآیند نشان داد که زمان تخمیر ۱۱۰ دقیقه، ۱/۸۹ درصد مخمر و ۵/۱۱ درصد فیبر سیب و همچنین زمان تخمیر ۱۱۰ دقیقه، ۱/۷۴ درصد مخمر و ۷/۳۳ درصد فیبر سیب‌زمینی دارای مطلوب‌ترین ویژگی‌های مورد انتظار در نان غنی شده است. این تحقیق نشان می‌دهد که می‌توان فیبر سیب و سیب‌زمینی را به عنوان یک افزودنی مهم در نان با هدف غنی سازی رژیم غذایی استفاده نمود.

واژه های کلیدی: فیبر تغذیه‌ای، نان فراسودمند، پردازش تصویر، رئولوژی خمیر نان

فصل اول

مقدمه و اهمیت موضوع

۱-۱- مقدمه

امروزه با پیشرفتهای امکانات و تکنولوژی، سبک زندگی افراد تغییر یافته است. بخشی از این تغییر مربوط به الگوی تغذیه‌ای مردم است که به سمت استفاده از غلات سبوس گرفته، محصولات گوشتی فرآیند شده و مواد غذایی با درصد چربی و قند بالا سوق پیدا کرده است. همچنین سهم مواد گیاهی و فیبرهای تغذیه‌ای در غذای دریافتی روزانه کاهش پیدا کرده است. این رویه جدید و رو به گسترش، عامل افزایش چاقی و شیوع برخی بیماری‌های مزمن از قبیل دیابت، بیماری‌های قلبی و برخی سرطانها شده است [۵۱ و ۷۲]. ایران نیز با این مشکلات مواجه است، به طوریکه در سال ۲۰۰۸، ۲۰ تا ۲۹/۹٪ جمعیت ایران دارای اضافه وزن بوده‌اند. چاقی عامل مخاطره‌انگیز ابتلا به دیابت نوع دو و بیماری قلبی است. به گزارش سازمان سلامت جهانی در سال ۲۰۰۸ بیماری قلبی اولین عامل مرگ و میر در دنیا بوده است [۱۰۳]. تخمین زده می‌شود که در سال ۲۰۳۰ تعداد افراد مبتلا به دیابت به ۴۳۹ میلیون نفر می‌رسد [۲۱]. بنابراین یافتن راه‌حلی برای کاهش این مخاطرات روبروی بشر ضروری است. دانشمندان حوزه سلامت و تغذیه، بازگرداندن شیوه تغذیه‌ای صحیح و یا غنی کردن محصولات غذایی با اجزاء ضروری که فقدان آنها باعث این مشکلات شده است، را در کاهش این مشکلات مفید می‌دانند [۵۱].

از سالهای بسیار دور تا به اکنون غلات بخش مهمی از غذای قسمت اعظم مردم جهان را تشکیل داده است. مصرف غلات به عنوان غذا، در ابتدا به شکل دانه بوداده شروع شده و مراحل تکمیلی خود را همگام با پیشرفت‌های بشر به شکل‌های نان مسطح و حجیم امروزی طی کرده است. تهیه نان با استفاده از خمیرترش باعث تولید محصولی متخلخل و نرم گردید. از این برهه صدها سال گذشته است و امروزه با پیشرفتهای قابل توجه در صنعت مخمرسازی، نانهای حجیم و متخلخل پدید آمده است. برای تولید چنین محصولی، نوع غله مورد استفاده به گندم (به طور غالب) و چاودار محدود شده است [۱]. نان در بسیاری از کشورها به عنوان قوت غالب محسوب می‌شود. بنابراین نان بهترین و ارزان‌ترین گزینه برای غنی‌سازی رژیم غذایی این جوامع با مواد مغذی است [۹۹ و ۶۴].

فیبرهای تغذیه‌ای شامل: سلولز، همی سلولز، لیگنین، صمغ‌ها، موسیلاژ و نشاسته مقاوم است [۴۹]. این ترکیبات بدلیل نوع ساختارشان، در روده کوچک هضم و جذب نمی‌شوند و تنها در روده بزرگ امکان تخمیر جزئی و یا کلی آنها وجود دارد. عملکرد آنها در بدن به گونه‌ای است که مزایای زیادی برای سلامتی بدن ایجاد می‌کنند [۹]. تحقیقات نشان می‌دهد با افزایش مصرف این ترکیبات، میزان چاقی، بیماری‌های قلبی، دیابت نوع دو در جوامع کاهش می‌یابد [۳۰ و ۶۲ و ۱۰۲]. با این وجود امروزه مصرف این ترکیبات از میزان توصیه شده آنها کمتر است [۷ و ۹ و ۹۹]. بنابراین غنی‌سازی مواد غذایی با این ترکیبات امری مهم محسوب می‌شود. با افزوده شدن این ترکیبات به مواد غذایی هم دانسیته انرژی غذا کاهش می‌یابد و هم بدلیل مزایای سلامتی بخش این ترکیبات، به طور مستقیم ارزش تغذیه‌ای محصول غذایی افزایش می‌یابد و محصولی فراسودمند بدست می‌آید [۱۳]. منابع طبیعی فیبرهای تغذیه‌ای شامل غلات، میوه‌جات و سبزیجات است.

به صورت کلی فیبرهای تغذیه‌ای تجاری از محصولات جانبی فرآورده‌های صنعت غذا بدست می‌آیند. فرآوری‌های فیزیکی، شیمیایی و آنزیمی که برای تولید محصولات غذایی صورت می‌گیرد، ترکیب و ویژگی‌های عملکردی فیبرها را تعیین می‌کند [۳۰]. در این راستا انتخاب منبع فیبر برای غنی‌سازی نان اهمیت دارد. چون منابع مختلف دارای ترکیبات متفاوتی از فیبرهای تغذیه‌ای هستند که هم عملکرد فیزیولوژیک آنها در بدن و هم نوع تاثیر تکنولوژیک آنها بر مواد غذایی متفاوت است. تاثیری که فیبرهای تغذیه‌ای بر نان می‌گذارند، عموماً کیفیت و پذیرش محصول نهایی را کاهش می‌دهند [۲۵]. تغییرات طعمی، حجمی و بافتی نان با بکارگیری فیبرهای تغذیه‌ای به منبع فیبر و روش استحصال آن مربوط می‌شود از مشکلات نان غنی شده با فیبر است. بنابراین برای رفع این مشکلات و تولید نان فراسودمند با کیفیت مطلوب تحقیقات زیادی انجام شده است. این تحقیقات با هدف یافتن منابع جدید فیبرهای تغذیه‌ای و راهکارهایی برای کاهش اثرات نامطلوب تکنولوژیک این ترکیبات بر نان صورت پذیرفته است.

۲-۱- هدف و اهمیت این تحقیق

با توجه به اهمیت و نقش سودمند فیبرهای تغذیه‌ای بر سلامت عمومی افراد جامعه، در این پایان‌نامه تلاش شده است تا دو نوع فیبر غیرغلاتی (فیبر سیب و فیبر سیب‌زمینی) در جهت تولید نان فراسودمند، معرفی گردد. اغلب تحقیقات انجام شده برای رفع معایب نان غنی‌شده با فیبر، بر استفاده از بهبود دهنده (آنزیم، امولسی‌فایر، گلوتن و یا مخلوطی از این ترکیبات) تمرکز داشته است. اما با توجه به جایگاه نان در اجتماع ایران هرگونه تغییر در جهت افزایش کیفیت و یا ارزش تغذیه‌ای باید به گونه‌ای باشد که قیمت این محصول تغییر چندانی نداشته باشد. با توجه به این واقعیت، شاید تغییر در شرایط فرآیند تولید و بدون استفاده از بهبود دهنده‌ها راهی مناسب برای غنی‌سازی نان سنتی ایرانی با فیبرهای تغذیه‌ای باشد. بنابراین تغییر در فرآیند تخمیر نان غنی‌شده، نسبت به حالت رایج، مورد بررسی قرار گرفت تا با انتخاب بهترین شرایط تخمیر، بتوان بالاترین میزان فیبرهای سیب و سیب‌زمینی با کمترین تغییرات نامطلوب، در نان مورد استفاده قرار گیرد.

فصل دوم بررسی منابع

۱-۲- نان

از سالهای بسیار دور تا به اکنون غلات بخش مهمی از غذای قسمت اعظم مردم جهان را تشکیل داده است. تولید نان با توجه به ویژگی‌های گندم، به این دانه غلاتی و کمی هم چاودار منحصر شده است. دانه گندم از قسمتهای مختلفی تشکیل شده است. آندوسپرم ۸۰ تا ۸۵٪ وزن دانه را به خود اختصاص می‌دهد. این قسمت از پروتئین و نشاسته تشکیل شده است. به طور کلی پروتئین آندوسپرم شامل گلوتئین، گلیادین، آلبومین و گلوبولین است. جوانه گندم دارای ۲۵٪ پروتئین، ۸ تا ۱۳٪ چربی است. همچنین منبعی از ویتامین E محسوب می‌شود. جوانه گندم^۱ ۲ تا ۳٪ و سبوس تقریباً ۱۲-۱۵٪ وزن دانه را شامل می‌شود [۱۰ و ۲۳]. سبوس گندم قسمت پری‌کارپ و نواحی بیرونی (لایه آلورن) دانه گندم را تشکیل می‌دهد. سبوس دارای ۷۰٪ کربوهیدرات بوده که ۸۰٪ از این مقدار، سلولز و همی سلولز است. ۱۸٪ پروتئین و دیگر مواد مغذی سبوس در لایه آلورن قرار دارد. سبوس به علت دارا بودن میزان بالای فیبر و ویتامین، ترکیبی با ارزش است. هرچند در این قسمت از دانه گندم مواد ضدتغذیه‌ای مثل اسید فیتیک نیز وجود

۱- Wheat germ

دارد [۴۴]. اسید فیتیک یک ترکیب فسفردار بوده که با کاتیون‌ها واکنش داده و ترکیبات پایدار و نامحلولی را پدید می‌آورد. به طور معمول در روند تبدیل خمیر به نان میزان این ترکیب به دلیل وجود آنزیم‌های ذاتی آرد کاهش می‌یابد اما ممکن است به طور کامل حذف نشود. میزان باقی ماندن اسید فیتیک به عواملی از قبیل: زمان و دمای تخمیر، درجه استخراج آرد، میزان فعالیت آنزیم فیتاز، pH خمیر، میزان مخمر، میزان آنزیم و وجود نمک‌های کلسیم در خمیر بستگی دارد [۸۸].

مصرف کنندگان، نان تهیه شده از آرد سبوس گرفته را نسبت به نان تهیه شده از آرد کامل به دلیل ظاهر و بافتی مطلوب‌تر، بیشتر ترجیح می‌دهند [۷۲]. امروزه نان از آرد سبوس گرفته تهیه می‌شود که دارای میزان بالایی کربوهیدرات و میزان کمی فیبر تغذیه‌ای است. بر این اساس، استفاده از منابع دارای فیبر تغذیه‌ای مثل دانه غلات، حبوبات و یا فیبرهای تغذیه‌ای خالص شده در نان مفید به نظر می‌رسد [۲۹]. بخشی از اثرات مفید این ترکیبات در بخش ۲-۱۱ آورده شده است.

۲-۲- نقش تغذیه‌ای نان

نان به عنوان غذای عمده بخش زیادی از مردم کشورهای مختلف، روزانه قسمت اعظم نیاز انرژی، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌های گروه B را تامین می‌کند. در ایران حدود ۶۰-۶۵٪ از نیاز انرژی و پروتئین و حدود ۲-۳ گرم املاح معدنی و قسمت اعظم نمک طعام با خوردن نان تامین می‌شود. نقش دیگر نان مربوط به افزایش حجم غذاهایی است که به همراه نان خورده شده است. این افزایش حجم شرایط را برای هضم بهتر غذا فراهم می‌کند [۱].

۲-۳- انواع نان

تنوع در نان ناشی از مواد اولیه بکار رفته، اندازه، شکل و روش‌های مختلف تهیه نان است. کاربرد افزودنی‌های مختلف در نان مانند چربی، شکر، فرآورده‌های لبنی، میوه‌ها و سایر غلات باعث تنوع زیادی در نان شده است. بر اساس حجم، نان به سه دسته تقسیم می‌شود.

۲-۳-۱- نان حجیم

تهیه نان حجیم به قابلیت مناسب غله استفاده شده بستگی دارد. در میان انواع غلات، گندم و تا حدودی چاودار برای تولید این نوع نان مطلوب هستند. مصرف نانهای حجیم بیشتر در اروپا و آمریکا است [۶۴].