

بررسی تاثیر هیدروکلوئید های اینولین و گوار بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و بافت نان قالبی به روش سطح پاسخ (RSM)

نیلوفر علیرضایی^۱، حسن برزگر^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۰۵

چکیده

هیدرو کلوئید ها با جذب آب سبب افزایش ویسکوزیته و در نتیجه پایداری برخی از سیستم های غذایی می شوند. از این نظر کاربرد گسترده ای در بسیاری از فراورده های غذایی دارند. معمولاً هیدروکلوئیدها برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلوتهی، ایجاد نرمی و به تعویق انداختن بیاتی استفاده می شوند. با توجه به اینکه نان نقش بسیار زیادی در سبد غذایی خانوار دارد، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر دو هیدروکلوئید گوار و اینولین بر کیفیت خمیر و نان قالبی انجام گردید. برای انجام آزمایش، گوار و اینولین در غلظت های ۰/۵ و ۱ درصد و ترکیبی از آنها در فرمولاسیون خمیر نان قالبی استفاده شد در تیمار های ترکیبی برای محاسبه میزان افزودن هیدروکلوئید مورد نظر از مخلوط ۵۰ به ۵۰ درصد آنها استفاده گردید. پس از انجام آزمون های اکستنسوگراف و فارینوگراف و تهیه خمیر پخت نان صورت گرفته و آزمایشات لازم انجام شد. روش سطح پاسخ نیز جهت یافتن حالت بهینه تاثیر متقابل فاکتور ها به کار گرفته شد. فرایند بهینه سازی نشان داد که نسبت ۱/۵۶ و غلظت ۰/۷۵ درصد بهترین تاثیر را بر خصوصیات نان قالبی داشت و باعث شد تا سختی در روز اول ۱۸۳۹/۶۷ گرم و در روز دوم ۲۹۲۳/۵۱ گرم باشد. همچنین این سطح از فاکتور های مورد بررسی باعث شد تا عدد فارینوگراف ۵۵/۲ برابندر و اکستنسوگراف ۲/۱ برابندر گردد.

واژه های کلیدی: هیدروکلوئید، گوار، اینولین، نان قالبی، روش سطح پاسخ

۱- مقدمه

در صنعت غذا در خواست‌ها به طور مداوم در حال رشد برای تولید مواد جدید از منابع طبیعی است. مواد گیاهی کاربردهای گسترده‌ای در زمینه مواد غذایی (به عنوان مثال، قوام دهنده، عامل ژل‌کننده، امولسیفایر^۱، پوشش، جایگزین چربی) و داروها (به عنوان مثال در عامل مهار رادیکال^۲، مکمل رژیم غذایی) دارند. علاوه بر این، اعتقاد بر این است که یک رژیم غذایی غنی از مواد گیاهی برای محافظت در برابر طیف وسیعی از بیماری‌ها مناسب است (۶). هیدروکلویدها گروه بزرگی از پلی‌ساکاریدها و مشتقات آنها هستند که قادرند با جذب آب ویسکوزیته بالایی (در غلظت‌های پایین) تولید کنند و معمولاً برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلوتهی، ایجاد نرمی و به تعویق انداختن بیاتی استفاده می‌شوند (۲). صمغ‌ها به عنوان پلی‌ساکاریدهای پیچیده از منابع مختلف، به عنوان مثال دانه های گیاهی (گوار)، ترشحات گیاهی (کتیرا)، درخت یا درختچه صمغ عربی، عصاره علف هرز دریایی (آگار)، باکتری‌ها (زانتان)، و منابع حیوانی (کیتین) استخراج شده است. صمغ‌ها هیدروکلویدهایی هستند که با جذب آب سبب افزایش ویسکوزیته و در نتیجه پایداری برخی از سیستم‌های غذایی می‌شوند. از این نظر کاربرد گسترده‌ای در بسیاری از فراورده‌های غذایی دارند. علاوه بر این، به کارگیری آنها در مواردی اجازه می‌دهد که بتوان فرمولاسیون یا اجزاء تشکیل دهنده یک فراورده غذایی مشخص را به میزان بسیار زیادی تغییر داد. صمغ گوار از دانه های *Cyamopsis tetragonolobus* به دست می‌آید.

این گیاه در هند، پاکستان و آمریکا بصورت طبیعی می‌روید یا به منظور تغذیه دام‌ها کشت می‌شود. این صمغ در غلظت کم ویسکوزیته بالایی ایجاد می‌کند و استفاده از آن برای افزایش پایداری و پیوند با آب، بهبود مخلوط کردن، پایداری فرمول، افزایش زمان نگهداری از طریق حفظ رطوبت و حذف سینرزیس در محصول غذایی پیشنهاد شده است (۹ و ۱۱). اینولین یک فیبر رژیمی قابل حل در آب می‌باشد که در محدوده وسیعی از گیاهان یافت می‌شود (۵). این هیدروکلویدها مخلوطی از الیگومرها و پلیمرها است که واحدهای فروکتوز در این مخلوط از پلیمرهای فروکتوز خطی و الیگومرها تشکیل شده‌اند و یک مولکول گلوکز در انتهای زنجیره ی فروکتوز قرار گرفته است (۸). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اینولین، قابلیت تشکیل میکروکریستال در زمان انحلال آن در آب می‌باشد. به طوری که این کریستال‌ها در دهان محسوس نبوده ولی در جهت تشکیل بافت خامه‌ای و فراهم کردن احساس شبیه به چربی بسیار مناسب می‌باشد. نان‌های حجیم دارای ماندگاری بسیار کوتاهی هستند و کیفیت آنها به فاصله زمانی میان تولید و مصرف ارتباط تنگاتنگی دارد. در طی نگهداری نان کاهش در تازگی و افزایش در سفتی مغز باعث کاهش مشتری پسندی محصول می‌گردد که مجموع این عوامل را بیاتی نان می‌نامند. از میان ترکیبات موجود در نان، به دلیل بیشتر بودن مقدار نشاسته در مغز نان تغییراتی که در اثر رتروگراداسیون^۵ نشاسته اتفاق می‌افتد را عامل اصلی بیاتی نان بر می‌شمرند. اگر چه تغییر ماهیت گلوتهن در اثر پخت و ایجاد اتصالات عرضی میان گلوتهن و نشاسته نیز از دیگر عوامل موثر بر بیاتی می‌باشند (۴). روش سطح پاسخ مجموعه‌ای از روش‌های ریاضی و آماری بوده که برای مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل مسائلی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن پاسخ مورد نظر تحت تأثیر چندین متغیر مختلف است. استفاده از روش سطح پاسخ به منظور بهینه‌سازی طرح با هدف کاهش هزینه‌های تجزیه و تحلیل گران‌قیمت و خطای عددی همراه آنها انجام می‌

- 1-Stabilizers
- 2-Gel
- 3-Emulsifier
- 4-Radical scavenging

⁵ Retrogradation

۲- مواد و روش ها

آرد مورد استفاده در این آزمایش از خط تولید کارخانه آرد تهران باختر نمونه برداری شد. خصوصیات آرد مورد استفاده در این آزمایش بدین صورت بود:

رطوبت ۱۴/۲ - خاکستر ۰/۶۱۰ - گلوتن ۲۷/۶ PH - ۵/۸

۲-۱- طراحی آزمایش

به منظور بررسی تاثیر همزمان دو فاکتور نسبت اینولین به گوار و غلظت و همچنین بهینه سازی فرایند استخراج از روش سطح پاسخ با طرح آزمایش مرکب مرکزی و آلفای ۱/۵، با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت نسخه ۷، آزمایشی با دو فاکتور عددی طراحی شد که شامل ۱۲ آزمون بود (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱: نسبت ها و غلظت های مورد استفاده در آزمایش

آزمون	فاکتور ۱: نسبت	فاکتور ۲: غلظت
۱	۲/۰۰	۱/۲۵
۲	۱/۰۰	۰/۷۵
۳	۲/۰۰	۱/۲۵
۴	۳/۵۰	۱/۲۵
۵	۳/۰۰	۰/۷۵
۶	۲/۰۰	۲/۰۰
۷	۲/۰۰	۱/۲۵
۸	۳/۰۰	۱/۷۵
۹	۰/۵۰	۱/۲۵
۱۰	۲/۰۰	۰/۵۰
۱۱	۱/۰۰	۱/۷۵
۱۲	۲/۰۰	۱/۲۵

گردد. موسکاتو و همکاران (۲۰۰۶) با انجام تحقیقاتی اعلام کردند افزودن ۶ درصد اینولین باعث بهبود چسبندگی و حجم مخصوص نمونه های کیک شکلاتی در مقایسه با نمونه شاهد می شود. نتایج تحقیق این محققین حاکی از بهبود ویژگی های کیفی کیک شکلاتی در اثر افزودن اینولین بود (۱۳). ابراهیم پور و همکاران (۱۳۸۹) اثر پکتین، گوار و کاراگینان را بر روی ویژگی های کیفی نان حجیم بدون گلوتن بررسی کردند نتایج نشان داد که با افزودن هیدروکلویید به استثنای کاراگینان، افزایش قابل توجهی در حجم نان مشاهده شد. در این پژوهش پکتین در غلظت ۳٪ و ترکیب گوار - پکتین در غلظت های ۲ و ۳٪ نان بدون گلوتن با حجم و ارتفاع بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها ارائه دادند (۱). هجرانی و همکاران (۱۳۹۳) تاثیر صمغ گوار را بر ویژگی های رئولوژیکی و کیفیت پخت کامل نان بربری نیم پز و منجمد مورد مطالعه قرار دادند نتایج نشان داد که استفاده از صمغ گوار در غلظت ۰/۴ می تواند باعث بهبود پارامتر های کیفی و رئولوژی نان بربری نیم پز منجمد پس از پخت کامل شود (۵). با توجه به نیاز روز افزون مردم برای دریافت غذای سالم و تازه و همچنین با توجه به اینکه نان های مورد استفاده بعد از حدود یک روز تازگی خود را از دست داده و بیات می شوند در این تحقیق اثر این دو ماده گوار و اینولین بررسی شده است. بر اساس جستجو در منابع موجود در دسترس تاکنون مطالعه ای به منظور بررسی اثر ترکیبی این دو ماده به طور همزمان صورت نگرفته است، بنابراین در این تحقیق سعی بر آن است تا اثر دو ماده گوار و اینولین بر روی کیفیت و خصوصیات رئولوژیکی خمیر و نان قالبی مورد بررسی قرار گیرد.

جدول ۲: مقادیر واقعی و کد شده ی سطوح آزمایش

میان	سطح بالا کد شده	سطح پایین کد شده	سطح بالا واقعی	سطح پایین واقعی	نوع	اسم	فاکتور
۲/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۱/۰۰۰	۳/۰۰	۱/۰۰	عددی	نسبت	A
۱/۲۵۰	۱/۰۰۰	-۱/۰۰۰	۱/۷۵	۰/۷۵	عددی	غلظت	B

بازوی تراز برداشته شد. و عملیات چانه گیری و رول کردن روی این تکه از خمیر تکرار شد و برای ۴۵ دقیقه دیگر داخل اتاقک تخمیر قرار داده شد. و عملیات کشش به صورت قبل انجام گردید. مراحل ذکر شده برای نمونه دوم نیز تکرار شد و نمودار مربوطه رسم گردید.

۲-۴-آزمون بافت سنجی نان

میزان سفتی بافت مغز نان به وسیله دستگاه بافت سنج اندازه گیری شده و طی آن از پلانچر یا قطر ۲۵ میلی متر استفاده گردید. نمونه های نان با ضخامت ۲۵ میلی متر با دقت از قسمت مغز نان بریده شد و به پلانچر که با سرعت یک میلی متر بر ثانیه حرکت می کرد اجازه داده شد تا میزان ۸۰٪ از ضخامت نان یعنی تا ۲۰ میلی متر نفوذ کند. در این لحظه نیروی ثبت شده توسط دستگاه بر حسب گرم، به عنوان معیاری از سفتی بافت نمونه های نان ثبت شد (۷).

۳-نتایج و بحث

۳-۱-سختی بافت نان در روز اول و پنجم

با توجه به مقادیر بدست آمده مدل درجه دوم برای اثر غلظت و نسبت بر بافت در روز اول معنی دار شده است (جدول ۳). همانگونه که در جدول آنالیز واریانس مشاهده می شود، مقدار Lack of Fit معنی دار نشده که نشانگر پوشش مدل بر پاسخ هاست.

۲-۲-تعیین جذب آب و خواص رئولوژی با استفاده از دستگاه فارینوگراف

جهت انجام آزمایش نمونه را درون مخلوط کن قرار داده و به مدت یک دقیقه مخلوط کن روشن گردید. کاغذ رسم منحنی دستگاه طوری تنظیم شد که قلم ثابت روی یکی از خطوط زمان قرار گیرد و بلافاصله از گوشه سمت راست مخلوط کن به وسیله بورت و به طور تقریب مقدار معینی از آب که نزدیک به میزان لازم برای رسیدن قوام بیشینه خمیر به خط ۵۰۰ برابندر باشد، طی ۱۵ ثانیه اضافه گردید. آزمایش فوق را مجدداً تکرار کرده و این بار آب مورد نیاز طی ۲۵ ثانیه به آرد اضافه شده به طوری که قوام بیشینه 20 ± 500 واحد برابندر گردید. سپس برای هر نمونه دو منحنی تهیه شده و عدد هر کدام از پارامترهای رئولوژیکی به دست آمد.

۲-۳-تعیین خواص رئولوژی خمیر با استفاده از دستگاه اکستنسوگراف

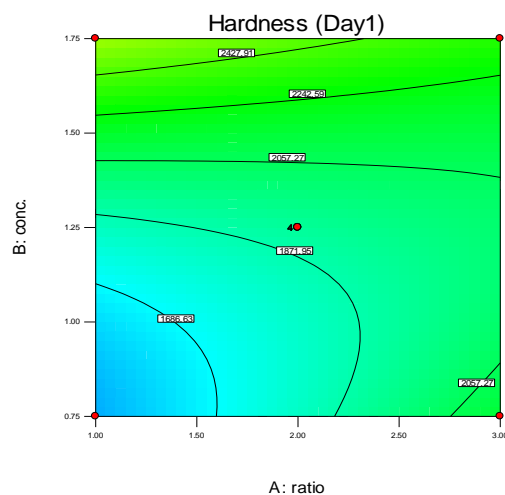
حدود ۳۰۰ گرم آرد وزن شده و در مخلوط کن دستگاه فارینوگراف قرار داده شد. سپس مقدار ۲ درصد کلرید سدیم را در یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری قرار داده و معادل جذب آب آرد منهای ۱ درصد، آب به وسیله بورت به آن افزوده و نمک حل گردید. نمونه در مخلوط کن دستگاه فارینوگراف به مدت یک دقیقه مخلوط شده سپس در حالی که قلم ثابت کاغذ رسم منحنی یک دقیقه زمان را طی می کند، محلول آب نمک از سوراخ مرکزی سرپوش به وسیله قیف به آرامی به آرد اضافه گردید. نمونه را از قسمت رول کننده در قسمت مرکز کلاف و چنگک قرار داده و زمان سنج روی ۴۵ دقیقه تنظیم شد. برای یک نمونه دیگر نیز همین مراحل انجام شده و مجموعه کلاف نگه دارنده و نمونه ها با دو چنگک در اتاقک تخمیر قرار داده شد. ۴۵ دقیقه بعد از چنگک زدن اولین نمونه، ظرف محتوی خمیر همراه با چنگک روی بازوی تراز دستگاه اکستنسوگراف قرار داده شده و قلم ثابت روی صفر تنظیم گردید و بلافاصله دستگاه (قالب کششی) روشن شد. پس از پاره شدن تکه خمیر توسط قالب، مجموعه از روی

جدول ۳: آنالیز واریانس برای اثر غلظت و نسبت بر بافت نان در روز اول

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P
Model	۹/۷۵	۵	۱/۹۳	۰/۴۲	۰/۰۰۱۹
A-ratio	۰/۳۷	۱	۰/۳۷	۰/۰۹۳	۰/۰۰۷۷
B-conc.	۲/۱۵	۱	۲/۱۵	۱/۲۱	۰/۰۱۴۱
AB	۰/۶۲	۱	۰/۶۲	۰/۲۷	۰/۰۰۶۲
A ²	۱/۳۴	۱	۱/۲۴	۳/۰۲۳	۰/۰۰۹۸
B ²	۲/۵۳	۱	۲/۵۳	۰/۵۱	۰/۰۰۵۷
Residual	۰/۷۱	۶	۰/۱۴		
Lack of Fit	۰/۱۷	۳	۰/۰۷۳	۰/۵۱	۰/۷۰۵۳

غلظت های بالا به خصوص بالاتر از ۱/۵۰ میزان سفتی نان افزایش می یابد و سطح پاسخ ها به گونه ای می باشد که یکی از با اهمیت ترین فاکتورهای اندازه گیری شده در این تحقیق میزان سفتی بافت نان پس از گذشت ۵ روز است که در واقع نشانگر میزان بیاتی نان می باشد. برای بررسی این آزمون از مدل 2FI استفاده می کنیم که در رقابت با سایر مدل های معنی دار شده و پاسخ های آزمون را پوشش می دهد. جدول آنالیز واریانس برای این آزمون در زیر ذکر شده است (جدول ۴)

نمودار کانتور تاثیر همزمان هر دو فاکتور را نشان داده شده است (نمودار ۱) که با افزایش نسبت و غلظت پس از نسبت ۱/۵۰ و غلظت ۱/۲۵ میزان سفتی بافت نان نیز افزایش می یابد. در واقع با توجه به نمودار کانتور بهترین سطح پاسخ ها در واقع در همین منطقه است. در آزمایشات نیز کمترین میزان سفتی نان مربوط به تیمار شماره ۲ بود که روی نمودار کانتور در پایین ترین نقطه قرار گرفته است.

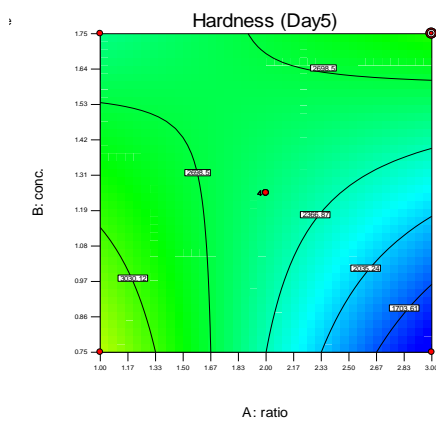


نمودار ۱. تاثیر همزمان غلظت و نسبت بر بافت نان در روز اول (کانتور)

جدول ۴: آنالیز واریانس برای اثر غلظت و نسبت بر بافت نان پس از گذشت ۵ روز

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P
Model	۳/۰۳۱	۳	۱/۰۱۰	۱/۸۳	۰/۰۰۲۹
A-ratio	۱/۳۲۵	۱	۱/۳۲۵	۲/۴۱	۰/۰۰۹۵
B-conc.	۲/۶۵۹	۱	۲/۶۵۹	۰/۴۸	۰/۰۰۶۹
AB	۱/۴۴۰	۱	۱/۴۴۰	۲/۶۱	۰/۰۰۱۴
Residual	۴/۴۰۹	۸	۵/۵۱۱		
Lack of Fit	۳/۲۳۴	۵	۶/۴۶۸	۱/۶۵	۰/۳۶۰۶

خوانی ندارد بدین دلیل که در این آزمایش وجود همزمان دو هیدروکلونید گوار و اینولین بر روی کاهش فرایند بیاتی تاثیر ملموسی در روز پنجم نسبت به روز اول نداشته است. (۳)



نمودار ۲: تاثیر همزمان غلظت و نسبت بر بافت نان پس از گذشت ۵ روز (کانتور)

۲-۳- کیفیت آرد (فارینوگراف)

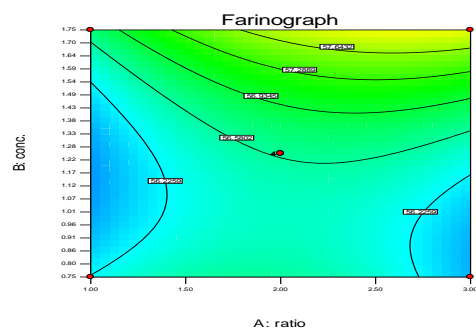
برای بررسی اثر غلظت و نسبت بر جذب آب آرد از مدل درجه دوم استفاده شده که نسبت سایر مدل ها توسط نرم افزار پیشنهاد و معنی دار شده است (جدول ۵).

همانگونه که در جدول ذکر شده است مقدار *Lack of Fit* معنی دار نشده است که نشانگر پوشش مدل بر پاسخ هاست. تاثیر همزمان هر دو فاکتور در نمودار کانتور (نمودار ۲) نشان داده شده است. در این نمودار بهترین سطح از پاسخ ها در نسبت های بالاتر از ۲/۶۷ و غلظت کمتر از ۱/۱۴ می باشد. در غلظت های بالاتر از ۱/۱۷ و نسبت های بین ۱ تا ۱/۶۷ بیشترین سطح از پاسخ های نامطلوب قرار گرفته. همچنین در بالاترین میزان نسبت و غلظت نیز سطحی از قرار گرفته که برای ما نامطلوب است. در واقع می توان گفت غلظت های بالاتر از ۱/۶۷ باعث افزایش سفتی بافت نان پس از ۵ روز می شوند و این مورد حتی نسبت های بالای صمغ قابل جبران نیست. نمودار کانتور به وضوح نشان می دهد که با ثابت نگه داشتن غلظت در میزان کمتر از ۱/۰۰، در نسبت های بالاتر از ۲/۰۰ پاسخ های مطلوبی به ما داده می شود که این مهم با افزایش نسبت بهبود می یابد. سید میثم قریشی راد و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی به کار گیری گوار و کاراگینان به این نتیجه رسیدند که در صورت افزودن هیدروکلونید های مذکور در غلظت ۰/۱ و ۰/۵ درصد، باعث بهبود ویژگی ارگانولپتیکی و کاهش فرایند بیاتی میشود اما کاراگینان تاثیر قابل توجهی بر بهبود خواص حسی ندارد که این نتایج با نتایج حاصل از این تحقیق هم

جدول ۵: آنالیز واریانس برای اثر غلظت و نسبت بر کیفیت آرد

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P
Model	۹/۸۰	۵	۱/۹۶	۱۶/۹۳	۰/۰۰۳۵
A-ratio	۰/۴۹	۱	۰/۴۹	۴/۲۷	۰/۰۸۴۳
B-conc.	۳/۱۸	۱	۳/۱۸	۲۷/۴۷	۰/۰۰۱۹
AB	۰/۵۶	۱	۰/۵۶	۴/۸۶	۰/۰۰۹۷
A ²	۱/۶۴	۱	۱/۶۴	۱۴/۱۳	۰/۰۰۹۴
B ²	۲/۵۶	۱	۲/۵۶	۲۲/۱۱	۰/۰۰۳۳
Residual	۰/۶۹	۶	۰/۱۲		
Lack of Fit	۰/۱۹	۳	۰/۰۶۵	۰/۳۹	۰/۷۷۰۳

نمودار ۳ تأثیر همزمان دو فاکتور نسبت و غلظت را بر پاسخ فارینوگراف نشان می دهد. سطوح پاسخ مورد نظر ما که دارای روند افزایشی باشند در غلظت های بالاتر از ۱/۲۵ بدست می آید و میزان پاسخ ها نیز با افزایش غلظت افزایش می یابد. سطوح پاسخ مورد نظر تقریباً تمام قسمت نمودار نسبت را پوشش می دهند، علاوه بر این در پایین ترین و بالاترین میزان نسبت، یک سطح از پاسخ مشاهده می شود. این موضوع در واقع بیانگر اهمیت غلظت در برابر نسبت می باشد. باید توجه داشت که هرچند در غلظت های بالاتر از ۱/۲۵ پاسخ های ما روند افزایشی می یابد اما بهترین سطوح پاسخ در غلظت بالاتر از ۱/۵۹ بدست آمده است. البته با مقایسه سطوح پاسخ بدست آمده در غلظت ۱/۵۹ و میزان های بالاتر غلظت (۱/۷) متوجه می شویم که اختلاف زیادی بین پاسخ ها وجود ندارد.

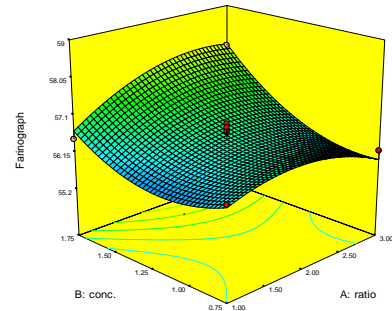


نمودار ۳: اثر همزمان نسبت و غلظت بر کیفیت آرد (فارینوگراف)

نمایش بهتر این موضوع را می توان روی نمودار سه بعدی مشاهده کرد (نمودار ۴). نمودار نسبت نشان می دهد که با افزایش نسبت تا حدود ۲/۰۰ پاسخ ها اندکی افزایش یافته و سپس روند ثابت می شود. اما نمودار غلظت در نمودار ۱۰ به ما نشان می دهد که پس از غلظت حدود ۱/۲۵ نمودار با شیب تندی رو به افزایش می رود و میزان پاسخ افزایش می یابد. برزگر و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی اثر برخی هیدروکلوییدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت به این نتیجه رسیدند که در خصوص جذب آب در سطح احتمالی ۵ درصد بین مقدار جذب آب نمونه های آرد حاوی هیدروکلویید های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد که در این میان بیشترین میزان جذب آب مربوط به نمونه حاوی ۱ درصد زانتان و کمترین درصد جذب آب مربوط به نمونه شاهد میباشد (۲). که در مقایسه با نتایج حاصل از این پژوهش در خصوص جذب آب با افزودن اینولین و گوار به آرد در غلظت ها و نسبت های مختلف نتایج نشان داده که گوار ترکیب شده در آرد باعث افزایش جذب آب آرد شده که این افزایش جذب آب در غلظت ۱/۵۹ اتفاق می افتد. در حقیقت از نمودارهای کانتر و سه بعدی می توان نتیجه گرفت که تاثیرگذاری اثر غلظت بیشتر از اثر نسبت بر کیفیت آرد می باشد.

۳-۳- کیفیت خمیر (اکستنسوگراف)

برای بررسی اثر غلظت و نسبت بر میزان مقاومت خمیر نسبت به کشش با توجه به مقادیر بدست آمده از جدول ۴-۴ از مدل درجه دوم استفاده می کنیم. در این مدل معنی دار نشدن مقدار Lack of Fit بیانگر پوشش کامل مدل بر تمامی پاسخ هاست



نمودار ۴: نمودار سه بعدی اثر همزمان نسبت و غلظت بر کیفیت آرد (فارینوگراف)

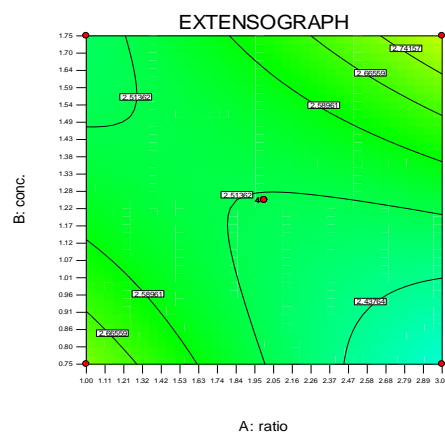
جدول ۶: آنالیز واریانس برای اثر غلظت و نسبت بر کیفیت خمیر

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عدد P
Model	۰/۱۷	۵	۰/۰۳۵	۰/۲۳	۰/۰۰۳۳
A-ratio	۱/۱۷۶	۱	۱/۱۷۶	۷/۷۷۷	۰/۰۰۲۶
B-conc.	۰/۰۲۴	۱	۰/۰۲۴	۰/۱۶	۰/۰۰۴۲
AB	۰/۱۲	۱	۰/۱۲	۰/۸۱	۰/۰۰۲۹
A ²	۸/۸۳۵	۱	۸/۸۳۵	۰/۰۵۸	۰/۰۱۷۱
B ²	۰/۰۲۴	۱	۰/۰۲۴	۰/۱۶	۰/۰۰۳۶
Residual	۰/۹۱	۶	۰/۱۵		
Lack of Fit	۰/۱۲	۳	۰/۰۴۰	۰/۱۵	۰/۹۲۱۶

نسبت، روندی نزولی را طی می کنند و کاهش می یابند. قسمت مطلوب، مقادیر غلظت بالاتر از ۱/۳۸ و نسبت های بالاتر از ۱/۸۴ می باشد. که در این مقادیر با افزایش نسبت و غلظت، پاسخ ها بهبود یافته و افزایش می یابند. بهترین سطح از پاسخ در نمودار در غلظت ۱/۶۴ و نسبت ۳/۰۰ می باشد. در واقع با این شرایط در کمترین غلظت ممکن به بهترین سطح پاسخ می رسیم. برای رسیدن به این سطح از پاسخ مطلوب با نسبت کمتر باید میزان غلظت ۱/۷۵ و میزان نسبت را ۲/۵۸ در نظر بگیریم.

تأثیر واقعی و همزمان دو فاکتور در نمودار کانتور نشان داده شده (نمودار ۵). در این نمودار سطوح پاسخ مطلوب ما در مقادیر غلظت بالاتر از ۱/۳۸ بدست می آید. با توجه به نمودار در این مقادیر از غلظت، مقادیر نسبت بالاتر از ۱/۸۴ برای ما مطلوب می باشد. این مقادیر از نسبت می توانند باعث بهبود و افزایش کیفیت خمیر شوند. با توجه به نمودار مقادیر نسبت کمتر از ۱/۸۴ بی معنی هستند و هیچ سطحی از پاسخ ها را پوشش نمی دهند. اگر میزان غلظت را در مقادیر کمتر از ۱/۱۲ در نظر بگیریم، در نسبت های بین ۱/۰۰ تا ۱/۶۳ و همچنین بین ۲/۰۰ تا ۳/۰۰، پاسخ ها با افزایش

سطحی (کمترین، بیشتری یا بازه ای پاسخ ها) به شرایط مطلوب ما می رسد. شرایط مطلوب این است که با کمترین میزان غلظت و نسبت به بهترین پاسخ برسیم. همچنین میزان سختی نان به عنوان فاکتوری از بیاتی نان (8) پس از یک و پنج روز در کمترین حالت و کیفیت آرد و خمیر نیز در بالاترین سطح باشد. با توجه به این که بیات شدن نان پس از گذشت پنج روز برای ما مهم است، میزان اهمیت این متغیر را در بالا ترین سطح تعیین می کنیم. از بین متغیر های وابسته، به غلظت درجه بالاتری از اهمیت را اختصاص داده. سایر متغیر های داری سطح یکسانی از اهمیت می باشند. با توجه به شرایط تعیین شده و داده های وارد شده، نرم افزار چهار راه حل با شرایط و مقادیر پیش بینی شده ی زیر به ما پیشنهاد می دهد (جدول ۴-۵).



نمودار ۵: تاثیر نسبت و غلظت بر کیفیت خمیر (کانتور)

۳-۴- بهینه سازی

یک از توانایی های مهم روش سطح پاسخ پیدا کردن نقطه ی بهینه آزمایش است. در واقع هدف از انجام آزمایش در سطوح مختلف یافتن نقطه ی بهینه ی این سطوح است. منظور از نقطه ی بهینه این است که پارامتر مستقل ما در چه

جدول ۷: راه حل های بهینه سازی

عدد	نسبت	غلظت	سختی در روز اول	سختی بعد از ۵ روز	فارینوگراف	اکستنسوگراف	مطلوبیت
۱	۱/۶۴	۰/۷۵	۱۶۹۹/۰۲	۲۷۲۸/۸۹	۵۶/۵۵۶۸	۲/۵۸۶۸۱	۰/۶۰۷
۲	۱/۶۳	۰/۷۵	۱۶۹۶/۵۵	۲۷۳۶/۷۲	۵۶/۵۵۵۲	۲/۵۸۸۴۸	۰/۶۰۷
۳	۱/۶۵	۰/۷۵	۱۷۰۱/۹۹	۲۷۱۹/۵۱	۵۶/۵۵۸۷	۲/۵۸۴۸۲	۰/۶۰۷
۴	۱/۴۳	۰/۷۵	۱۶۳۴/۴۱	۲۹۳۴/۱۶	۲/۶۳۱۹۲	۲/۶۳۱۹۲	۰/۶۰۳

راه حال های تفاوت فاحشی با یکدیگر ندارد، با توجه به نسبت و غلظت های پیشنهادی، راه حل سوم را برای آزمون انتخاب کردیم. نتایج بدست آمده از این آزمون در جدول ۶ نشان داده شده است.

باید توجه داشت که مطلوبیت میزان رسیدن به مقادیر پیش بینی را نشان می دهد که عددی بین صفر تا یک است. در اینجا میزان رسیدن به پاسخ های مطلوب در سه راه حل اول ۰/۶۰۷ و در راه حل چهارم برابر ۰/۶۰۳ می باشد. از میان راه حل های پیشنهاد شده، پیش بینی نرم افزار برای رسیدن به پاسخ مورد نظر در عمل برای سه راه حل اول یکسان است و

جدول ۴-۶ نتایج به دست آمده از آزمون راه حل شماره ۳

نسبت	غلظت	سختی در روز اول	سختی بعد از ۵ روز	فارینوگراف	اکستنسوگراف
واقعی	۱/۶۵	۱۸۳۹/۶۷	۲۹۲۳/۵۱	۵۵/۲	۲/۱
پیشبینی شده	۱/۶۵	۱۷۰۱/۹۹	۲۷۱۹/۵۱	۵۶/۵۵۸۷	۲/۵۸۴۸۲

۴- نتیجه گیری

مکانیسم تاثیر هیدرو کلوئیدها در کاهش سختی بافت نان، هنوز به درستی مشخص نیست ولی در این راستا فرضیاتی مطرح شده است، از جمله آرمرو و همکاران تاثیر هیدرو کلوئیدها را از طریق تاثیر بر ساختار نشاسته بیان کردند، بدین صورت که هیدرو کلوئیدها باعث تغییر در ساختار نشاسته میشوند که در اثر آن پخش و نگهداری آب در نشاسته و مقاومت بافت نان کاهش می یابد (۸). همچنین راسل و همکاران علت کاهش سختی بافت نان بر اثر افزودن هیدرو کلوئیدها را، افزایش میزان آب نمونه های نان از طریق پیوندهای هیدروژنی برقرار شده بین مولکول های آب و هیدرو کلوئیدها بیان کردند (۱۴). در این پژوهش مشخص شد که بهترین ترکیب فاکتورها برای رسیدن به پاسخ مطلوب نسبت ۱/۶۵ و غلظت ۰/۷۵ می باشد که در این ترکیب نتایج آزمایش با مقادیر پیش بینی شده تفاوت نه چندان زیاد اما در خور توجهی داشتند. در واقع با توجه به اینکه از نظر آماری احتمال رسیدن به پاسخ های مطلوب ۰/۶۰۷ بود این اختلاف قابل پیش بینی می باشد. لازم به ذکر است که هر چه عدد این احتمال به ۱ نزدیک تر باشد، اختلاف نتایج بدست آمده با نتایج پیش بینی شده کمتر می باشد. با توجه به نمودارها و راه حل های پیشنهاد شده برای بهینه سازی می توان گفت که ترکیب صمغ گوار و اینولین در غلظت و نسبت های مورد آزمایش، تاثیر چندان زیادی در به تعویق انداختن بیاتی نان نداشته است. نمود این موضوع در نمودارها آنجا پیداست که سطوح پاسخ مطلوب ما سطح کمی از نمودار را اشغال کرده اند. در نمودار ۳ برای آزمون سختی بافت در روز اول می توان گفت که پاسخ مطلوبی مشاهده نشده است. از طرف دیگر

در نمودار ۴-۶ برای آزمون سختی بافت در روز پنجم قسمتی از نمودار که سطوح پاسخ ما بهبود یافته و روند مطلوبی را طی می کنند با بهبود پاسخ ها، سطح پاسخ کاهش می یابد که این موضوع در بهترین پاسخ ما به چشم می خورد که مطلوب نیست. بیشترین و بهترین تاثیر ترکیب صمغ ها بر روی بهبود آزمون فارینوگراف مشاهده گردید. در واقع نتایج فارینوگراف نشان میدهد که افزودن هیدرو کلوئیدها به آرد باعث افزایش جذب آب میشوند. همانطور که در نمودار ۴-۹ مشخص است سطوح پاسخ مطلوب ما بخش قابل توجهی از نمودار را به خود اختصاص داده اند. همچنین با بهبود پاسخ ها سطح آنها کاهش نمی یابد و روند منطقی را طی می کنند. آزمون اکستنسوگراف نیز نتوانسته سطوح پاسخ مطلوبی را فراهم آورد. با توجه به نمودار ۱۳ پاسخ هایی که روند مطلوبی دارند بخش کوچکی از نمودار را به خود اختصاص داده، علاوه بر این بهترین پاسخ دارای کمترین سطح است که این موضوع بیانگر این است که افزودن اینولین و گوار بصورت همزمان به آرد تاثیر مثبتی روی مقاومت خمیر در مقابل کشش نداشته است. در تحقیقی که در سال ۱۳۸۸ توسط برزگر و همکارانش انجام شد، مشخص گردید که افزودن هیدرو کلوئید های گوار و پکتین باعث افزایش قابلیت کشش نمونه ها شدند. (۲) شالینی و همکاران (۲۰۰۷) اثر مثبت هیدرو کلوئیدهای مختلف را بر میزان بیاتی نان چاپانی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که افزودن هیدرو کلوئیدها به نان، باعث کاهش میزان بیاتی گردید. (۱۶) در مقایسه نتایج بدست آمده از این تحقیق با پژوهش های گذشته مشخص شد که افزودن ترکیب دو هیدرو کلوئید اینولین و گوار به آرد بصورت همزمان تاثیر

8. Armero, E. and Collar, C. 1996. Anti-staling. Flour type and sourdough process effects on functionality of wheat doughs. *Journal of food science*. 61:299-303.
9. Gan, C. Y., Abdul Manaf, N., & Latiff, A. A. 2010. Optimization of alcohol insoluble polysaccharides (AIPS) extraction from the *Parkia speciosa* pod using response surface methodology (RSM). *Carbohydrate Polymers*, 79, 825–831.
10. Guadra, A., Rosell, C.M., Bendito, C. and Gallato, M.J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and anti staling agents. *Food Hydrocolloids*. 18: 241-247.
11. Kaur N. 2002 . Application of Inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Bioscience* , 27(2) :703–714.
12. Matuda T.G., Para D.F., Lugão A.B., Tadini C.C. 2005. Influence of vegetable shortening and emulsifiers on the unfrozen water content and textural properties of frozen French bread dough. *LWT*. 38: 275-280.
13. Moscatto J, Borsato D, Bona E, Sergio A, Haully M. 2006 . The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. *International Journal of Food Science and Technology*, 41:181–188.
14. Rosell, C. M., Rojas, J.A. and Benedito, B .D. 2001. influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids* , 15:75-81.
15. Ribotta, P.D., Pérez, G.T., León, A.E. and Anon, M.C. 2004. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough. *Food Hydrocolloids*, 18: 305–313.
16. Shalini, K. G. and Laxmi, A. 2007. Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of chapatti (indian un leavened flat bread) part I – hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 21:110-117.

مثبتی بر به تعویق انداختن بیاتی نان نداشته است و همچنین این ترکیب باعث افزایش جذب آب آرد گردید.

۵-منابع

۱. ابراهیم پور، ن.، س. ه. پیغمبر دوست. و ص.، آزاد مرد دمیرچی. ۱۳۸۹. تاثیر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان بر روی ویژگی های کیفی نان حجیم بدون گلوتن. *مجله پژوهش های صنایع غذایی*. ۲: ۸۵–۹۸.
۲. برزگر، ح.، حجتی، م. و جوینده، ح. ۱۳۸۸. اثر برخی هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*. ۶(۳): ۱۰۷–۱۰۱.
۳. قریشی راد، میثم و همکاران. ۱۳۸۸. تاثیر به کارگیری هیدرو کلوئید گوار و کاراگینان بر ویژگی های فیزیکی و حسی نان بربری. *مجله علوم غذایی و تغذیه*. سال هشتم شماره ۲: ۲۵–۳۷.
۴. فرحناکی، ع. ۱۳۸۸. مقدمه ای بر هیدروکلوئید های غذایی و دارویی، در خصوصیات و کاربردهای هیدروکلوئید ها در صنایع غذایی و دارویی. *نشر علم کشاورزی*.
۵. هجرانی، ت.، ز. شیخ الاسلامی.، ع. مرتضوی. و م. قیافه داوودی. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر صمغ گوار و آنزیم لپاز بر ویژگی های رئولوژیکی و کیفیت پخت کامل نان بربری نیم پز و منجمد. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی* ۴۵(۱۱): ۹۹–۱۰۹.
6. Hug-Iten, F. Escher., and B. Conde-Petit. ۲۰۰۳. amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. *Cereal Chemistry*, 80, 654-661.
7. Aragon – Alegro L.C, Alarcon Alegro J.H, and Cardarelli H.R, Chiu M.C and Isay saad S .M. 2006. Potentially probiotic and symbiotic chocolaTe mousse. *j. LWT* , 7: 769-774

