# اثر سه نوع امولسیفایر و آنزیم α- آمیلاز قارچی بر کاهش بیاتی نان تافتون

آرش کوچکی، سیدعلی مرتضوی، مهدی نصیری محلاتی و مهدی کریمی[۱]

## چکیده

**به منظور تعیین تأثیر نوع امولسیفایر (لسیتین، E471 و E472) و سطوح مصرف آن ( ۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) و نیز میزان آنزیم α- آمیلاز قارچی و سطوح مصرف آن (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم در صد کیلوگرم آرد) روی نان آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در فاصلهٔ صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از پخت، آزمون‌های بافت سنجی و حسی روی نان‌های تهیه شده صورت گرفت. رابطهٔ بین متغیرهای اندازه‌گیری شده با استفاده از رگرسیون‌های ساده و چند متغیره مطالعه شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که افزودن امولسیفایر باعث کاهش سفتی بافت نان شد. در بین سه امولسیفایر مورد بررسی امولسیفایر E472 بیشترین اثر و E471 کمترین اثر را بر کاهش میزان سفتی نان در ۷۲ ساعت پس از پخت داشت. افزودن آنزیم α- آمیلاز نیز باعث کاهش میزان سفتی بافت نان گردید که این اثر در ۷۲ ساعت پس از پخت بسیار کمتر بود. نتایج مدل‌سازی و کمی کردن روابط بین متغییرهای مختلف حاکی از آن است که در روزهای اولیهٔ تولید حد بهینهٔ امولسیفایرها برای حصول حداکثر کیفیت نان به‌ترتیب برای لسیتین حدود ۱ درصد، E471، ۰/۲۵ درصد و E472، ۰/۵ درصد بود. مقدار بهینهٔ آنزیم در هنگام استفادهٔ هم زمان آن با امولسیفایرها حدود ۵ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد به‌دست آمد.**

**واژه‌های کلیدی: بیاتی نان، امولسیفایر، آنزیم α – آمیلاز، بافت سنجی، آزمون حسی**

## مقدمه

اصولاً نان در طی دورهٔ نگه‌داری، با تغییراتی در ویژگی‌های خود همراه می‌شود که اثر سوء بر کیفیت آن دارد. کاهش درجهٔ مقبولیت نان توسط مصرف کنندگان به‌علت غیر از آنچه در اثر فساد میکروبی حاصل می‌شود را به بیاتی نان نسبت داده‌اند (۸). بیات شدن نان عبارت است از سفت شدن مغز آن و پدیده‌ای است که جلوگیری از آن در شرایط عادی امکان پذیر نیست و حتی اگر از بهترین مواد و روش‌ها برای تهیه نان استفاده شود، پس از خارج شدن آن از تنور به‌تدریج بیات می‌شود و بافت و طعم و رنگ اولیه و طبیعی خود را از دست می‌دهد (۲).

بیاتی نان به دو دسته تقسیم می‌شود، یکی بیاتی پوسته و دیگری بیاتی مغز نان است. بیاتی پوسته معمولاً به‌علت انتقال رطوبت از مغز به پوسته صورت می‌گیرد (۳۱) که منجر به

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد، دانشیار و دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]

ایجاد بافتی چرمی شده و معمولاً در مقایسه با بیاتی مغز، کمتر مورد اعتراض مصرف کنندگان قرار می‌گیرد. سفتی مغز نان بر حسب محل مغز در قرص نان متفاوت بوده و حداکثر سفتی در مرکز قرص نان است (۴۱). هرز (۲۳) برخی تغییرات در خصوصیات نان بیات را شامل کاهش رطوبت مغز نان، افزایش رطوبت پوسته، کاهش عطر، افزایش سفتی، کاهش توانایی جذب آب در مغز نان، کاهش حساسیت نسبت به آنزیم‌ها، کاهش نشاستهٔ محلول و افزایش تبلور نشاسته برشمرده است. در ایران ضایعات نان در اثر بیات شدن در سطح خانواده‌ها را ۲۰ تا ۲۵ درصد گزارش کرده‌اند (۲).

مکانیسم‌های بیاتی نان بیش از یک قرن مورد مطالعه قرار گرفته است ولی مشکل بیاتی هنوز به قوت خود باقی است و خسارات قابل توجهی به صنایع خبازی و مصرف کنندگان وارد می‌کند. ساچ و فرنچ (۳۹) بیان کردند که تجمع ملکول‌های آمیلوپکتین که در اثر حرارت قادر به بازگشت به حالت اولیه خود هستند، عامل اصلی بیاتی نان است. نام‌بردگان نقش آمیلوز در بیاتی نان را ناچیز دانستند زیرا معتقد بودند که این جزء در طی سرد شدن رتروگراده و غیر محلول می‌شود. ارلاندر و ارلاندر (۱۴) اظهار داشتند که سفتی مغز نان، ناشی از اتصال آمیلوز و آمیلوپکتین به یکدیگر است که این امر می‌تواند در اثر ایجاد کمپلکس نشاسته با چربی‌ها و پروتئین‌ها متوقف شود. ویلهوت (۴۲) معتقد است که علاوه بر نشاسته، گلوتن هم در بیاتی نان مؤثر می‌باشد. برخی محققین رتروگرادسیون پلیمرهای تشکیل دهنده نشاسته و تغییرات تدریجی آن از حالت بی شکلی به فرم کریستالی را عامل بیاتی نان تلقی کرده‌اند (۲۷). قیاسی و همکاران (۱۹) مشاهده کردند که آمیلوز فقط در روز اول در بیاتی نان سهیم بود. بیک و چیناچوتی (۷) مشاهده کردند که نانی که حاوی پوسته بود، بیشتر از نان بدون پوسته سفت شد و این نوع نان، حاوی آمیلوپکتین دوباره کریستاله شدهٔ بیشتری بود که این موضوع بیانگر آن است که انتقال مجدد رطوبت از مغز به پوسته نقش مؤثری در سفتی آن دارد. کتز (۲۷) و سنتی و دیملر (۴۰) اظهار داشت که در طی بیاتی، رطوبت از نشاسته خارج و توسط گلوتن جذب می‌شود. برخی محققین دیگر معتقدند که رطوبت از گلوتن به نشاسته منتقل می‌شود (۴ و ۶). عوامل تکنولوژیکی از جمله روش‌های تهیه، نوع فرمول و مراحل فرآوری نان بر بیاتی آن مؤثرند (۲۹).

یکی از راه‌های کاهش سرعت بیاتی نان افزودن آنزیم‌ها می‌باشد. مکمل‌های آنزیمی که بیشترین مصرف را در تهیهٔ نان دارند، آمیلازها و پروتئازها می‌باشند (۳۳). مطالعات حاکی از آن است که سرعت و درجهٔ سفتی فرآورده‌های خبازی را می‌توان با اضافه کردن آنزیم α- آمیلاز کاهش داد (۱۸ و ۳۲) و از این طریق بافت، طعم، عطر و ویژگی‌های کیفی آن را بهبود بخشید. α-آمیلازهای قارچی، غلات و باکتریائی همه درجهٔ نرمی نان را در حدی که مرتبط با ثبات حرارتی آنها است بهبود می‌بخشند (۱۰). لنت و گرانت (۳۰) مشاهده کردند که α-آمیلاز مؤثرترین ماده در به تأخیراندازی بیاتی نان بود.

به طور کلی انواع امولسیفایر باعث نرمی، افزایش حجم، استحکام و بهبود کیفیت نان می‌شوند (۲۶). استرهای دی‌استیل تارتاریک اسید منوگلیسرید (DATEM)، به عنوان یک مادهٔ ضد بیاتی در نان شناخته شده است (۳۸). لسیتین باعث کاهش بیاتی نان می‌شود (۱۷). در اکثر نانوایی‌ها از منو یا دی اسیل گلیسرول‌ها برای تأخیر در بیاتی فرآورده‌های خبازی استفاده می‌شود (۲۴).

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر انواع امولسیفایر (لسیتین, E471 و E472) و آنزیم α- آمیلاز قارچی بر کاهش بیاتی نان مسطح ایرانی (تافتون) می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### ۱. آرد

آرد ۱۳/۵ درصد سبوس گرفته شده جهت آزمایش، از کارخانه



[ Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]

«آسه آرد» تهیه شد. برای این منظور، آرد مورد نیاز یک‌جا تهیه و در سردخانه نگه‌داری شد. مشخصات آرد به شرح ذیل می‌باشد:

رطوبت ۱۳/۲ درصد، پروتئین ۱۲/۷ درصد، چربی ۱/۷۶ درصد، خاکستر ۰/۸ درصد، گلوتن مرطوب ۲۸/۷ درصد و عدد فالینگ ۴۶۰ ثانیه.

### ۲. امولسیفایرها

امولسیفایرهای مورد استفاده که شامل لسیتین (E322)، E471 (Distilled monoglyceride) و E472 ( Diacetylated tartaric acid esters of mono- and diglycerides of fatty acids) که بیشترین استفاده را در صنایع خبازی دارا می‌باشند از شرکت Beldem تهیه شد. امولسیفایرهای مذکور هر یک در ۵ سطح (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) به کار برده شدند.

### ۳. آنزیم

آنزیم مورد استفاده از نوع α – آمیلاز قارچی (حاصل از قارچ *Aspergillus oryzae*) بود که از شرکت Beldem تهیه گردید و در ۴ سطح شامل: ۰، ۵، ۱۰ ، ۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد مورد استفاده قرار گرفت.

### ۴. مخمر

مخمر *Saccharomyces cerevisiae* از شرکت ایران ملاس تهیه شد.

## روش‌ها و آزمون‌ها

برای تهیه خمیر بر اساس خصوصیات آرد اولیه و با توجه به فرمول متداول نان تافتون در نانوایی‌های سطح شهر از فرمول زیر استفاده گردید:

۱۰۰ قسمت آرد، ۶۵ قسمت آب، ۱ قسمت روغن، ۱ قسمت نمک و ۰/۵ قسمت مخمر

خمیر با استفاده از دستگاه خمیرگیر سپار اصفهان تهیه و سپس به مدت ۱ ساعت جهت طی شدن زمان استراحت به حال خود گذاشته شد. برای تهیه نان، قطعات ۳۴۰ گرمی از خمیر چانه گیری شد و برای یک‌نواختی از نظر ضخامت و اندازهٔ نان از غلتک عبور داده شد و وارد فر دوار نانوایی گردید و با درجه حرارت ۲۰ ± ۳۰۰ به مدت ۲/۵ دقیقه پخت گردید. درجه حرارت و نوع فر، ضخامت و اندازه نان در تمام مراحل انجام آزمایش ثابت و یک‌نواخت بود. نان‌ها پس از سرد شدن در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته بندی و در دمای اتاق، جهت انجام آزمون‌های بعدی نگه‌داری شدند.

### ۱. آزمون بافت سنجی

ابتدا قطعات مستطیلی شکل با ابعاد ۱۸×۹۰ میلی متر و ضخامت ۲±۷ میلی متر از مرکز نان بریده شد و سپس با استفاده از دستگاه Texture Analyzer مدل CNS Farnell، حداکثر نیروی مورد نیاز برای پاره شدن نان اندازه‌گیری گردید. فاصلهٔ دو بازو از هم ۵۰mm ، سرعت حرکت گیره‌ها ۵۰mm در دقیقه و نقطه شروع (Trigger Point) ۱۰g بود (۲۱). نیروی اندازه‌گیری شده نشان دهنده میزان سفتی نان می‌باشد.

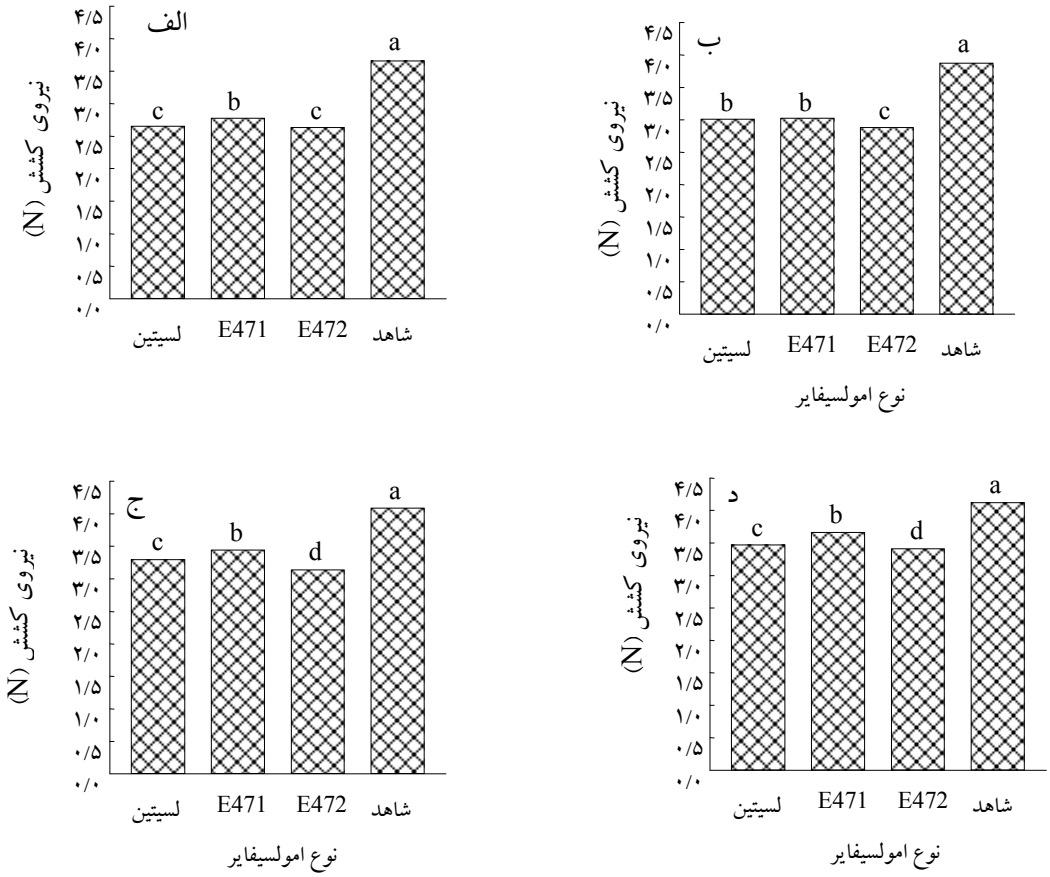
### ۲. آزمون‌های حسی

آزمون‌های حسی براساس روش رجب زاده (۳۷) انجام شد و ۱۰ داور از بین افراد آموزش دیده انتخاب شدند و سپس خصوصیات حسی نان از نظر فرم و شکل ظاهری (وجود پارگی و حفره)، وضع سطح فوقانی (سوختگی، چین و چروک و رنگ)، وضع سطح زیرین (سوختگی، چین و چروک و رنگ)، سفتی و نرمی بافت و ساختار(خمیری بودن، نرمی غیر عادی، سفت بودن، تردی غیر عادی و شکنندگی)، قابلیت جویدن (خشک و سفت بودن چسبیدن به دندان‌ها)، بو، طعم و مزه و پذیرش کلی، مورد ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است که امتیازات مربوط به



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]




**شکل ۱. تأثیر انواع مختلف امولسیفایر بر نیروی لازم جهت پارگی نان در زمان‌های صفر (الف)، ۲۴ (ب)، ۴۸ (ج) و ۷۲ (د) ساعت پس از پخت (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشتند).**

هر یک از صفات حسی بر مبنای مقیاس ۵-۱ (۱ بالاترین و ۵ کمترین امتیاز) اختصاص یافته است. بدین‌ترتیب سهم مؤلفه‌های پذیرش کلی در امتیاز آن مشخص شد. سپس با استفاده از تکنیک رگرسیون گام به گام مهم‌ترین صفات حسی مؤثر در امتیاز پذیرش کلی تعیین و متغیرهای اضافی از مدل حذف گردید.

### طرح آماری و آنالیز داده‌ها

آزمایش در قالب فاکتوریل با طرح پایهٔ کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از سه نوع امولسیفایر هر یک در ۵ سطح و آنزیم α- آمیلاز قارچی در ۴ سطح بود. نان‌های تهیه شده در ۴ زمان مختلف (صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج ابتدا در معرض تجزیه واریانس قرار گرفته و سپس مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن انجام شد. جهت ارزیابی روابط بین صفات و نیز تجزیه و تحلیل آزمون‌های حسی از رگرسیون یک و چند متغیره استفاده شد.

## نتایج و بحث

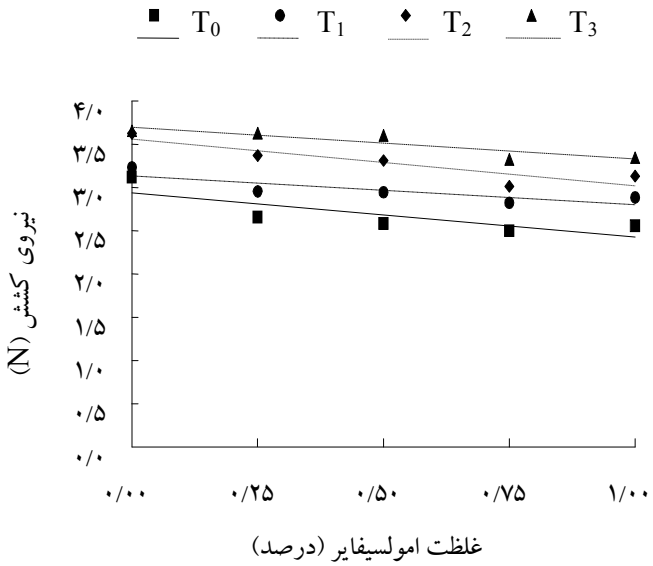
### ۱. بافت سنجی

همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود امولسیفایرهای به کار رفته (لسیتین، E471 و E472) به طور معنی‌داری سفتی نان را



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]




**شکل ۲. رابطهٔ بین غلظت‌های مختلف امولسیفایر و نیروی کششی مورد نیاز جهت پارگی نان در ۴ زمان صفر ($T_0$)، ۲۴ ($T_1$)، ۴۸ ($T_2$) و ۷۲ ($T_3$) ساعت پس از پخت**

بلافاصله پس از پخت کاهش دادند که در این میان اثر دو امولسیفایر E472 و لسیتین بیشتر از E471 بود. افزودن امولسیفایرها در ۲۴ ساعت پس از پخت میزان نیروی مورد نیاز جهت پاره شدن نان را کاهش داد که این امر نشان از کاهش سختی نان دارد. در اینجا نیز اثر امولسیفایر E472 بیشتر از دو امولسیفایر دیگر بود. افزودن امولسیفایرها باعث شد که در ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از پخت نیز سفتی نان کاهش یابد که در این دو زمان اثر امولسیفایر E472 بیشتر از بقیه بود. امولسیفایرهای لسیتین و E471 از نظر اثر گذاری در رتبه بعدی قرار داشتند. گوجرال و پاتکا (۲۱) اثر مثبت امولسیفایر را برروی تأخیر بیاتی بافت نان چاپاتی مورد مطالعه قراردادند. عزیزی و همکاران (۵) اثر امولسیفایرهای مختلف را بر میزان بیاتی نان مسطح ایرانی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که افزودن امولسیفایر باعث کاهش میزان بیاتی نان می‌شود. فورسل و همکاران (۱۷)، دیویدو و همکاران (۱۱)، گری و بمیلر (۲۰)، زانگ و همکاران (۴۳)، فریدی و فینی (۱۵) و بسیاری دیگر از محققین آزمایش‌های مختلفی را روی اثر افزودن امولسیفایر بر میزان سفتی نان انجام داده و به نتایج مشابهی دست یافتند.

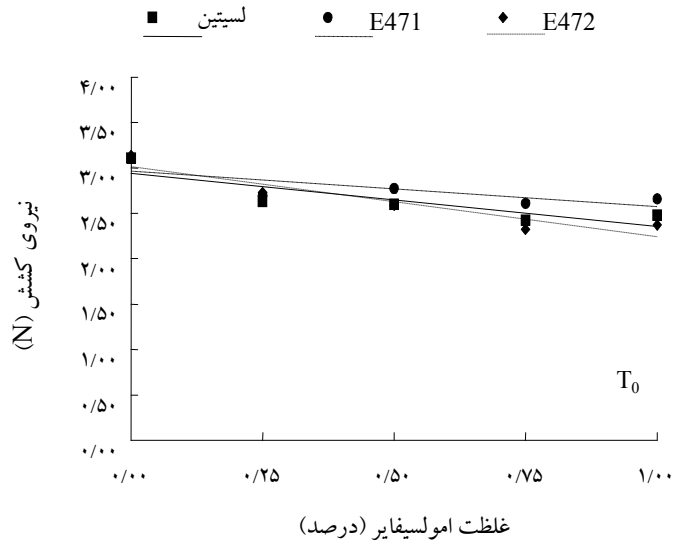
مکانیسم ضد بیاتی امولسیفایرها را می‌توان به عوامل متعددی مرتبط دانست. کورگ (۲۸)، مراد و داپولونیا (۳۵) و الیاسون (۱۳) مکانیسم اثر ضد بیاتی امولسیفایرها را در اثر تشکیل کمپلکس بین این مواد و آمیلوز دانستند. پیسسوک بونترنگ و داپولونیا (۳۶) علت اثر ضد بیاتی امولسیفایرها را جذب این مواد به سطح نشاسته و جلوگیری از جذب رطوبت گلوتن توسط نشاسته در طی دوره نگه‌داری نان می‌دانند. گری و بمیلر (۲۰) جلوگیری از خروج ملکول‌های آمیلوز توسط منوگلیسریدها و در نتیجه کاهش رتروگرادسیون و هم‌چنین کاهش تورم گرانول را عامل تأخیر در بیاتی می‌دانند.

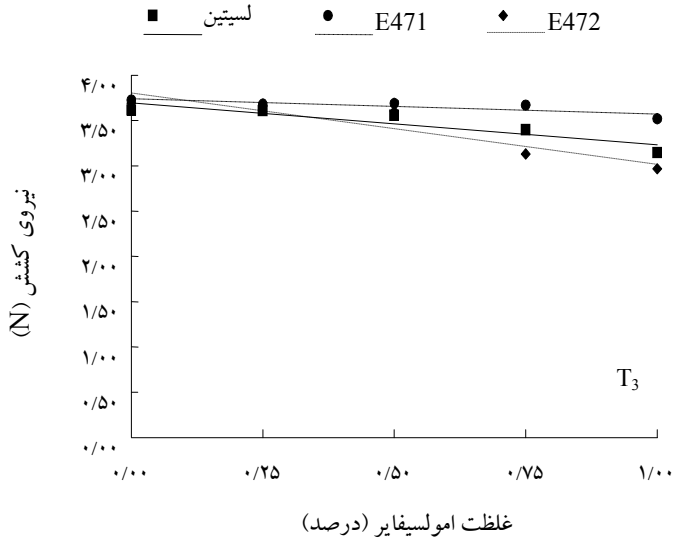
با افزایش غلظت امولسیفایرها، میزان نیروی لازم جهت پارگی نان که نشانگر میزان سفتی نان است، کاهش یافت (شکل ۲). این کاهش میزان سفتی در نان تازه (بلافاصله پس از پخت) و پس از ۴۸ ساعت مشهودتر بود. با گذشت زمان ، میزان سفتی نان بیشتر شد در حالی‌که با افزودن امولسیفایر و افزایش غلظت آن میزان سفتی کاهش یافت. کمترین میزان نیروی مورد نیاز برای پارگی یا به عبارتی نرم‌ترین حالت نان در نان تازه (زمان صفر) و در غلظت ۱ درصد امولسیفایر دیده شد و بیشترین



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]



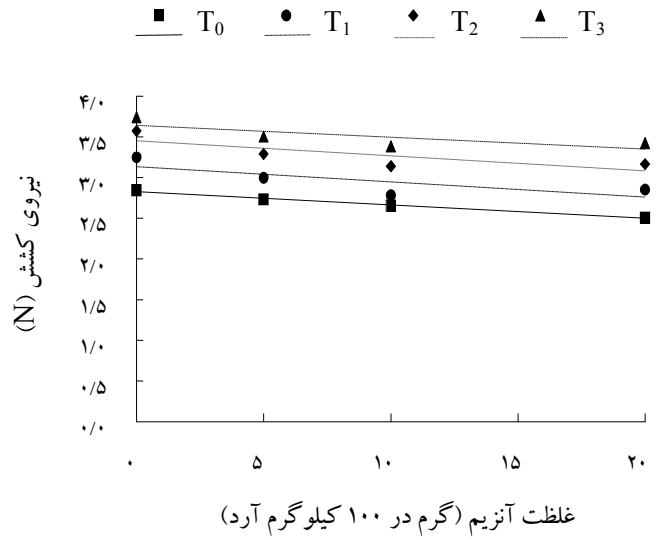

**شکل ۳. رابطهٔ بین غلظت‌های مختلف امولسیفایرهای لسیتین، E471، E472 و نیروی کششی مورد نیاز جهت پارگی نان در زمان صفر ($T_0$) و ۷۲ ($T_3$) ساعت پس از پخت**

سفتی همان‌طور که انتظار می‌رود در نمونه شاهد مشاهده گردید. عزیزی و همکاران (۵) اثر افزودن غلظت‌های متفاوت از امولسیفایرهای مختلف را بر روی نان مسطح (تافتون) مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمودند که غلظت‌های مختلف امولسیفایرها آثار معنی‌داری بر کیفیت نان دارند. فرویلی و همکاران (۱۶) اثرغلظت‌های مختلف از امولسیفایرها بر روی سه نوع آرد در تهیه نان تنوری را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که کاربرد غلظت بیشتر امولسیفایر برای آردهای کم پروتئین باعث بهبود ویژگی‌های پیچش و برش شد. آذرپژوه (۱) اثر غلظت‌های مختلف از لسیتین و منودی گلیسرید را برروی نان لواش نیمه صنعتی مورد بررسی قرار داد و این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که این غلظت‌ها آثار مضاعفی در ارتقای کیفی



[ Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]




**شکل ۴. رابطهٔ بین غلظت‌های مختلف آنزیم α - آمیلاز و نیروی کششی مورد نیاز جهت پارگی نان در ۴ زمان صفر ($T_0$)، ۲۴ ($T_1$)، ۴۸ ($T_2$) و ۷۲ ($T_3$) ساعت پس از پخت**

خمیر و نان داشتند.

بیشترین کاهش در میزان سفتی، با افزودن امولسیفایر E472 به‌دست آمد. افزودن غلظت‌های مختلف از E472 و لسیتین در هر دو زمان باعث کاهش میزان سفتی نان شد (شکل ۳). استفاده از امولسیفایر E471 در زمان صفر باعث کاهش میزان سفتی نان شد ولی این اثر در ۷۲ ساعت پس از تولید مشاهده نگردید. با افزودن ۱ درصد از امولسیفایر E472 در ۷۲ ساعت پس از تولید میزان سفتی نان مشابه نان تازه بدون حضور امولسیفایر بود. از این نکته می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که در صورت استفاده از این امولسیفایر می‌توان بعد از سه روز نانی به نرمی نان تازه داشت.

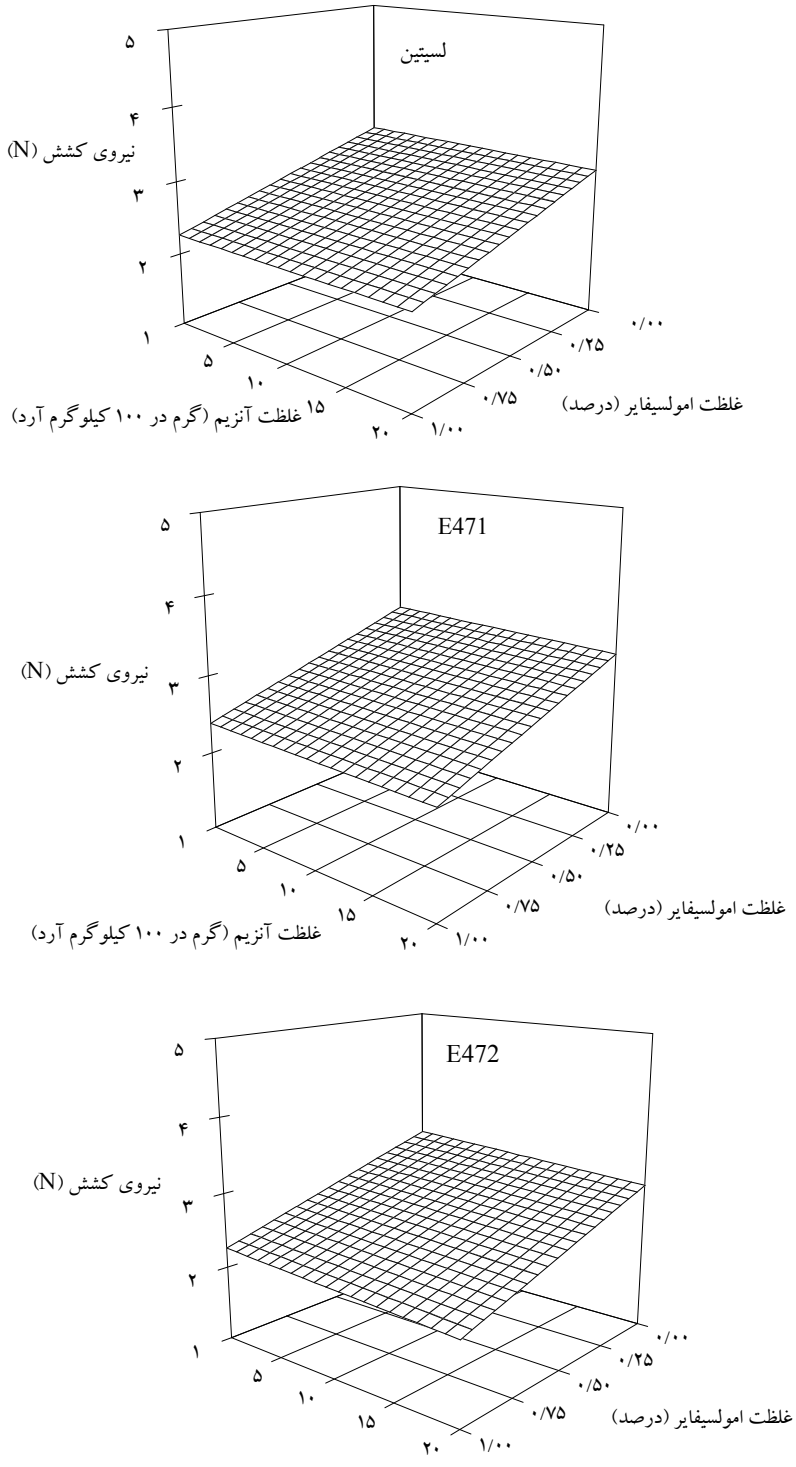
با افزایش مقدار آنزیم، میزان سفتی نان کاهش یافت. این اثر کاهندهٔ سفتی در زمان پخت ناچیز بود ولی با گذشت زمان در روزهای بعد اثر آن بیشتر مشاهده شد (شکل ۴). هبدا و همکاران (۲۲)، مارتین و همکاران (۳۲) و جرارد و همکاران (۱۸) نیز در آزمایش‌ها خود به نتایج مشابهی رسیدند. لنت و گرانت (۳۰) مشاهده کردند که α - آمیلاز مؤثرترین ماده در به تأخیراندازی بیاتی نان بود. هانگ آیتن و همکاران (۲۵) خاصیت ضد بیاتی α - آمیلاز را به ایجاد آمیلوپکتین که تا حدودی تجزیه شده است و کمتر کریستاله می‌شود مربوط دانستند. اکرز و هاسنی (۳) و لین و لینک بک (۳۱) تولید دکسترین‌های با وزن ملکولی کم حاصل از فعالیت آنزیم α - آمیلاز که توانایی کمتری در رتروگراده شدن داشتند و یا در رتروگراده شدن آمیلوپکتین تداخل ایجاد می‌کردند را با کاهش سفتی نان مرتبط دانستند. دوران و همکاران (۱۲) و بیلیادریس و پروکوپویچ (۹) خاصیت ضد بیاتی α - آمیلاز را به تولید مالتو الیگوساکاریدها، مین و همکاران (۳۴) به تولید مالتوتریوز (Maltotriose) و مالتوتترایوز (Maltotraose) و اکروز و هاسنی (۳) به تولید مالتوهپتائوز (Maltoheptaose) نسبت دادند. مارتین و هاسنی (۳۲) تولید دکسترین‌های با وزن ملکولی کم را در خاصیت ضد بیاتی آنزیم‌ها مؤثر دانستند که باعث ممانعت از تشکیل ارتباط بین نشاسته و گلوتن می‌شوند.

با افزایش غلظت سه امولسیفایر مورد بررسی و آنزیم α- آمیلاز نیروی مورد نیاز جهت پارگی نان در زمان بلافاصله پس از پخت کاهش یافت (شکل ۵). این روند برای امولسیفایر E472 بیشتر از بقیه بود و بدین ترتیب استفاده از این امولسیفایر



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]




**شکل ۵. نیروی کشش نان بر حسب غلظت امولسیفایرهای لسیتین، E471، E472 و آنزیم α-آمیلاز در زمان تولید که از طریق تجزیهٔ سطح عکس العمل برازش شده است.**



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]

به همراه آنزیم، بیشترین اثر را بر روی سفتی نان در زمان پس از پخت داشت. استفاده از لسیتین به همراه آنزیم اثر بیشتری را نسبت به E471 بر کاهش سفتی نان گذاشت و از این نظر در مرتبهٔ دوم پس از E472 قرار داشت. افزایش غلظت امولسیفایرهای لسیتین و E472 نیز باعث کاهش نیروی لازم برای پارگی نان سه روزه شد (شکل ۶). در اینجا نیز امولسیفایر E472 بیشترین اثر را بر کاهش نیروی کشش داشت. E471 در هنگام استفادهٔ توام با آنزیم در این روز اثری بر کاهش سفتی نان نداشت.

## ۲. آزمون‌های حسی

به منظور آنالیز داده‌های حسی برای هر یک از تاریخ‌های ماندگاری نان پس از پخت، مدل رگرسیون چند متغیره با کلیه صفات ارزیابی شده (X) در مقابل پذیرش کلی (Y) برآورد گردید.

فرم عمومی این معادله رگرسیون به صورت معادله ۱ است:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 \qquad [۱]$$

که در آن: Y امتیاز پذیرش کلی، $b_0$ ضریب ثابت معادله، $b_1$ تا $b_6$ به ترتیب امتیاز مربوط به طعم، قابلیت جویدن، سفتی، وضعیت سطح تحتانی، وضعیت سطح فوقانی و شکل ظاهری می‌باشد. پس از حذف متغیرهای اضافی در هر تاریخ آزمون حسی، مهم‌ترین عوامل تعیین کننده امتیاز پذیرش کلی در چهار زمان مورد آزمایش به شرح ذیل مشخص گردید:

$r^2 = ۰/۸۲۶$ امتیاز پذیرش کلی در اولین آزمون حسی = ۰/۲۸۶ + (امتیاز قابلیت جویدن×۰/۴۷۲) + (امتیاز طعم×۰/۴۳۷)

$r^2 = ۰/۹۴۹$ امتیاز پذیرش کلی در دومین آزمون حسی = −۱/۱۱ + (امتیاز سفتی×۰/۴۳۵) + (امتیاز قابلیت جویدن×۰/۳۷۲) + (امتیاز شکل ظاهری×۰/۵۹۴)

$r^2 = ۰/۹۷۱$ امتیاز پذیرش کلی در سومین آزمون حسی = −۰/۳۱۱ + (امتیاز قابلیت جویدن×۰/۵۵۲) + (امتیاز طعم×۰/۲۳۹) + (امتیاز وضعیت سطح فوقانی×۰/۳۲۳)

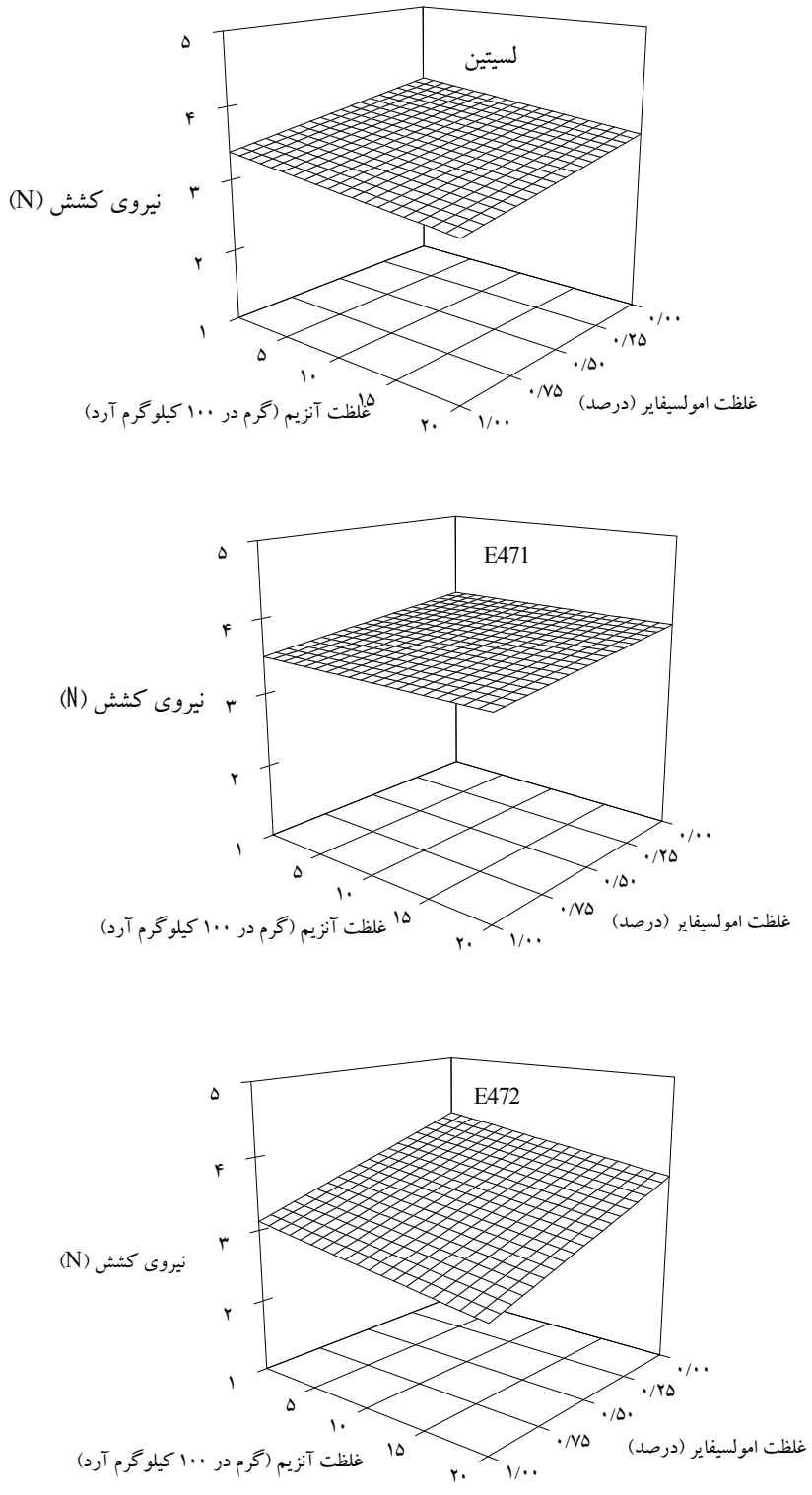
$r^2 = ۰/۹۳۷$ امتیاز پذیرش کلی در چهارمین آزمون حسی = ۱/۲۶+ (امتیاز سفتی×۰/۲۶۴) + (امتیاز قابلیت جویدن×۰/۴۸۸)

به عبارت دیگر با قراردادن امتیاز مربوط به متغیرهای موجود در مدل‌های به‌دست آمده می‌توان امتیار پذیرش کلی را در طول دوره نگه‌داری نان برآورد کرد. نتایج نشان داد که در اولین آزمون حسی (بلافاصله پس از پخت) مؤلفه‌های طعم و قابلیت جویدن مهم‌ترین صفات حسی کنترل کننده امتیاز مربوط به پذیرش کلی بوده و در حدود ۶۸ درصد از تغییرات پذیرش کلی توسط این دو متغیر تعیین می‌شود. تصور می‌شود که این امر به‌دلیل ایجاد آرومای مطلوب در هنگام پخت نان و ایجاد احساس مطلوب در هنگام جویدن به دلیل تازگی نان باشد در نتیجه چسبندگی نان به دندان‌ها در این زمان کمتر است. در دومین آزمون حسی (۲۴ ساعت پس از پخت)، مؤلفه‌های قابلیت جویدن، سفتی بافت و شکل ظاهری متغیرهای اصلی کنترل کننده پذیرش کلی بودند و روی هم ۹۰ درصد از تغییرات پذیرش کلی را بیان کردند. در سومین آزمون حسی (۴۸ ساعت پس از پخت)، مؤلفه‌های طعم، قابلیت جویدن و وضع سطح فوقانی صفات حسی تعیین کننده امتیاز پذیرش کلی بوده و حدود ۹۴ درصد از تغییرات امتیاز پذیرش کلی را توصیف کردند. در چهارمین آزمون حسی (۷۲ ساعت پس از پخت)، مؤلفه‌های قابلیت جویدن و سفتی امتیاز پذیرش کلی را کنترل کردند و سهم آنها در تعیین تغییرات امتیاز پذیرش کلی در حدود ۸۸ درصد بود. که این امر را می‌توان به از دست رفتن آروما در طی نگه‌داری، ایجاد چین و چروک در سطح نان به‌دلیل از دست دادن رطوبت در طی زمان و خشک و سفت شدن نان در اثر فقدان رطوبت در نان مرتبط دانست. این نتایج نشان می‌دهد که قابلیت جویدن در میان صفات حسی ارزیابی شده به‌وسیله داوران در ۴ تاریخ ارزیابی، مهم‌ترین مؤلفه تعیین کننده امتیاز پذیرش کلی بوده است. به‌علاوه با گذشت زمان نگه‌داری نان سفتی بافت حائز اهمیت شده است. با ترکیب کلیه نتایج حاصل از ۴ زمان ثبت شده آزمون حسی مشخص شد که مؤلفه‌های اصلی تعیین کننده امتیاز پذیرش کلی در طول دوره



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]

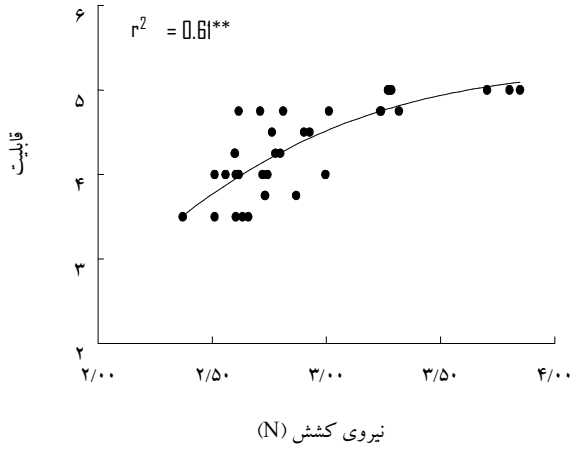



**شکل ۶. نیروی کشش نان بر حسب غلظت امولسیفایرهای لسیتین، E471، E472 و آنزیم α-آمیلاز در ۷۲ ساعت پس از تولید که از طریق تجزیهٔ سطح عکس العمل برازش شده است.**

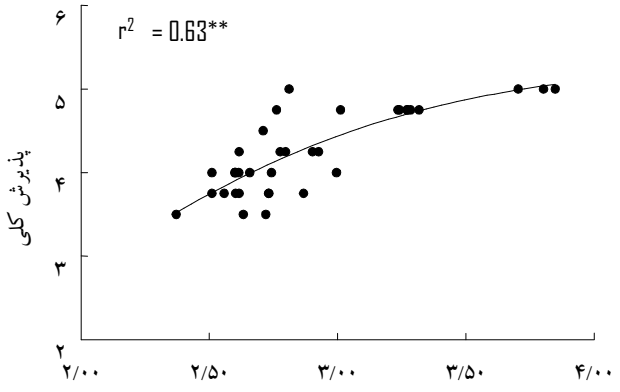


[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]




**شکل ۷. رابطهٔ بین نیروی کشش مورد نیاز جهت پاره شدن نان با قابلیت جویده شدن در ۷۲ ساعت پس از پخت**




**شکل ۸. رابطهٔ بین نیروی کشش مورد نیاز جهت پاره شدن نان با پذیرش کلی در ۷۲ ساعت پس از پخت**

نگه‌داری نان عبارت‌اند از : طعم، قابلیت جویده شدن، سفتی بافت، وضعیت سطح فوقانی نان که مدل رگرسیون به‌دست آمده به شکل زیر می‌باشد: ($r^2$ = ۰/۹۳۸)

امتیاز پذیرش کلی = ۰/۰۳۱۱ + (امتیاز طعم × ۰/۲۶)
+ (امتیاز سفتی بافت× ۰/۲۱۱) + (امتیاز قابلیت جویدن × ۰/۳۷۱)
(امتیاز وضعیت سطح فوقانی× ۰/۱۷۷)

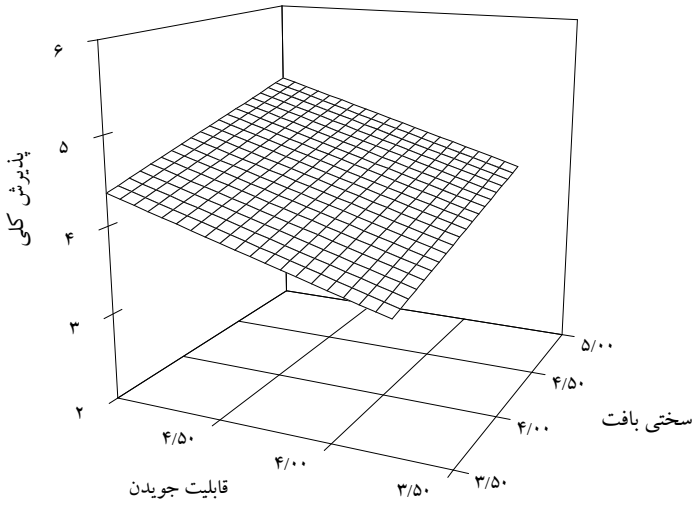
این مدل که پس از حذف متغیرهای اضافی از مدل رگرسیونی اولیه به دست آمده کارایی معنی‌داری در تعیین امتیاز پذیرش کلی داشته و قادر است که ۹۳ درصد از تغییرات امتیاز پذیرش کلی را توصیف کند.

در ۷۲ ساعت پس تولید، نیروی لازم جهت پارگی نان عامل کنترل کنندهٔ پذیرش کلی و قابلیت جویدن نان بود. با بررسی شکل‌های ۷ و ۸ می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که جهت تولید نانی با قابلیت جویده شدن و پذیرش کلی مناسب در ۷۲ ساعت پس از تولید، میزان نیروی لازم جهت پارگی نان در این زمان باید کمتر از ۲/۵ نیوتن پیک باشد. مقادیر مناسب



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]




**شکل ۹. امتیاز پذیرش کلی برحسب سختی بافت و قابلیت جویدن نان که از طریق تجزیهٔ سطح عکس‌العمل برازش شده است.**

امولسیفایر لسیتین و E472 برای نیل به این هدف ۱ درصد این امولسیفایرهاست. امولسیفایر E471 تأثیری بر کاهش سفتی نان در این زمان نداشت. با توجه به شکل ۲ می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در ۷۲ ساعت پس از پخت نان، آنزیم اثری بر میزان نیروی مورد نیاز برای پارگی نان ندارد و در نتیجه نمی‌توان قابلیت جویدن را با افزودن آن بهبود بخشید. پس از انجام آزمون‌های حسی بر روی نانی که ۷۲ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفته بود، مشاهده شد که عامل کنترل کنندهٔ پذیرش کلی در این زمان، سختی و قابلیت جویدن نان بود. در شکل ۹ می‌توان اثر این دو عامل را روی پذیرش کلی مشاهده نمود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هر گاه نان از نظر سفتی و قابلیت جویدن امتیاز بهتری داشت، پذیرش کلی نان نیز در این زمان امتیاز بالاتری داشت.

## نتیجه‌گیری

در این پژوهش، اثر افزودن سه نوع امولسیفایرلسیتین، E471 و E472 و هم‌چنین آنزیم α- آمیلاز قارچی روی بافت و خصوصیات حسی نان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به وضوح نشان داد که اضافه کردن امولسیفایرها به آرد، سفتی بافت نان را نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد. این روند در زمان‌های صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تولید کاملاً چشمگیر و در ۷۲ ساعت پس از تولید کمتر بود. هم‌چنین افزایش غلظت امولسیفایرها، برروی کاهش میزان سفتی اندازه‌گیری شده توسط دستگاه اثر زیادی داشت. در بین سه امولسیفایر مورد بررسی، E472 اثر بیشتر و E471 اثر کمتری را بر کاهش میزان سفتی نان پس از ۷۲ ساعت نگه‌داری داشتند. افزودن آنزیم α- آمیلاز نیز باعث کاهش میزان سفتی بافت نان گردید.

با بررسی نتایج مدل سازی و کمی کردن روابط بین متغیرهای مختلف مشاهده شد که در روزهای اولیه تولید (زمان‌های صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از پخت) حد بهینهٔ امولسیفایر لسیتین مقدار حدود ۱ درصد ، E471 ۰/۲۵ درصد و E472 مقدار حدود ۰/۵ درصد از این افزودنی‌هاست. در هنگام استفاده توأم از این امولسیفایرها و آنزیم α- آمیلاز قارچی، مقادیر بهینهٔ آنزیم حدود ۵ گرم آنزیم در ۱۰۰ کیلوگرم آرد بود. در ۷۲ ساعت پس از پخت برای دست‌یابی به محصولی مناسب مقادیر امولسیفایرهای مختلف بدین شرح است: لسیتین ۱ درصد، E472 ۱ درصد و E471 هیچ‌گونه تأثیری ندارد. هم‌چنین افزودن آنزیم α- آمیلاز تأثیری بر پذیرش کلی در ۷۲ ساعت پس از پخت نداشت.



[ Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]

## منابع مورد استفاده


۱. آذر پژوه، ا. ۱۳۷۶. تأثیر زمان تخمیر و امولسیفایر در بهبود کیفیت نان. مطالعه موردی: نان لواش نیمه صنعتی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. پایان، ر. ۱۳۷۷. *مقدمه‌ای بر تکنولوژی فراورده‌های غلات*. انتشارات نوپردازان، تهران.

3. Arkers, A. A. and R.C. Hoseney. 1994 Water-soluble dextrins from α-amylase treated bread and their relationship to bread firming. Cereal Chem. 68: 570-572.
4. Alsberg, C. L. 1936. The stale bread problem. Wheat and Food Res. Inst. 12:221.
5. Azizi, M. H., N. Rajabzadeh and E. Riahi. 2003. Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. Lebensm. Wiss. U-Technol. 36-189-143.
6. Bachrach, H. L. and D.R. Briggs. 1947. Studies on bread staling II. Water relationships during staling of bread crumb and the retrogradation of starch. Cereal Chem. 24:492.
7. Baik, M. Y. and P. Chinachoti. 2000. Moisture redistribution and phase transition during bread staling. Cereal Chem. 77: 484-488.
8. Bechtel, W. G., D. F. Meisner and W. B. Bradley. 1953. The effect of crust on the staling of bread. Cereal Chem. 39: 160-168.
9. Biliaderis, C. G. and D. J. Prokopwich. 1994. Effect of polyhydroxy compounds on structure formation in waxy maize starch gels: a calorimetric study. Carbohydr. Polym. 23:193-202.
10. Conn, J. F., J. A. Johnson and B.S. Miller. 1950. An investigation of commercial fungal and bacterial alpha amylase preparations in baking. Cereal Chem. 27:191.
11. Davidou, S., M. Le Meste, E. Debever and D. Bekaert. 1996. A contribution to the study of staling of white bread: Effect of water and hydrocolloid. Food Hydrocolloids 10: 375-383.
12. Duran, E., A. Leon, B. Barber and C. Benedito de Barber. 2001. Effect of low molecular weight dextrins on gelatinsation and retrogradation of starch. Europ Food Res. Technol. 212: 203-207.
13. Eliasson, A. C. 1985. Starch gelatinization in the presence of emulsifiers. A morphological study of wheat starch. Starch 37: 411-425.
14. Erlander, S. R. and L. G. Erlander. 1969. Explanation of ionic sequences in various phenomena. Protein carbohydrate interactions and the mechanism of stailing of bread. Starch 21: 305.
15. Faridi, H. A. and P.L. Finney. 1980. Technical and nutritional aspects of Iranian bread. Baker's Digest 54:19-20.
16. Farvili, N., C.E. Walker and. Qarooni. 1997. The effects of protein content of flour and emulsifiers on Tannor bread quality. J. Cereal Sci. 26: 137-143.
17. Forssell, P., S. Shamekh, H. Harkonen and K. Putanen. 1998. Effects of native and enzymatically hydrolysed soya and oat lecithins in starch transitions and bread baking. J. Sci. of Food and Agric. 76: 31-38.
18. Gerrard, J. A., D. Every, K. H. Sutton and M. J. Gilpin. 1997. The role of maltodextrins in the staling of bread. J. Cereal Sci. 26: 201-209.
19. Ghiasi, K., R. C. Hoseney., K. Zeleznak and D. E. Rogers. 1984. Effects of waxy barely starch and reheating on firmness of bread crumb. Cereal Chem. 61: 281-285.
20. Gray, J. A. and J. N. Bemiller. 2003. Bread staling: Molecular basis and control. Comp. Rev. Food Sci. Food Safety. 2:1-21.
21. Gujral, H. S. and A. Pathak. 2002. Effect of composite flour and additives on texture of chapati. J. Food Eng. 55: 173-179
22. Hebeda, R. E., L. K. Bowles and W. M. Teague. 1991. Use of intermediate temperature stability enzymes for retarding staling in baked goods. Cereal Food World 36: 619-624.
23. Herz, K. O. 1965. Staling of bread - A review. Food Technol. 19: 1828.
24. Huang, J. J. and P. J. White. 1993. Waxy corn starch. Monoglyceride interaction in a model system. Cereal Chem. 70: 42-47.
25. Hung-Iten, S., F. Escher and B. Conde-petit. 2001. Structural properties of starch in bread and bread model systems: Influence of an antistaling α-amylase. Cereal Chem. 78:421-428.
26. Kamel, B. S. and C. E. Stauffer. 1993. Advances in Baking Technology. Blackie Academic and Professional, New York.
27. Katz, J. R. 1928. Gelatinization and retrogradation of starch in relation to the problem of bread staling. PP. 100-117. *In*: R. P. Walton (Ed.), Comprehensive Survey of Starch Chemistry. Chemical Catalog Co., New York.
28. Korg, N. 1971. Amylose complexing effect of food grade emulsifiers. Starch 23:206.
29. Kulp, K. and J. G. Jr. Ponte. 1981. Staly of white pan bread: Fundamental causes. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 15: 1-48.




[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]

30. Lent, P. J. and L. A. Grant. 2001. Effects of additives and storage temperature on staling poperties of breads. Cereal Chem. 78:619-624.
31. Lin, W. and D. R. Lincback. 1990. Changes in carbohydrate fractions in enzyme-supplemented bread and the potential relationship to staling. Starch 42:385-394.
32. Martine, M. L. and R. C. Hoseney. 1991. A mechanism of bread firming. II. Role of starch hydrolizing enzymes. Cereal Chem. 68: 503-507.
33. Martinez. Anaya, M. A. 1998. New starch and nonstarch hydrolysing enzymes in bread making: Technologyical and biochemical aspects. Recent Res. Dev. Agric. Food Chem. 2:479-500.
34. Min, B. C., S. H. Yoon, J. W. Kim, Y. W. Lee, Y. B. Kim and K. H. Prak. 1998. Cloning of noval maltooligosaecharide producing amylase as antistaling agents for bread. J. Agric. Food Chem. 46:779-782.
35. Morad, M. M. and B. L. D` Appolonia. 1980. Effect of surfactants and baking procedure on total water soluble starch in bread crumb: Cereal Chem. 57:141-144.
36. Pisessookbunterng, W. and B. L. D. Appolonia. 1983. Bread staling studies. I. Effect of surfactants on moisture migration from crumb to crust and firmness values of bread crumb. Cereal Chem. 60:298-300.
37. Rajabzadeh, N. 1991. Iranian flat breads evaluation. Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication No 71, Tehran, Iran.
38. Rogers, D. E., R. C. Hoseney. 1983. Breadmaking properties of DATEM. Bakers' Dig. 57:12-16.
39. Schoch, T. J. and D. French. 1947. Studies on bread stailing. The role of starch. Cereal Chem. 24: 231.
40. Senti, F. R. and R. J. Dimler. 1960. Changes in starch and gluten during aging of bread. Bakers' Dig. 34(1):28-32.
41. Short, A. L. and E. A. Robert. 1971. Patterns of firmness within a bread loaf. J. Sci. Food Agric. 22: 470-472.
42. Wilhott, E. M. A. 1972. Moisture redistribution between gluten/starch interfaces in bread. IFST (UK) Prod. 5(2): 67.
43. Zhang, D. W., R. Moore and D. C. Doehlert. 1998. Effects of oat grain hydrothermal treatments on wheat – oat flour dough properties and breadmaking quality. Cereal Chem. 75: 602-605.

[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.19.8 ]