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

نیلوفر علیرضایی[1]، حسن برزگر[2*]

1-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی ، اهواز، ایران
2- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز ، ایران

تاریخ دریافت: 1395/11/05 تاریخ پذیرش: 1396/04/28

چکیده

هیدروکلوئید ها 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. معمولاهیدروکلوئیدها برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلوتنی، 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 0/5 و 1درصد و ترکیبی از آنها در فرمولاسیون خمیر نان قالبی استفاده شد در تیمار های ترکیبی برای محاسبه میزان افزودن هیدروکلوییید مورد نظر از مخلوط 50 به 50 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 1/56 و غلظت 0/75 درصد بهترین تاثیر را بر خصوصیات نان قالبی داشت و باعث شد تا سختی در روز اول 1839/67گرم و در روز دوم 2923/51 گرم باشد. همچنین این سطح از فاکتور های مورد بررسی باعث شد تا عدد فارینوگراف 55/2 برابندر و اکستنسوگراف 2/1 برابندرگردد.

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

[*] مسوول مکاتبات: barzegarha@yahoo.com

1-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[1]، عامل ژل[2]کننده، امولسیفایر[3]، پوشش، جایگزین چربی) و داروها (به عنوان مثال در عامل مهار رادیکال[4]، 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 بیماری ها مناسب است(6). هیدروکلوییدها گروه بزرگی از پلی ساکاریدها و مشتقات آنها هستند که قادرند با جذب آب ویسکوزیته بالایی (در غلظت های پایین) تولید کنند و معمولا برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلوتنی، ایجاد نرمی و به تعویق انداختن بیاتی استفاده می‌شوند (2). صمغ‌ها به عنوان پلی ساکاریدهای پیچیده از منابع مختلف، به عنوان مثال دانه های گیاهی (گوار)، ترشحات گیاهی (کتیرا)، درخت یا درختچه صمغ عربی، عصاره علف هرز دریایی (آگار)، باکتری ها (زانتان)، و منابع حیوانی (کیتین) استخراج شده است. صمغ‌ها هیدرو کلوئیدهایی هستند که با جذب آب سبب افزایش ویسکوزیته و در نتیجه پایداری برخی از سیستم‌های غذایی می شوند. 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 می آید. این گیاه در هند، پاکستان و آمریکا بصورت طبیعی می روید یا به منظور تغذیه دام ها کشت می شود. 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(9 و 11). اینولین یک فیبر رژیمی قابل حل در آب می باشد که در محدوده وسیعی از گیاهان یافت می شود (5). این هیدروکلویید مخلوطی از الیگومرها و پلیمرها است که واحدهای فروکتوز در این مخلوط از پلیمرهای فروکتوز خطی و الیگومرها تشکیل شده اند و یک مولکول گلوکز در انتهای زنجیره ی فروکتوز قرار گرفته است (8). یکی از مهم ترین ویژگی های اینولین، قابلیت تشکیل میکروکریستال در زمان انحلال آن در آب می‌باشد. به طوری که این کریستال ها در دهان محسوس نبوده ولی در جهت تشکیل بافت خامه ای و فراهم کردن احساس شبیه به چربی بسیار مناسب می باشد. نان های 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 می گردد که مجموع این عوامل را بیاتی نان می نامند. از میان ترکیبات موجود در نان، به دلیل بیشتر بودن مقدار نشاسته در مغز نان تغییراتی که در اثر رتروگراداسیون[5] نشاسته اتفاق می افتد را عامل اصلی بیاتی نان بر می شمرند. اگر چه تغییر ماهیت گلوتن در اثرپخت و ایجاد اتصالات عرضی میان گلوتن و نشاسته نیزاز دیگر عوامل موثر بر بیاتی می باشند(4). روش سطح پاسخ مجموعه ای از روش های ریاضی و آماری بوده که برای مدل سازی و تجزیه و تحلیل مسائلی مورد استفاده قرار می گیرد که که در آن پاسخ مورد نظر تحت تأثیر چندین متغیر مختلف است. استفاده از روش سطح پاسخ به منظور بهینه سازی طرح با هدف کاهش هزینه روش های تجزیه و تحلیل گران قیمت و خطای عددی همراه آنها انجام می

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

5- Retrogradation

گردد. موسکاتو و همکاران (2006) با انجام تحقیقاتی اعلام کردند افزودن 6 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(13). ابراهیم پور و همکاران(1389) 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 3% و ترکیب گوار – پکتین در غلظت های 2 و 3% نان بدون گلوتن با حجم و ارتفاع بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها ارائه دادند(1). هجرانی و همکاران (1393) 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 0/4 می تواند باعث بهبود پارامتر های کیفی و رئولوژی نان بربری نیم پز منجمد پس از پخت کامل شود(5). 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.

2-مواد و روش ها

آرد مورد استفاده درا ین آزمایش از خط تولید کارخانه آرد تهران باختر نمونه برداری شد.خصوصیات آرد مورد استفاده دراین آزمایش بدین صورت بود:

رطوبت 2/14 - خاکستر 610/0- گلوتن 6/27 - PH 8/5

2-1-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 1/5، با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت نسخه 7، آزمایشی با دو فاکتور عددی طراحی شد که شامل 12 آزمون بود (جدول 1 و 2).

جدول 1: نسبت ها و غلظت های مورد استفاده در آزمایش

آزمون	فاکتور 1: نسبت	فاکتور 2: غلظت
1	2/00	1/25
2	1/00	0/75
3	2/00	1/25
4	3/50	1/25
5	3/00	0/75
6	2/00	2/00
7	2/00	1/25
8	3/00	1/75
9	0/50	1/25
10	2/00	0/50
11	1/00	1/75
12	2/00	1/25

جدول 2: مقادیر واقعی و کد شده ی سطوح آزمایش

فاکتور	اسم	نوع	سطح پایین واقعی	سطح بالاواقعی	سطح پایین کد شده	سطح بالاکد شده	میانه
A	نسبت	عددی	1/00	3/00	-1/000	1/000	2/000
B	غلظت	عددی	0/75	1/75	-1/000	1/000	1/250

2-2-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 ثبات 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 500 برابندر باشد، طی 15 ثانیه اضافه گردید. آزمایش فوق را مجددا تکرار کرده و این بار آب مورد نیاز طی 25 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 هرکدام از پارامتر های رئولوژیکی به دست آمد.

2-3-تعیین خواص رئولوژی خمیر با استفاده از دستگاه اکستنسوگراف

حدود 300 گرم آرد وزن شده و در مخلوط کن دستگاه فارینوگراف قرار داده شد. سپس مقدار 2 درصد کلرید سدیم را در یک ارلن مایر 250 میلی لیتری قرار داده و معادل جذب آب آرد منهای 1 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 ثبات 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 45 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. 45 دقیقه بعد از چنگک زدن اولین نمونه، ظرف محتوی خمیر همراه با چنگک روی بازوی تراز دستگاه اکستنسوگراف قرار داده شده و قلم ثبات روی صفر تنظیم گردید و بلافاصله دستگاه (قلاب کششی) روشن شد. پس از پاره شدن تکه خمیر توسط قلاب، مجموعه از روی بازوی تراز برداشته شد. و عملیات چانه گیری و رول کردن روی این تکه از خمیر تکرار شد و برای 45 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.

2-4-آزمون بافت سنجی نان

میزان سفتی بافت مغز نان به وسیله دستگاه بافت سنج اندازه گیری شده و طی آن از پلانچر یا قطر 25 میلی متر استفاده گردید. نمونه های نان با ضخامت 25 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 80% از ضخامت نان یعنی تا 20 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(7).

3-نتایج و بحث

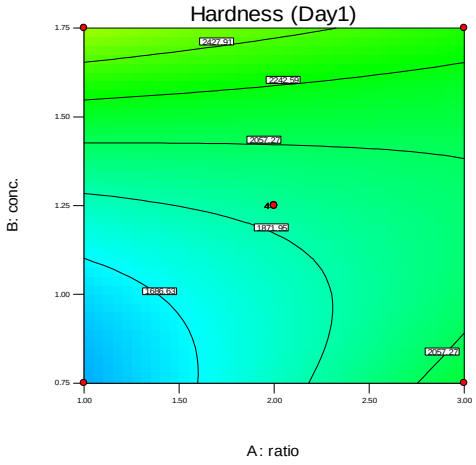
3-1-سختی بافت نان در روز اول و پنجم

با توجه به مقادیر به دست آمده مدل درجه دوم برای اثر غلظت و نسبت بر بافت در روز اول معنی دار شده است (جدول 3). همانگونه که در جدول آنالیز واریانس مشاده می شود، مقدار Lack of Fit معنی دار نشده که نشانگر پوشش مدل بر پاسخ هاست.

جدول 3: آنالیز واریانس برای اثر غلظت و نسبت بر بافت نان در روز اول

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عددP
Model	9/75	5	1/93	0/42	0/0019
A-ratio	0/37	1	0/37	0/093	0/0077
B-conc.	2/15	1	2/15	1/21	0/0141
AB	0/62	1	0/62	0/27	0/0062
A^2	1/34	1	1/24	3/023	0/0098
B^2	2/53	1	2/53	0/51	0/0057
Residual	0/71	6	0/14		
Lack of Fit	0/17	3	0/073	0/51	0/7053

نمودار کانتور تاثیر همزمان هر دو فاکتور را نشان داده شده است (نمودار 1) که با افزایش نسبت و غلظت پس از نسبت 1/50 و غلظت 1/25 میزان سفتی بافت نان نیز افزایش می باید. 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 2 بود که روی نمودار کانتور در پایین ترین نقطه قرار گرفته است.



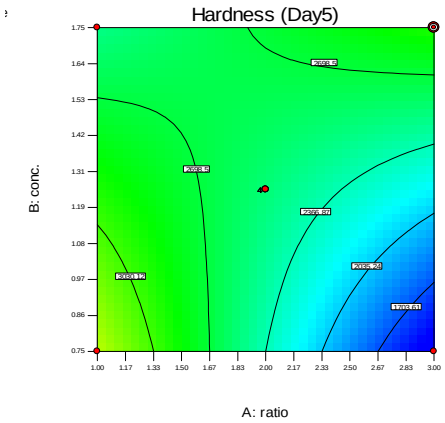
نمودار1. تاثیر همزمان غلظت و نسبت بر بافت نان در روز اول(کانتور)

غلظت های بالا به خصوص بالاتر از 1/50 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 5 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 4).

جدول 4: آنالیز واریانس برای اثر غلظت و نسبت بر بافت نان پس از گذشت 5 روز

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عددP
Model	3/031	3	1/010	1/83	0/0029
A-ratio	1/325	1	1/325	2/41	0/0095
B-conc.	2/659	1	2/659	0/48	0/0069
AB	1/440	1	1/440	2/61	0/0014
Residual	4/409	8	5/511		
Lack of Fit	3/234	5	6/468	1/65	0/3606

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 نمودارکانتور (نمودار2) نشان داده شده است. در این نمودار بهترین سطح از پاسخ ها در نسبت های بالاتر از 2/67 و غلظت کمتر از 1/14 می باشد. در غلظت های بالاتر از 1/17 و نسبت های بین 1 تا 1/67 بیشترین سطح از پاسخ های نامطلوب قرار گرفته. همچنین در بالاترین میزان نسبت و غلظت نیز سطحی از قرار گرفته که برای ما نا مطلوب است. در واقع می توان گفت غلظت های بالا تر از 1/67 باعث افزایش سفتی بافت نان پس از 5 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 1/00، در نسبت های بالاتر از 2/00 پاسخ های مطلوبی به ما داده می شود که این مهم با افزایش نسبت بهبود می یابد. سید میثم قریشی راد و همکاران (1388) با بررسی به کار گیری گوار و کاراگینان به این نتیجه رسیدند که در صورت افزودن هیدروکلوییدهای مذکور در غلظت 1/0 و 5/0 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 خوانی ندارد بدین دلیل که در این آزمایش وجود همزمان دو هیدروکلوئید گوار و اینولین بر روی کاهش فرایند بیاتی تاثیر ملموسی در روز پنجم نسبت به روز اول نداشته است.(3)



نمودار 2: تاثیر همزمان غلظت و نسبت بر بافت نان پس از گذشت 5 روز (کانتور)

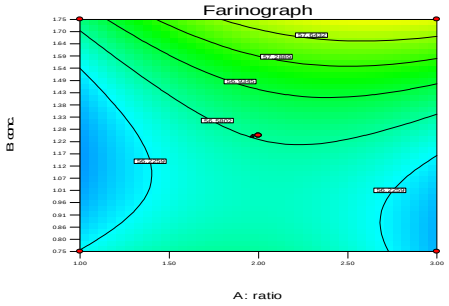
3-2-کیفیت آرد (فارینوگراف)

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 5).

جدول 5: آنالیز واریانس برای اثر غلظت و نسبت بر کیفیت آرد

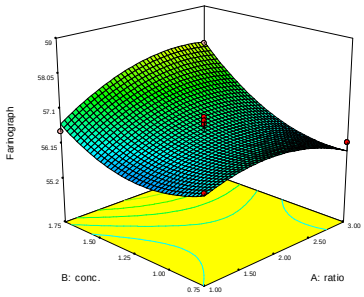
منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عددP
Model	9/80	5	1/96	16/93	0/0035
A-ratio	0/49	1	0/49	4/27	0/0843
B-conc.	3/18	1	3/18	27/47	0/0019
AB	0/56	1	0/56	4/86	0/0097
A^2	1/64	1	1/64	14/13	0/0094
B^2	2/56	1	2/56	22/11	0/0033
Residual	0/69	6	0/12		
Lack of Fit	0/19	3	0/065	0/39	0/7703

نمودار 3 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 1/25 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 1/25 پاسخ های ما روند افزایشی می یابد اما بهترین سطوح پاسخ در غلظت بالاتر از 1/59 بدست آمده است. البته با مقایسه سطوح پاسخ بدست آمده در غلظت 1/59 و میزان های بالاتر غلظت (1/7) متوجه می شویم که اختلاف زیادی بین پاسخ ها وجود ندارد.



نمودار 3: اثر همزمان نسبت و غلظت بر کیفیت آرد (فارینوگراف)

نمایش بهتر این موضوع را می توان روی نمودار سه بعدی مشاهده کرد (نمودار 4). نمودار نسبت نشان می دهد که با افزایش نسبت تا حدود 2/00 پاسخ ها اندکی افزایش یافته و سپس روند ثابت می شود. امّا نمودار غلظت در نمودار 10 به ما نشان می دهد که پس از غلظت حدود 1/25 نمودار با شیب تندی رو به افزایش می رود و میزان پاسخ افزایش می یابد. برزگر و همکاران (1388) با بررسی اثر برخی هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت به این نتیجه رسیدند که در خصوص جذب آب در سطح احتمالی 5 درصد بین مقدار جذب آب نمونه های آردحاوی هیدروکلوئید های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد که در این میان بیشترین میزان جذب آب مربوط به نمونه حاوی 1 درصد زانتان و کمترین درصد جذب آب مربوط به نمونه شاهد میباشد(2). که در مقایسه با نتایج حاصل از این پژوهش در خصوص جذب آب با افزودن اینولین وگوار 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 غلظت59/1 اتفاق میافتد. در حقیقت از نمودارهای کانتور و سه بعدی می توان نتیجه گرفت که تاثیرگذاری اثر غلظت بیشتر از اثر نسبت بر کیفیت آرد می باشد.



نمودار 4: نمودار سه بعدی اثر همزمان نسبت و غلظت بر کیفیت آرد (فارینوگراف)

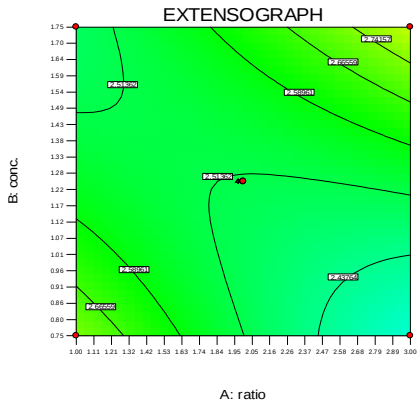
3-3-کیفیت خمیر (اکستنسوگراف)

برای بررسی اثر غلظت و نسبت بر میزان مقاومت خمیر نسبت به کشش با توجه به مقادیر به دست آمده از جدول 4-4 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

جدول 6: آنالیز واریانس برای اثر غلظت و نسبت بر کیفیت خمیر

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	عدد F	عددP
Model	0/17	5	0/035	0/23	0/0033
A-ratio	1/176	1	1/176	7/777	0/0026
B-conc.	0/024	1	0/024	0/16	0/0042
AB	0/12	1	0/12	0/81	0/0029
A^2	8/835	1	8/835	0/058	0/0171
B^2	0/024	1	0/024	0/16	0/0036
Residual	0/91	6	0/15		
Lack of Fit	0/12	3	0/040	0/15	0/9216

تاثیر واقعی و همزمان دو فاکتور در نمودار کانتور نشان داده شده (نمودار 5). در این نمودار سطوح پاسخ مطلوب ما در مقادیر غلظت بالاتر از 1/38 بدست می آید. با توجه به نمودار در این مقادیر از غلظت، مقادیر نسبت بالاتر از 1/84 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 1/84 بی معنی هستند و هیچ سطحی از پاسخ ها را پوشش نمی دهند. اگر میزان غلظت را در مقادیر کمتر از 1/12 در نظر بگیریم، در نسبت های بین 1/00 تا 1/63 و همچنین بین 2/00 تا 3/00، پاسخ ها با افزایش نسبت، روندی نزولی را طی می کنند و کاهش می یابند.قسمت مطلوب، مقادیر غلظت بالاتر از 1/38 و نسبت های بالاتر از 1/84 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 1/64 و نسبت 3/00 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 1/75 و میزان نسبت را 2/58 در نظر بگیریم.



نمودار 5: تاثیر نسبت و غلظت بر کیفیت خمیر (کانتور)

3-4-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 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 متغییر را در بالا ترین سطح تعیین می کنیم. از بین متغییر های وابسته، به غلظت درجه بالاتری از اهمیت را اختصاص داده. سایر متغییر 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 4-5).

جدول 7: راه حل های بهینه سازی

عدد	نسبت	غلظت	سختی در روز اول	سختی بعد از 5 روز	فارینوگراف	اکستنسوگراف	مطلوبیت
1	1/64	0/75	1699/02	2728/89	56/5568	2/58681	0/607
2	1/63	0/75	1696/55	2736/72	56/5552	2/58848	0/607
3	1/65	0/75	1701/99	2719/51	56/5587	2/58482	0/607
4	1/43	0/75	1634/41	2934/16	2/63192	2/63192	0/603

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 0/607 و در راه حل چهارم برابر 0/603می 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 راه حل ها 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 6 نشان داده شده است.

جدول 4-6 نتایج به دست آمده از آزمون راه حل شماره 3

	نسبت	غلظت	سختی در روز اول	سختی بعد از 5 روز	فارینوگراف	اکستنسوگراف
واقعی	1/65	0/75	1839/67	2923/51	55/2	2/1
پیشبینی شده	1/65	0/75	1701/99	2719/51	56/5587	2/58482

4-نتیجه گیری

مکانیسم تاثیر هیدرو کلوئیدها درکاهش سفتی بافت نان، هنوز به درستی مشخص نیست ولی در این راستا فرضیاتی مطرح شده است، از جمله آرمرو و همکاران تاثیر هیدروکلوئیدها را از طریق تاثیر بر ساختار نشاسته بیان کردند، بدین صورت که هیدروکلوئیدها باعث تغییر در ساختار نشاسته میشوند که در اثر آن پخش و نگهداری آب در نشاسته و مقاومت بافت نان کاهش می یابد(8). همچنین راسل و همکاران علت کاهش سفتی بافت نان بر اثر افزودن هیدرو کلوئید ها را، افزایش میزان آب نمونه های نان از طریق پیوندهای هیدروژنی برقرار شده بین مولکول های آب و هیدروکلوئیدها بیان کردند(14). در این پژوهش مشخص شد که بهترین ترکیب فاکتورها برای رسیدن به پاسخ مطلوب نسبت 1/65وغلظت 0/75 می باشد که در این ترکیب نتایج آزمایش با مقادیر پیش بینی شده تفاوت نه چندان زیاد امّا در خور توجهی داشتند. در واقع با توجه به اینکه از نظر آماری احتمال رسیدن به پاسخ های مطلوب 0/607 بوداین اختلاف قابل پیش بینی می باشد.لازم به ذکر است که هر چه عدد این احتمال به 1 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 3 برای آزمون سفتی بافت در روز اول می توان گفت که پاسخ مطلوبی مشاهده نشده است. از طرف دیگر در نمودار 4-6 برای آزمون سفتی 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 هیدروکلوئیدها به آرد باعث افزایش جذب آب میشوند. همانطور که در نمودار 4-9 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 13 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 بیانگراین 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 1388 توسط برزگر و همکارانش انجام شد،مشخص گردید که افزودن هیدروکلوئید های گوار و پکتین باعث افزایش قابلیت کشش نمونه ها شدند.(2) شالینی و همکاران (2007) اثر مثبت هیدروکلوئیدهای مختلف را بر میزان بیاتی نان چاپانی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که افزودن هیدروکلوئیدها به نان، باعث کاهش میزان بیاتی گردید.(16)در مقایسه نتایج بدست آمده از این تحقیق با پژوهش های گذشته مشخص شد که اقزودن ترکیب دو هیدروکلوئید اینولین و گوار به آرد بصورت همزمان تاثیر مثبتی بر به تعویق انداختن بیاتی نان نداشته است و همچنین این ترکیب باعث افزایش جذب آب آرد گردید.

5-منابع

1. ابراهیم پور، ن.، س. ه. پیغمبر دوست. و ص.، آزاد مرد دمیرچی. 1389. تاثیر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان بر روی ویژگی های کیفی نان حجیم بدون گلوتن. مجله پژوهش های صنایع غذایی. 2: 85-98.
2. برزگر، ح. حجتی، م. و جوینده، ح.1388.اثر برخی هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت. فصلنامه علوم و صنایع غذایی.6(3): 101-107.

3. قریشی راد، میثم و همکاران. 1388. تاثیر به کارگیری هیدرو کلوئید گوار و کاراگینان بر ویژگی های فیزیکی و حسی نان بربری.مجله علوم غذایی و تغذیه.سال هشتم شماره 2:25-37.
4. فرحناکی، ع. 1388. مقدمه ای بر هیدروکلوئید های غذایی و دارویی، در خصوصیات و کاربردهای هیدروکلویید ها در صنایع غذایی و دارویی. نشر علم کشاورزی.
5. هجرانی، ت.، ز. شیخ الاسلامی.، ع. مرتضوی. و م. قیافه داوودی. 1393. بررسی تاثیر صمغ گوار و آنزیم لیپاز بر ویژگی های رئولوژیکی و کیفیت پخت کامل نان بربری نیم پز و منجمد. فصلنامه علوم و صنایع غذایی 45(11):99-109.
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
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 speciosapod using response surface methodology (RSM).Carbohydrate Polymers, 79, 825–831.
10. Guadra, A., Rosell, C.M., Bendito, C. and Gallato, M.J. 2004. Different hydrocolloides 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, Hauly 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., Pe´rez, G.T., Leo´n, 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.