تأثیر به‌کارگیری هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی نان بربری

سید میثم قریشی راد [a]، بابک قنبرزاده [*b]، بابک غیاثی طرزی [c]

[a] دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی- علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

[b] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[c] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۴/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۱۰/۲۸

چکیده

مقدمه: نان‌های سنتی در ایران از زمان‌های بسیار دور در شهرها و روستاها تهیه و مصرف می‌شده و در حال حاضر نیز در رژیم غذایی اکثریت جمعیت مردم ایران سهم عمده‌ای را به خود اختصاص داده است؛ لذا متخصصین مواد غذایی به طور پیوسته در حال یافتن روش‌هایی برای بهبود کیفیت و افزایش مدت ماندگاری در نان‌های سنتی می‌باشند.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، اثر دو نوع هیدروکلوئید (گوار و کاراگینان) در دو سطح غلظت ۰/۵ و ۰/۱ درصد (وزنی- وزنی بر پایه آرد) بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و نان بربری مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی خصوصیات رئولوژیکی خمیر توسط دستگاه‌های فارینوگراف و اکستنسوگراف انجام شد. علاوه بر این، آزمون‌های اولیه آرد نیز از قبیل اندازه‌گیری میزان فیبر خام، چربی، رطوبت، خاکستر، pH، گلوتن مرطوب، پروتئین و در نهایت عدد فالینگ انجام شد و خواص رئولوژیکی نان پخته شده توسط دستگاه بافت سنج مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: در اثر افزودن هیدروکلوئیدها، میزان جذب آب افزایش یافت و بیشترین جذب توسط کاراگینان ۰/۵٪ و به دنبال آن گوار ۰/۵٪ صورت پذیرفت. زمان گسترش خمیر و زمان پایداری خمیر با افزودن هر دو نوع هیدروکلوئید افزایش یافت اما در این میان، گوار در سطح ۰/۵٪ بیشترین اثر را نشان داد. افزودن هیدروکلوئیدها، مقاومت به تغییر شکل را افزایش داد (بیشترین تغییر در نمونه حاوی گوار مشاهده شد). افزودن هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان در هردو غلظت ۰/۱ و ۰/۵ درصد و در هر سه دوره زمانی یک، دو و چهار روز بعد از پخت موجب کاهش نیروی لازم برای گسیختن در پوسته نان بربری گردید. به طور کلی نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار با گذشت زمان و مخصوصاً در چهار روز پس از پخت، باعث کاهش سفتی نان به طور چشمگیر شده است.

نتیجه‌گیری: افزودن هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان در دو سطح ۰/۱ و ۰/۵ درصد باعث بهبود جذب آب، افزایش قوام و افزایش مقاومت به کشش خمیر بربری گردید. همین‌طور بررسی خواص رئولوژیکی نان پخته شده توسط دستگاه بافت سنج بیان کرد که صمغ گوار مخصوصاً در سطح ۰/۵ درصد باعث کاهش سفتی نان در اثر مرور زمان گردید.

واژه‌های کلیدی: *بیاتی، کاراگینان، گوار، نان بربری*

[*] نویسنده مسئول مکاتبات email: *Ghanbarzadeh@tabrizu.ac.ir*

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

نان عمده‌ترین غذای مردم کشورمان می‌باشد و حدود ۷۰ الی ۷۵ درصد پروتئین و ۶۵ درصد انرژی خوراکی مردم ایران از مصرف نان تأمین می شود. آمار نشان می‌دهد که بیش از ۳۰٪ نان‌های سنتی تولید شده به علت کیفیت نامطلوب، تبدیل به ضایعات می شوند. در میان نان های سنتی که در داخل کشورمان مصرف می‌شود بیشترین ضایعات به نان‌های بربری، لواش و سنگک مربوط می‌شود که چیزی در حدود ۴/ ۱۶ الی ۷/ ۱۶ درصد است. همچنین این مقدار در نان تافتون ۱۰ درصد و در لواش نواری ۳/ ۱۱ درصد می‌باشد (مهاجر، ۱۳۸۰).

هیدروکلوئیدها، بیوپلیمرهای کربوهیدراتی (مانند صمغ‌ها) و گاهی پروتئینی (مانند ژلاتین) هستند که می‌توانند مقدار زیادی آب را در ساختار خود جذب کرده و بدین طریق باعث ایجاد خواص کاربردی مفید در سیستم های غذایی شوند. مهم ترین این کاربردها عبارتند از: قوام دهندگی، ژل دهندگی، پایدار کننده برای سیستم های کلوئیدی غذایی[1]، بازدارندگی در برابر جذب روغن ها، امولسیون‌کنندگی، تشکیل دهنده فیلم و پوشش‌های خوراکی، بازدارندگی در برابر آب اندازی، جاذب الرطوبه بودن و کاهش دهنده تحرک آب (قنبرزاده، ۱۳۸۸).

بیات شدن نان، فرآیند فیزیکوشیمیایی پیچیده‌ای است که نتیجه ی ظاهری و نامطلوب آن، سفت شدن مغز و لاستیکی شدن پوسته نان می باشد. جلوگیری از این پدیده در شرایط عادی امکان پذیر نمی‌باشد و حتی اگر از بهترین مواد و روش‌ها برای تهیه نان استفاده شود، پس از خارج شدن آن از تنور، به تدریج بیات می‌شود و بافت، طعم و رنگ اولیه و طبیعی خود را از دست می دهد. مکانیسم های فیزیکی، شیمیایی و فیزیکوشیمیایی که در این پدیده دخالت دارند هنوز به درستی مشخص نشده‌اند ولی فرآیند رتروگراداسیون نشاسته، انتقال آب و برخی تغییرات در گلوتن در بیاتی نان نقش مهمی دارند (Mandala, 2005). محققین اثر هیدروکلوئیدهای آلژینات سدیم، گزانتان، کاپاکاراگینان و HPMC را بر روی کیفیت نان تازه و همچنین بیاتی نان طی نگهداری را بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که غلظت ۰/۱٪ از هیدروکلوئیدها برای کسب نتایج قابل قبول در مورد خصوصیات فیزیکی و حسی نان کفایت می کند. آن ها پی بردند که تمامی هیدروکلوئیدها قادرند افت رطوبت حین نگهداری نان و سرعت از دست رفتن آب از مغز نان را کاهش دهند و رطوبت مغز نان را افزایش دهند (Guarda *et al*., 2004; Rosell *et al*., 2004). گوردا و همکاران اعلام کردند که از این بین، HPMC اثر آشکارتری را در بهبود فاکتورهای کیفی نان (حجم مخصوص، نسبت ارتفاع به ضخامت و سختی بافت مغز نان) از خود بروز می‌دهد. علاوه بر این صمغ HPMC در بهبود ویژگی‌های حسی از قبیل وضعیت ظاهری، بو، طعم، تردی و قابلیت پذیرش کلی نان نیز مؤثر واقع شد. همچنین روسل و همکاران گزارش کردند که حجم نان در تمامی نمونه ها به جز نمونه حاوی آلژینات افزایش یافت و همچنین کاپاکاراگینان و HPMC[2] توانستند سفتی مغز نان را کاهش دهند. مطابق نتایج یک کار تحقیقاتی، HPMC حجم ویژه‌ی نان تازه و مقدار رطوبت در مغز نان را افزایش و فعالیت آبی را کاهش داد. همچنین HPMC موجب کاهش سفتی مغز نان در طی نگهداری (کاهش فرآیند بیاتی) گردید ولی کاپاکاراگینان اثر قابل ملاحظه ای را نشان نداد (Barcenas *et al*., 2004). محققین با مطالعه اثرات پکتین حاصل از کدو تنبل گزارش کردند که افزودن مقدار کمی از این صمغ به نان حاصل از آرد گندم، علاوه بر این که به طور چشمگیری حجم نان را افزایش می دهد و باعث بهبود کیفیت حسی نان می‌شود، باعث افزایش فیبر محلول در نان و در نتیجه افزایش کیفیت تغذیه‌ای نان نیز می گردد (Rosell *et al*., 2005; Ptitchkina *et al*., 1998). محققین اثر وزن مولکولی صمغ گوار بر رفتار رتروگراداسیونی نشاسته‌ی ذرت را بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند که وزن مولکولی صمغ گوار در کارایی این صمغ مؤثر بوده و با به‌کارگیری ۰/۵٪ وزنی- وزنی صمغ گوار با وزن مولکولی بالای ۳۰۰۰ گرم بر مول، خواص ضد بیاتی خوبی در نشاسته ی ذرت حاصل می شود (Funami *et al*., 2004). به طورکلی بر اساس تحقیقات پژوهشگران مختلف، هیدروکلوئیدها با حفظ آب و جلوگیری از توزیع مجدد آن در مغز

1- Descriptive

2- Hedonic

ifn.srbiau.ac.ir

نان و همچنین حفظ بیشتر گاز در خمیر موجب بهبود حجم و نرمی نان تازه و کاهش سرعت رتروگراداسیون و سفتی نان می گردند. هیدروکلوئیدها در فرآورده های نانوایی می توانند به عنوان جایگزین چربی به کار روند (Barcenas *et al.*, 2007; Rosell *et al.*, 2001). همچنین هیدروکلوئیدها در نان های بدون گلوتن برای بهبود ساختار متخلخل و افزایش حجم آن به کار برده می شوند برای مثال از آگاروز، گزانتان، CMC و پکتین به عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان های بدون گلوتن استفاده شده است (Lazarido, 2007). با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از این تحقیق، مطالعه اثر دو هیدروکلوئید بر خواص فیزیکی و حسی نان بربری در جهت بهبود کیفیت نان تازه و نگهداری شده بوده است.

مواد و روش‌ها

- مواد

در این تحقیق از هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان ساخت شرکت پرووِیسکوی[1] کشور سوئیس و همچنین از مخمر خشک فعال شرکت فریمان مشهد استفاده شد. در جدول های ۱ و ۲ به ترتیب ویژگی‌های آرد مورد استفاده و خمیر حاصل، درج گردیده است.

- آزمون‌های رایج آرد و خمیر

رطوبت، مقدار خاکستر، مقدار پروتئین، pH، مقدار چربی، مقدار گلوتن مرطوب و مقدار فیبر خام آرد به ترتیب با استناد به استانداردهای AACC 44 -15A، AACC 08-01، استاندارد ملی ایران به شماره 2863، AACC 02-52، AACC 30-25، استاندارد ملی شماره 9639-2، AACC32-10، اندازه گیری شد. آزمون های فارینوگراف (دستگاه با مدل ۸۲۷۵۰۴، کمپانی برابندر آلمان) نیز با استناد به استاندارد AACC54-10 انجام گرفته است.

- پخت نان

در این بخش ۵ عدد نمونه نان با فرمولاسیون مندرج در جدول ۳، تهیه شدند:

از هر فرمول، ۷ عدد چانه ۵۰۰ گرمی حاصل شد که بعد از قرار گرفتن در دمای ۲۵۰°C به مدت ۱۰ دقیقه، نمونه‌های نان آماده شدند. بعد از خنک شدن، نمونه‌های نان در کیسه‌های پلی اتیلنی سر بسته تا روز آزمون و در دمای محیط نگهداری شدند (مهاجر، ۱۳۸۰).

- آزمون بافت سنجی

از دستگاه بافت سنج (هونسفیلد مدل H5KS، انگلستان) برای انجام آزمون نفوذ استفاده گردید. نمونه‌ها در ابعاد تقریباً به طول و عرض ۲ سانتی‌متر تهیه گردیدند. مقادیر نیرو (میزان نیرویی که باید فک بالایی دستگاه به نمونه وارد کند) برابر با ۵ کیلوگرم و یا ۵۰۰ نیوتن تنظیم شد و میزان سرعت حرکت فک بالایی به سمت پایین بر روی ۵۰ میلی‌متر در دقیقه تنظیم شد. در این آزمون، از پروب استوانه ای شکل و با قطر مقطع ۳/۲ میلی متر استفاده گردید. این آزمون در سه بازه زمانی یعنی یک روز پس از پخت، دو روز پس از پخت و چهار روز پس از پخت در سه تکرار انجام شد

جدول ۱- مشخصات آرد مصرف شده

نوع آرد	رطوبت (٪)	خاکستر(٪)	چربی(٪)	پروتئین(٪)	فیبر(٪)	pH	گلوتن مرطوب(٪)	درصد استخراج
آرد ستاره	۱۴/۲۵	۰/۷۸۳	۱/۵۴	۱۱/۷۳	۰/۵۷	۶/۲۴	۲۳/۶	۷۹ الی ۸۰

جدول ۲- ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر

قوام خمیر (F)	جذب آب (٪)	DDT(دقیقه)	زمان پایداری (دقیقه)
۵۱۳	۵۳/۸	۲/۲	۶/۲

1- PROVISCO

jftn.srbiau.ac.ir

جدول ۳- مواد تشکیل دهنده نمونه‌های نان بربری

نمونه‌ها	مقدار آرد (کیلوگرم)	مقدار آب (لیتر)	مقدار نمک (گرم)	مقدار مخمر (گرم)	مقدار صمغ (گرم)
شاهد.	۲	۱/۵	۲۰	۳۰	۰
نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار	۲	۱/۵	۲۰	۳۰	۱۰
نمونه حاوی ۰/۱٪ گوار	۲	۱/۵	۲۰	۳۰	۲
نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان	۲	۱/۵	۲۰	۳۰	۱۰
نمونه حاوی ۰/۱٪ کاراگینان	۲	۱/۵	۲۰	۳۰	۲

(Ptaszek & Grzesik, 2007).

- آزمون رنگ سنجی

رنگ نمونه‌ها توسط دستگاه رنگ سنج هانتر لب (مدل D25-9000، کشور آمریکا) تعیین شد. در این آزمون ۵ نمونه در بازه زمانی یک روز پس از پخت، مورد آزمایش رنگ سنجی قرار گرفتند. شدت رنگ ها، با استفاده از پارامترهای هانتر بر حسب روشنایی[1] (L^*)، قرمزی- سبزی (a^*) و زردی-آبی (b^*) بیان گردید. اندیس زردی[2] YI نیز به صورت زیر محاسبه شد:

$$YI = \frac{142/86b}{L} \qquad [۱]$$

$$WI = 100 - \sqrt{[(100-L)^2 + a^2 + b^2]} \qquad [۲]$$

YI : اندیس زردی

WI : اندیس سفیدی

$$\Delta E = [(L_{standard} - L_{sample})^2 + (a_{standard} - a_{sample})^2 + (b_{standard} - b_{sample})^2]^{0.5} \qquad [۳]$$

ΔE : میزان اختلاف رنگ کلی بین نمونه‌ها

داده‌ها در طی پنج اندازه‌گیری از نقاط مختلف پوسته نان (یکی در مرکز و چهار عدد در پیرامون) بدست آمد و از آن‌ها میانگین گرفته شد و برای هر نمونه سه تکرار انجام گردید.

- آزمون کالریمتری روبشی تفاضلی (DSC)[3]:

اندازه گیری های حرارتی توسط دستگاه DSC (SETARAM، فرانسه)، انجام گردید. برای مشخص کردن اثر هیدروکلوئیدها بر خواص حرارتی، از نان های حاوی بالاترین غلظت صمغ یعنی نان حاوی ۰/۵٪ صمغ گوار، نان حاوی ۰/۵٪ صمغ کاراگینان و یک نمونه نان فاقد صمغ به عنوان نمونه شاهد استفاده شد. ظرف آلومینیومی خالی به عنوان مرجع مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌هایی با وزن تقریبی ۱۵ گرم با سرعت حرارت دهی $10^{\circ}C/min$ در گستره ی دمایی بین $25^{\circ}C$ تا $160^{\circ}C$ اسکن گرمایی شدند.

- آزمون حسی توصیفی[4]

هدف از انجام این نوع آزمون حسی، تعیین شدت صفت‌های مورد نظر بود. ۶ نفر ارزیاب آموزش دیده برای این منظور، نمونه ها را ارزیابی کردند. اندازه نمونه هایی که در اختیار ارزیاب ها قرار گرفت از لحاظ وزنی و مکان بریده شده یکسان و ثابت بودند. در این آزمون ارزیاب ها به صفت ها توسط یک مقیاس خطی به طول ۱۰۰ میلی‌متر، از صفر تا صد امتیاز دادند. صفت های مورد ارزیابی و نحوه ی توصیف آن‌ها در جدول ۴ ارائه شده‌اند.

- آزمون حسی هدونیک پنج نقطه‌ای[5]

هدف از انجام این آزمون حسی تعیین میزان مقبولیت کلی نمونه‌ها توسط مصرف‌کنندگان بود. از ۱۰ ارزیاب آموزش ندیده برای انجام آزمون استفاده شد و از آن‌ها خواسته شد که به نمونه‌ها، صفت‌های کلی لذت بخشی (هدونیک)، از بسیار ناخوشایند تا بسیار خوشایند بدهند. سپس این صفت ها به اعداد یک تا پنج تبدیل شدند.

- تحلیل آماری

آزمون آماری بر اساس طرح کاملاً تصادفی به همراه ۵ تیمار و ۳ تکرار در روش‌های دستگاهی و ۶ تکرار در روش های حسی انجام شد. ابتدا آنالیز واریانس یک طرفه و سپس آزمون مقایسه میانگین‌ها از نوع دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ به

1- Lightness Index
2-Yellowness Index
3- Differential Scanninig Calorimetry
4-Descriptive
5-Hedonic

jftn.srbiau.ac.ir

جدول ٤- صفت‌های مورد اندازه‌گیری در آزمون حسی توصیفی و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها

صفت (ویژگی)	درجه (صفر تا ۱۰۰)	روش سنجش
درجه ارتجاع (الاستیسیته)	غیر فنری---- فنری	فشار دادن مغز نان بین دو انگشت
سفتی	نرم---- سفت	فشار دادن مغز نان بین دو انگشت
شدت طعم تازگی	کهنه--- تازه	چشیدن و بوییدن
رنگ	زرد کم رنگ--- قهوه‌ای	مشاهده بصری
درجه مرطوب بودن	خشک--- کاملاً مرطوب	توسط انگشت و دهان
قابلیت جویدن	لاستیکی--- کاملاً قابل جویدن	جویدن در دهان

جدول ٥- نتایج نیروی مصرفی برای پاره شدن (*N*)، حاصل از آزمون بافت سنجی در سه بازه زمانی

بازه‌های زمانی	تیمارها				
	نمونه شاهد	نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار	نمونه حاوی ۰/۱٪ گوار	نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان	نمونه حاوی ۰/۱٪ کاراگینان
روز ۱	۳ /۴۹^{a}	۱/۱b	۲ /۳۳^{c}	۱ /۱۴^{b}	۲ /۰۶^{bc}
روز ۲	۲ /۵۲^{b}	۱ /۱۷^{a}	۲ /۰۷^{b}	۲ /۰۶^{b}	۱ /۱۳^{a}
روز ۴	۳ /۲۲^{c}	۰ /۸۱^{a}	۱ /۸۰^{b}	۱ /۶۳^{b}	۲ /۱۵^{b}

اعداد داخل جدول، میانگین داده‌های حاصل از نتایج آزمون می‌باشد. نمونه‌های با حروف مختلف که در یک ردیف واقع شده‌اند در سطح ۵٪ و با استفاده از آزمون دانکن، اختلاف معنی داری دارند.

جدول ٦- نتایج مربوط به تغییر شکل شکست (*mm*)، حاصل از آزمون بافت سنجی در سه بازه زمانی

بازه‌های زمانی	تیمارها				
	نمونه شاهد	نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار	نمونه حاوی ۰/۱٪ گوار	نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان	نمونه حاوی ۰/۱٪ کاراگینان
روز ۱	۹ /۹۷^{c}	۸ /۶۴^{b}	۸ /۹۵^{b}	۷ /۰۱^{a}	۹ /۹۱^{c}
روز ۲	۷ /۹۹^{b}	۷ /۴۵^{b}	۵ /۸۰^{a}	۵ /۱۱^{a}	۷ /۸۶^{b}
روز ۴	۶ /۳۵^{b}	۵ /۳^{c}	۵ /۸۳^{d}	۵ /۷۹a^{b}	۵ /۹۸^{a}

اعداد داخل جدول، میانگین داده‌های حاصل از نتایج آزمون می‌باشد. نمونه‌های با حروف مختلف که در یک ردیف واقع شده‌اند در سطح ۵٪ و با استفاده از آزمون دانکن، اختلاف معنی داری دارند.

منظور بررسی معنی دار بودن نتایج حاصله انجام پذیرفت. تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS,V, 14 و همچنین نرم‌افزار Excel 2007 انجام پذیرفت.

یافته‌ها

- آزمون بافت سنجی (آزمون نفوذ)

در جدول ۵ و ۶، نتایج حاصل از بافت سنجی نمونه‌ها در یک، دو و چهار روز پس از پخت ارائه شده است. افزودن هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان در هردو غلظت ۰/۱ و ۰/۵ درصد و در هر سه دوره زمانی یک، دو و چهار روز بعد از پخت موجب کاهش نیروی لازم برای گسیختن پوسته نان بربری گردید (جدول ۵). در این میان، نان حاوی ۰/۵٪ گوار در هر سه گستره‌ی زمانی کم‌ترین مقادیر نیرو را نشان داد به‌طوری‌که برای مثال در روز اول پخت، مقادیر F_{max} برای نمونه شاهد و نمونه حاوی گوار ۰/۵٪ به ترتیب ۴۹/ ۳ و ۱/۱ نیوتن بود.

- رنگ سنجی (هانتر لب)[1]

در این آزمون تمامی تیمارها ۲۴ ساعت بعد از پخت نمونه برداری شده و تحت آزمون رنگ سنجی

1- Hunter Lab

ifn.srbiau.ac.ir

جدول ۷- نتایج به‌دست آمده از دستگاه رنگ سنج

تیمارها	L^*	a^*	b^*	اندیس زردی (YI)	اندیس سفیدی (WI)	اختلاف رنگ کلی ($E\Delta$)
نمونه شاهد	۵۲/۱۴^{a}	۱۱/۴۵^{a}	۲۳/۱۸^{a}	۶۳/۵۱^{a}	۴۵/۶۰^{a}	a$^{\cdot}$
نمونه حاوی۰/۵٪ گوار	۵۶/۸۰^{b}	۹/۷۹^{b}	۲۶/۹۷^{b}	۶۷/۸۳^{d}	۴۸/۱۴^{b}	۶/۰۸^{c}
نمونه حاوی ۰/۱٪ گوار	۵۶/۷۹^{b}	۹/۷۹^{b}	۲۶/۹۷^{b}	۶۷/۸۴^{d}	۴۸/۱۳^{b}	۶/۱۲^{c}
نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان	۵۶/۷۶^{b}	۱۱/۰۸^{c}	۲۴/۸۲^{c}	۶۲/۴۶^{b}	۴۸/۹۳^{b}	۴/۶۵^{b}
نمونه حاوی ۰/۱٪ کاراگینان	۵۸/۳۲^{c}	۹/۵۴^{d}	۲۶/۳۹^{d}	۶۴/۶۳^{c}	۴۹/۷۵^{c}	۷/۱۰^{d}

اعداد داخل جدول، میانگین داده‌ها حاصل از نتایج آزمون می‌باشد. نمونه‌های با حروف مختلف که در یک ستون واقع شده‌اند در سطح ۵٪ و با استفاده از آزمون دانکن، اختلاف معنی داری دارند

جدول ۸- نتایج حاصل از آزمون DSC

نمونه‌ها در روزهای پس از پخت	آنتالپی J/P	T_R(°c)	T_C(°c)	T_P(°c)	T_0(°c)
شاهد، یک روز	۲۹۹/۳۵^{a}	۴۷/۹۲^{b}	۱۴۲/۱^{b}	۱۱۸/۱۶^{bc}	۹۴/۱۸^{bc}
نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار، یک روز	۳۱۱/۶۹^{c}	۴۷/۸^{c}	۱۳۷/۴۷^{d}	۱۱۸/۵۷^{d}	۸۹/۶۷^{d}
نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان، یک روز	۳۴۳/۳^{a}	۵۱/۳۹^{b}	۱۴۳/۱۶^{d}	۱۲۱/۵۹^{d}	۹۱/۷۶^{b}
شاهد، دو روز	۳۴۴/۱۶^{a}	۴۹/۸^{c}	۱۴۳/۰۵^{e}	۱۲۰/۳۷^{a}	۹۳/۲۵^{e}
نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار، دو روز	۳۳۲/۱۸^{c}	۵۴/۵۵^{d}	۱۴۶/۲۹^{d}	۱۲۳/۹۴^{a}	۹۱/۷۳^{e}
نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان، دو روز	۳۱۸/۳۴^{b}	۵۰/۵۳^{d}	۱۴۳/۱^{e}	۱۲۱/۱۳^{a}	۹۲/۵۷^{e}
شاهد، چهار روز	۳۲۶/۹۱^{e}	۵۵/۴۶^{b}	۱۴۸/۰۶^{c}	۱۲۱/۶۴^{a}	۹۲/۶^{cd}
نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار، چهار روز	۳۹۸/۷۳^{d}	۵۲/۹^{b}	۱۴۴/۱۷^{a}	۱۱۹/۵۲^{b}	۹۱/۲۷^{cd}
نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان، چهار روز	۳۱۳/۵۶^{a}	۶۵/۹۷^{c}	۱۴۲/۲۸^{a}	۱۲۳/۵۱^{a}	۷۶/۳۱^{d}

اعداد داخل جدول، میانگین داده‌ها حاصل از نتایج آزمون می‌باشند. نمونه‌های با حروف مختلف که در یک ستون واقع شده‌اند، در سطح ۵٪ و با استفاده از آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری دارند

قرار گرفتند. نتایج حاصل از این آزمون در جدول ۷، مشخص شده است. با توجه به نتایج مندرج در جدول ۷، به کارگیری هر دو هیدروکلوئید گوار و کاراگینان در دو غلظت ۰/۵٪ و ۰/۱٪ ، باعث ایجاد اختلاف معنی‌داری در مورد سه فاکتور L^*، a^* و b^* نسبت به نمونه شاهد گردیدند. فاکتور L^* در نمونه حاوی ۰/۱٪ کاراگینان، نسبت به سایر نمونه های حاوی صمغ و نمونه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود. در مورد نمونه های حاوی گوار با غلظت های ۰/۵٪ و ۰/۱٪ و در نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان نیز نسبت به نمونه شاهد افزایش معنی‌دار مشاهده شد، اما این سه نمونه اخیر نسبت به یکدیگر اختلاف معنی داری نداشتند. تمامی نمونه های حاوی هیدروکلوئید به صورت معنی‌داری مقدار a^* کم‌تری نسبت به نمونه شاهد داشتند و در نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان، فاکتور a^* به صورت معنی‌داری نسبت به سایر نمونه های حاوی هیدروکلوئید و نمونه شاهد بیشتر بود. این بدین معنی است که افزودن

ifstn.srbiau.ac.ir

هیدروکلوئیدها موجب کاهش ته رنگ سرخ در نمونه‌های بربری گردید.

- آزمون کالریمتری روبشی تفاضلی (DSC):

این آزمون روش مناسبی برای بررسی روند بیاتی نان بربری نبود. مطابق داده‌های جدول ۸، افزودن هیدروکلوئیدهای گوار و کاراگینان در سطح ۰/۵٪ نتوانسته است که موجب کاهش پارامترهای دمایی مربوط به ذوب کریستال‌های نشاسته گردد.

- آزمون حسی توصیفی

نتایج آزمون حسی توصیفی در جدول ۹ ارائه شده است. به طور کلی صمغ گوار در هر دو غلظت، موجب کاهش چشمگیر در سفتی نمونه‌ها در تمامی روزهای نگهداری گردید با این توضیح که در یک روز پس از پخت گوار ۰/۱٪ نسبت به گوار ۰/۵٪ تأثیر بیشتری را بر روی کاهش سفتی داشت و بالعکس در دو و چهار روز پس از پخت نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار نتایج بهتری را در مورد کاهش سفتی نسبت به نمونه حاوی ۰/۱٪ حاصل کرد. کاراگینان تنها در روزهای دوم و چهارم بر کاهش سفتی مؤثر بوده است و در یک روز پس از پخت در هر دو غلظت نه تنها باعث کاهش سفتی نگردید بلکه باعث افزایش آن نیز شد. این موضوع در مورد کاراگینان ۰/۱٪ بیشتر مشهود بود. در روزهای دوم و چهارم نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار بیشترین کاهش معنی‌دار را در میزان سفتی نسبت به نمونه شاهد و سایر نمونه های حاوی هیدروکلوئید ایجاد نمود. با افزایش زمان سپری شده از پخت، تازگی نمونه ها کاهش یافت و در روز اول هیچ کدام از هیدروکلوئیدها نتوانستند که در شدت تازگی نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار ایجاد کنند. ولی در زمان های طولانی تر، تمامی هیدروکلوئیدها باعث افزایش میزان تازگی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد شدند که در این بین، نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار بیشترین و نمونه حاوی ۰/۱٪ کاراگینان کم‌ترین اثر بهبود دهندگی را داشتند.

- آزمون حسی هدونیک

همان‌طور که مشاهده می‌شود و با در نظر گرفتن نتایج مندرج در جدول ۱۰، با گذشت زمان میانگین امتیازات داده شده کاهش می یابد که به علت افزایش پدیده بیاتی می باشد. در روز اول بعد از پخت، هیدروکلوئیدها به جز گوار ۰/۵٪ تأثیر چندانی در مقبولیت کلی نداشتند و امتیازات از ۳/۸۳ برای نان حاوی ۰/۱٪ کاراگینان تا ۴/۱۵ برای نان حاوی ۰/۵٪ گوار گسترده شده بود. ولی در روزهای بعد نان های حاوی هیدروکلوئید مقبولیت بالاتری را نسبت به نمونه شاهد نشان دادند و نان حاوی ۰/۵٪ گوار در همه روزها بالاترین مقبولیت را نشان داد. تا روز اول و دوم، امتیاز نان‌ها بالاتر از ۲/۵ بود ولی در روز چهارم به زیر این مقدار رسید که نشان دهنده افزایش اثرات نامطلوب بیاتی بر بافت و طعم نان می‌باشد.

بحث

- آزمون بافت سنجی (آزمون نفوذ)

از این آزمون دو ویژگی بافتی مهم زیر حاصل می‌شوند (قنبرزاده، ۱۳۸۸) :

۱. مقدار نیروی شکست (F_{max}).

۲. مقدار تغییر شکل شکست (D_{max}).

لازم به ذکر است که نمونه‌های حاوی کاراگینان در تمام غلظت ها و در تمام بازه های زمانی باعث کاهش نیروی شکست شدند، با این تفاوت که در یک نگاه کلی این میزان کاهش در نیروی شکست از نمونه‌های حاوی گوار در تمام بازه‌های زمانی و در تمام سطوح، کم تر بود. تغییر شکل شکست نیز با افزودن هیدروکلوئیدها در هر سه دوره ی زمانی کاهش یافت و با افزایش غلظت هیدروکلوئیدها این اثر افزایش یافت (جدول ۶). به طور کلی در مورد تغییر شکل شکست در یک و چهار روز پس از پخت، نمونه گوار بیشترین کاهش معنی‌دار را ایجاد نمود اما در دو روز پس از پخت نمونه ۰/۱٪ کاراگینان بیشترین کاهش معنی دار را ایجاد نمود. طبق نتایج ذکر شده نمونه ۰/۵٪ گوار به نسبت، بیشتر از سایر نمونه ها باعث کاهش تغییر شکل شکست گردیده است. با نگاه کلی به جدول ۵، پر واضح است که نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار با گذشت زمان و مخصوصاً در چهار روز پس از پخت، باعث کاهش سفتی نان به طور چشمگیر شده است. این روند در مورد نمونهٔ ۰/۱٪ گوار منظم تر رخ داده است، اما میزان کاهش سفتی در این نمونه از نمونه

ifn.srbiau.ac.ir

جدول ۹- نتایج آزمون حسی توصیفی، یک، دو و چهار روز پس از پخت

صفت	شاهد	نمونه ۰/۵٪ گوار	نمونه ۰/۱٪ گوار	نمونهٔ ۰/۵٪ کاراگینان	نمونهٔ ۰/۱٪ کاراگینان
سفتی، یک روز	۲۱^{b}	۲۰ /۶۶^{b}	۱۲ /۶۶^{a}	۲۵ /۳۳^{b}	۴۶^{c}
سفتی، دو روز	۶۹ /۳۳^{c}	۲۱ /۳۳^{a}	۶۶ /۳۳^{c}	۵۱^{b}	۴۸ /۶۶^{b}
سفتی، چهار روز	۷۹ /۶۶^{a}	۳۸^{b}	۷۰ /۶۶^{c}	۴۸ /۶۶^{d}	۵۶ /۶۶e
شدت تازگی، یک روز	۷۶ /۳۳^{a}	۸۲ /۶۶^{a}	۷۳^{a}	۷۳ /۶۶^{a}	۷۱^{a}
شدت تازگی، دو روز	۴۹^{a}	۷۴ /۳۳^{c}	۶۲ /۳۳^{b}	۶۵ /۳۳^{b}	۶۳ /۳۳^{b}
شدت تازگی، چهار روز	۴۲ /۶۶^{a}	۶۵ /۶۶^{d}	۵۹ /۳۳^{c}	۶۴ /۳۳^{cd}	۵۰ /۳۳^{b}
الاستیسیته، یک روز	۸۱ /۳۳^{b}	۶۶ /۶۶^{a}	۶۳^{a}	۶۱ /۶۶^{a}	۷۷ /۳۳^{b}
الاستیسیته، دو روز	۶۱ /۳۳^{b}	۷۳ /۶۶C	۵۲ /۶۶^{a}	۵۱ /۶۶^{a}	۶۱ /۳۳^{b}
الاستیسیته، چهار روز	۵۵ /۶۶^{a}	۶۸ /۶۶^{b}	۴۸ /۶۶^{a}	۵۳^{a}	۵۳ /۳۳^{a}
شدت رنگ، یک روز	۵۶ /۶۶^{a}	۹۳^{c}	۷۹^{b}	۷۴^{b}	۹۶ /۳۳^{c}
شدت رنگ، دو روز	۵۴ /۳۳^{a}	۸۰ /۳۳^{c}	۹۱^{d}	۶۴^{b}	۵۴ /۶۶^{a}
شدت رنگ، چهار روز	۳۹ /۳۳^{a}	۷۸^{c}	۸۵^{d}	۶۵ /۶۶^{b}	۴۰ /۶۶^{a}
مقدار رطوبت، یک روز	۸۴^{c}	۷۷ /۶۶^{bc}	۷۶ /۶۶^{bc}	۴۳ /۳۳^{a}	۶۳ /۳۳^{b}
مقدار رطوبت، دو روز	۷۲ /۳۳^{c}	۶۵^{b}	۶۸ /۶۶^{c}	۵۷^{a}	۶۳ /۳۳^{b}
مقدار رطوبت، چهار روز	۶۷ /۳۳^{ab}	۶۱^{b}	۶۳^{d}	۴۹ /۶۶^{a}	۵۹^{b}
قابلیت جویده شدن، یک روز	۷۸ /۶۶^{bc}	۸۹ /۶۶^{c}	۷۶ /۶۶^{b}	۵۶^{a}	۵۵ /۶۶^{a}
قابلیت جویده شدن، دو روز	۶۵^{b}	۸۹^{c}	۷۵^{d}	۵۴^{a}	۵۲ /۳۳^{a}
قابلیت جویده شدن، چهار روز	۵۱ /۶۶^{b}	۸۸ /۳۳^{c}	۶۹ /۶۶^{d}	۴۶^{a}	۴۶ /۶۶^{a}

اعداد داخل جدول، میانگین داده‌های حاصل از نتایج آزمون می‌باشد. نمونه‌های با حروف مختلف که در یک ردیف واقع شده‌اند در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری دارند.

جدول ۱۰- نتایج حاصل از آزمون حسی هدونیک در سه بازه زمانی

نمونه‌ها	یک روز پس از پخت	دو روز پس از پخت	چهار روز پس از پخت
شاهد	۴ /۱۶^{a}	۲ /۸۳^{a}	۱^{a}
نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار	۴ /۵۰^{b}	۳ /۶۶^{b}	۲ /۸۳^{b}
نمونه حاوی ۰/۱٪ گوار	۴^{a}	۳ /۳۳^{c}	۲ /۱۶^{c}
نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان	۴ /۱۶^{a}	۳ /۵۰^{d}	۲^{c}
نمونه حاوی ۰/۱٪ کاراگینان	۳ /۸۳^{a}	۳ /۱۶^{e}	۱ /۸۳^{c}

اعداد داخل جدول، میانگین داده‌ها حاصل از نتایج آزمون می‌باشد. نمونه‌های با حروف مختلف که در یک ستون واقع شده‌اند و یا استفاده از آزمون دانکن، در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری دارند.

۰/۵٪ گوار کم‌تر بود. در نمونه‌های حاوی کاراگینان در هر دو سطح، نظم قابل قبولی مشاهده نشد. لازم به ذکر است که نمونه شاهد با گذشت زمان دچار افزایش سفتی گردید. همان طور که از جدول ۶ مشخص است، نمونه شاهد با گذشت زمان دچار کاهش نیروی شکست شده است به عبارتی ترد شده است. این روال با افزودن تمام هیدروکلوئیدهای مصرفی در این تحقیق بیشتر نمود پیدا کرد. در تمام نمونه‌ها بیشترین میزان کاهش در مورد تغییر شکل شکست در چهار روز پس از پخت مشاهده می‌شود مخصوصاً در نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار این موضوع بیشتر مصداق پیدا کرد. این مسئله بیان کننده‌ی این موضوع است که به طور کلی هیدروکلوئیدهای مصرفی در این تحقیق در طولانی مدت اثرات خود را بیشتر نمایان می سازند. در مورد آزمون بافت سنجی و با در نظر گرفتن نتایج جدول‌های۵ و ۶،

jftn.srbiau.ac.ir

نمونه حاوی ۰/۵٪ در طولانی مدت (چهار روز پس از پخت) بیشترین اثر را داشت یعنی در حفظ حالت تردی و حتی افزایش آن در نان مؤثرتر بود. با گذشت زمان به علت مهاجرت آب از مغز به پوسته، بافت پوسته حالت لاستیکی و نرم‌تری پیدا می‌کند که مطلوب نیست و پاره کردن و جویدن آن سخت می‌شود. به‌طورکلی بهتر است که هم $\underline{F_{max}}$ و هم D_{max} برای پوسته کم باشد تا ترد بوده و جویدن آن آسان‌تر باشد. پوسته با F_{max} بالا نشان دهنده سفت و الاستیک بودن پوسته است و پوسته با D_{max} بالا نشان دهنده نرم و لاستیکی بودن پوسته می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که هیدروکلوئیدهای مورد استفاده توانستند که پوسته تردتری را در مقایسه با نمونه شاهد ایجاد نمایند. در توضیح این موضوع می‌توان گفت که با افزودن هیدروکلوئیدها به علت افزایش گروه‌های OH و دیگر گروه‌های آب دوست در بافت، جذب آب در مغز بیشتر می‌شود که می‌تواند از مهاجرت آب به پوسته و در نتیجه لاستیکی شدن آن جلوگیری کند و موجب حفظ حالت تردی گردند (Angioloni & Collar, 2005). سفت شدن مغز نان یکی از مهم‌ترین نتایج پدیده بیاتی است که معمولاً توسط آزمون فشار در نان‌های حجیم اندازه‌گیری می‌شود. در نان بربری به علت عدم ایجاد بافت مغزی قابل توجه نسبت به نان‌های حجیم، از انجام آزمون فشار خودداری گردید. افزودن هیدروکلوئیدها به طور بالقوه می‌تواند موجب کاهش سرعت سفت شدن مغز نان طی نگهداری گردد که می تواند به مکانیسم‌های زیر نسبت داده شود (Barcenase *et al.*, 2005, 2006, 2007; Ribottaa, 2007).

- حفظ گاز بیشتر در خمیر به طوری که هیدروکلوئیدها با افزایش قوام خمیر، تشکیل شبکه موقت ژل و افزایش سفتی دیواره های احاطه کننده‌ی سلول‌های حاوی گاز در نان، موجب حفظ بیشتر گاز دی اکسید کربن و بخار آب تولید شده در خمیر می‌شوند. همچنین برخی از صمغ‌ها خواص امولسیفایری نشان داده و لایه سطحی دور حباب‌های گاز در خمیر تشکیل می‌دهند که به حفظ گاز کمک می‌کند.

- حفظ بیشتر آب در مغز نان که به تازگی و نرمی مغز و کاهش حالت لاستیکی آن کمک می‌کند.

- جلوگیری از ایجاد پیوند گلوتن- نشاسته در طی نگهداری.

کاهش سفت شدن بافت نان به دلیل جلوگیری از توزیع مجدد آب و انتقال آب از گلوتن به نشاسته توسط هیدروکلوئیدها و در نتیجه جلوگیری از در اختیار گرفتن آب توسط نشاسته. نکته مهم دیگر این که آب آزاد موجب افزایش تحرک زنجیرهای نشاسته و در نتیجه سازماندهی مجدد و به هم پیوستگی آن‌ها می‌شود. این پدیده به نوعی باعث کاهش حالت تردی و باعث افزایش حالت لاستیکی در بافت پوسته و بافت مرکزی نان می‌گردد که چندان مطلوب نمی باشد. تحقیقات پیشین اثرات مختلف و گاهی متضاد هیدروکلوئیدهای مختلف بر بافت پوسته نان را نشان می‌دهد و این شاید به نوع و غلظت هیدروکلوئیدهای مورد استفاده و یا نان مربوط باشد. محققین با انجام آزمون نفوذ بر روی نان‌های حاوی گوار و گزانتان (تازه و منجمد گرم شده توسط ماکروویو) گزارش کردند که افزودن هیدروکلوئیدها باعث افزایش D_{max} می‌گردد که به معنی افزایش نرمی و لاستیکی شدن پوسته می‌باشد که البته این تغییرات قابل ملاحظه نیست (Mandala *et al.*, 2005). برخلاف تحقیقات ماندلا و همکاران، مطابق نتایج تحقیقاتی دیگر، افزایش غلظت هیدروکلوئیدها باعث افزایش F_{max} گردید و بین میزان F_{max} و میزان D_{max} همبستگی منفی وجود داشت و در نان‌های با پوسته لاستیکی میزان نیروی شکست پایین بود (Rojas *et al.*, 1999). محققین گزارش کردند که هیدروکلوئیدها (آلژینات سدیم، کاراگینان، گزانتان و HPMC) در غلظت کم هم به اندازه کافی قادر خواهند بود که در بافت نان تغییر ایجاد نمایند و افزایش غلظت هیدروکلوئید بی‌تأثیر خواهد بود و صمغ‌ها بیشتر از رتروگراداسیون در زمان های طولانی نگهداری جلوگیری می‌کنند تا رتروگراداسیون در زمان‌های کوتاه نگهداری (Guarda *et al.*, 2004). همان طور که نتایج هم نشان می دهد، همه هیدروکلوئیدهای مصرفی باعث کاهش نیروی شکست (جدول ۵) و کاهش میزان تغییر شکل شکست شده‌اند که به عبارتی باعث ایجاد و حفظ حالت تردی در نان شدند.

ifrn.srbiau.ac.ir

- رنگ سنجی (هانتر لب)

تمامی هیدروکلوئیدهای به کار رفته در غلظت های ۰/۵٪ و ۰/۱٪ همگی باعث شدند که مقدار b^* به صورت معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یابد. این بدین معنی است که افزودن هیدروکلوئیدها موجب افزایش زردی پوسته شدند که در نان بربری مطلوب تلقی می شود. نمونه های حاوی صمغ گوار با غلظت ۰/۵٪ و غلظت ۰/۱٪ ، نسبت به یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما هر دوی آن ها نسبت به نمونه های حاوی کاراگینان و نمونه شاهد، به طور معنی‌داری مقادیر b^* بیشتری را نشان دادند. داده‌های اندیس زردی نیز افزایش زردی پوسته را تأیید می کند. در تمام نمونه ها به غیر از نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان، اندیس زردی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. این افزایش در نمونه حاوی ۰/۱٪ گوار و سپس در نمونه حاوی ۰/۵٪ گوار بیشتر نمود پیدا کرده است (جدول۷). نمونه حاوی۰/۱٪ کاراگینان نسبت به سایر نمونه ها، اختلاف رنگ کلی (ΔE) بیشتری با نمونه شاهد داشت. در تحقیق مشابهی، محققین تأثیر هیدروکلوئیدها (صمغ گوار، CMC، HPMC و κ- کاراگینان) بر ویژگی های نان غیر تخمیری- هندی (چاپاتی) را بررسی نمودند (Shalini & Laximi 2007). آن ها اعلام کردند که با افزودن هیدروکلوئیدها، مقدار فاکتورb^*، در قیاس با نمونه شاهد افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر تطابق دارد. همچنین آن ها گزارش کردند که وقتی غلظت صمغ κ-کاراگینان از ۰/۲۵٪ به ۰/۷۵٪ افزایش یافت، میزان فاکتورL^* نیز افزایش یافت اما در مورد نان بربری، هنگامی که غلظت صمغ کاراگینان از ۰/۱٪ به ۰/۵٪ افزایش یافت، میزانL^* ، کاهش پیدا کرد. در نان چاپاتی، تنها صمغ گوار با غلظت ۰/۷۵٪ و κ- کاراگینان با غلظت ۰/۱٪ باعث افزایش فاکتورL^* ، نسبت به نمونه شاهد شدند و در نان بربری نیز هر دو صمغ گوار و کاراگینان باعث افزایش L^* نسبت به نمونه شاهد شدند، با این تفاوت که برخلاف صمغ کاراگینان، در صمغ گوار با افزایش غلظت از ۰/۱٪ به ۰/۵٪ میزان L^* نیز افزایش یافت، در نتیجه با افزایش غلظت صمغ گوار برخلاف کاراگینان در نان بربری رنگ نان روشن تر شد. ولی در صمغ کاراگینان با افزایش غلظت، رنگ نان بربری تیره‌تر از حالتی بود که از غلظت کم تر استفاده گردید. افزایش فاکتور L توسط هیدروکلوئیدها بدین معنی است که این مواد می‌توانند موجب افزایش سفیدی رنگ نان شوند که این در مورد مغز نان کاملاً مطلوب و در مورد پوسته، بستگی به نوع نان دارد. داده‌های اندیس سفیدی نیز این مطلب را تأیید می‌کند (Ghodke & Laximi 2007).

- آزمون کالریمتری روبشی تفاضلی (DSC):

آزمون DSC برای تعیین خواص حرارتی و بررسی فرآیند انتقال فاز مواد به کار می رود. پدیده هایی مانند انتقال شیشه ای، ذوب و کریستالیزاسیون نوعی انتقال فاز به شمار می‌روند و در مواد غذایی حائز اهمیت هستند. در طی رتروگراداسیون نشاسته، بخشی از نشاسته آمورف به نشاسته کریستالی تبدیل می‌شود که هر چقدر این کریستال‌ها فشرده‌تر و نواحی کریستالی وسیع‌تر باشد در دمای بالاتری نیز ذوب می‌شوند. منحنی DSC شاخص برای نان بربری در نمودار۱ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود یک انتقال اندوترمیک در گستره دمایی ۷۵ تا ۱۴۶ ^{o}C مشاهده می‌شود. تغییر آندوترم ایجاد شده از روی پارامترهای دمایی T_0 (دمای شروع انتقال فاز)، T_P(دمای پیک)،T_C (دمای انتهای انتقال فاز) و $\Delta T_r = T_0 - T_c$ (گستره دمای رتروگراداسیون)و تغییرات آنتالپی رتروگراداسیون (ΔH_r) تحلیل می گردد. مطابق گزارش بارسناس و همکاران (۲۰۰۵) افزودن HPMC موجب کاهش نسبتاً جزئی اندیس رتروگراداسیون و انتقال پیک اندوترمیک به دماهای پایین گردید که به معنی کاهش پدیده رتروگراداسیون است. این موضوع به حفظ آب بیشتر، برهمکنش هیدروکلوئید با زنجیرهای نشاسته و جلوگیری از تشکیل کمپلکس نشاسته-گلوتن نسبت داده شد. همچنین در تحقیق دیگری که همین محققین در سال ۲۰۰۷ انجام دادند نیز تغییرات دمای پیک و شروع در نمونه های شاهد و حاوی هیدروکلوئید جزئی است. شاید عدم تأثیر قابل توجه هیدروکلوئیدها در این تحقیق، به غلظت پایین هیدروکلوئیدهای مورد استفاده مربوط باشد. همچنین

jftn.srbiau.ac.ir

شدت بالای رتروگراداسیون در مغز نان بربری نسبت به نان حجیم، به علت نازک‌تر بودن پوسته و کاهش سریع رطوبت مغز نان، می‌تواند اثر هیدروکلوئیدها را کاهش دهد به طوری که انتقال فاز در نان حجیم مطالعه شده توسط این محققین، در گستره دمایی ۴۸ تا ۷۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد ولی در نان بربری در گستره‌ی ۷۵ تا ^{o}C ۱۴۶ مشاهده گردید.

اما در پایان مبحث بررسی نتایج آزمون DSC لازم به ذکر نکته مهمی است و آن این‌که، نتایج این آزمون از نظم و قاعده ی خاصی پیروی نکرده و قاعدتاً نمی توان به این نتایج استناد نمود. به طور کلی این روش برای بررسی میزان بیاتی نان بربری آزمایش شده در این تحقیق مناسب نبوده و صرفاً جهت گزارش نتایج آزمون درج شده است.

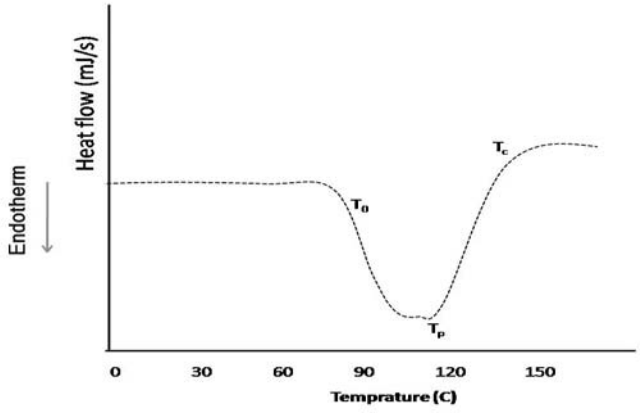
- آزمون حسی توصیفی

آزمون حسی توصیفی با استفاده از مقیاس خطی صفر تا ۱۰۰ انجام گرفت. عدد صفر برای حداقل شدت و عدد۱۰۰، برای حداکثر شدت یک صفت در نظر گرفته شد. افزودن هیدروکلوئیدها موجب اثرات متفاوتی در روزهای مختلف بر الاستیسیته گردید و همچنین با افزایش مدت نگهداری، الاستیسیته ی نان های بربری کاهش یافت. کاراگینان موجب کاهش الاستیسیته نان در تمامی روزها شد ولی گوار ۰/۵٪ تنها در روز اول الاستیسیته را کاهش داد. در تمام مدت نگهداری، نان‌های حاوی هیدروکلوئید به طور معنی‌داری شدت رنگ بیشتر و میزان رطوبت کم‌تری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند. با افزایش مدت نگهداری میزان رطوبت نمونه‌ها کاهش یافت. بیشترین کاهش معنی‌دار در رطوبت به نمونه حاوی ۰/۵٪ کاراگینان مربوط بود. با گذشت زمان، قابلیت جویده شدن نمونه‌ها کاهش یافت و قابلیت جویده شدن نان های حاوی گوار از نمونه شاهد بالاتر و نان‌های حاوی کاراگینان کم‌تر از نمونه شاهد بود. به طور کلی و با یک نگاه کلی می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های حاوی ۰/۵٪ گوار در سه بازه زمانی مذکور به طور چشمگیری نتایج بهتری را نسبت به نمونه شاهد و سایر نمونه‌ها کسب نمودند. البته قابل ذکر است که در برخی مواقع نمونه‌های ۰/۱٪ گوار و به میزان کم تر نمونه های حاوی ۰/۵٪ کاراگینان نتایج نسبتاً خوبی را در آزمون حسی توصیفی ایجاد نمودند. به عنوان مثال، در مورد ویژگی سفتی در یک روز پس از پخت، نمونه حاوی ۰/۱٪ گوار بود که بهترین نتیجه را کسب کرد. به عبارتی کم‌تر از نمونه‌های دیگر که در همان بازه زمانی بودند، سفت شده بود.

- آزمون حسی هدونیک

تحقیقات چند محقق نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدهای گوار، CMC وHPMC در سطح ۰/۲۵ و ۰/۱ درصد موجب افزایش مقبولیت کلی نان چاپاتی و افزودن کاراگینان موجب کاهش آن می‌گردد (Shalini *et al*., 2007).

طبق یک تحقیق ثابت شد که، افزودن هیدروکلوئیدها باعث افزایش امتیازات حسی نان بدون گلوتن گردید و نان حاوی CMC بالاترین امتیاز را کسب کرد(Lazaridou *et al*., 2007). گوردا و همکاران نیز اثر هیدروکلوئیدهای مختلف (گزانتان، آلژینات، کاراگینان و HPMC) را بر میزان مقبولیت ظاهری، طعم، آروما، تردی و



نمودار ۱- نمودارDSC شاخص نان بربری

jftn.srbiau.ac.ir

مقبولیت کلی نان حجیم را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که به جز نمونه حاوی کاراگینان بقیه‌ی نمونه‌های حاوی هیدروکلوئید، امتیازات حسی بالاتر یا نزدیکی را نسبت به نمونه شاهد کسب کردند همچنین نمونه حاوی گزانتان مقبولیت ظاهری کم‌تری نسبت به نمونه شاهد نشان داد (Guarda *et al*., 2004).

نتیجه‌گیری

به منظور بهبود کیفیت نان بربری تازه و نگهداری شده، دو نوع هیدروکلوئید گوار و کاراگینان در دو غلظت ۰/۱ و ۰/۵٪ به فرمولاسیون خمیر بربری افزوده شدند. نتایج آزمون‌های رنگ سنجی، بافت سنجی و حسی نشان داد که هیدروکلوئید گوار باعث بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیکی و کاهش اثرات فرآیند بیاتی می‌گردد ولی صمغ کاراگینان تأثیرات قابل توجهی بر بهبود خواص حسی ندارد. بهبود خواص بافتی نان بربری را می‌توان به حفظ آب در مغز نان و جلوگیری از توزیع مجدد آن، جلوگیری از رتروگراداسیون نشاسته و جلوگیری از ایجاد پیوندهای نشاسته و گلوتن نسبت داد. افزایش رنگ پوسته نیز به افزایش ترکیبات قابل کاراملیزه شدن در پوسته نسبت داده شود.

منابع

قنبرزاده، ب. (۱۳۸۸). مبانی رئولوژی مواد و بیوپلیمرهای غذایی، انتشارات دانشگاه تهران.

مهاجر، ی. (۱۳۸۰). طرح تحقیقاتی تکنولوژی و فرآورده‌های نان وزارت جهاد کشاورزی.

Angioloni, A. & Collar, C. (2008). Functional response of diluted dough matrixes in high-fibre systems: A viscometric and rheological approach. Food Research International, 41, 803-812.

Barcenas, M., Benedito, C. & Rosell, C. (2004).Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen storage, Food Hydrocolloids, 18, 769 –774.

Barcenas, M. E. & Rosell, C. M. (2005). Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. Food Hydrocolloids, 19, 1037–1043.

Barcenas, M. E. & Rosell, C. M. (2006). Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperatures and HPMC addition. Journal of Food Engineering, 72, 92–99.

Barcenas, M. E. & Rosell, C. (2007). Different approaches for increasing the shelf life of partially baked bread: Low temperatures and hydrocolloid addition. Food Chemistry, 100, 1594-1601.

Funami, T., Kataoka, Y., Omotoa, T., Gotoa, Y., Asaia, I. & Nishinarib, K. (2003). Food hydrocolloids control the gelatinization and retrogradation behavior of starch. 2a. Functions of guar gums with different molecular weights on the gelatinization behavior of corn starch. Food Hydrocolloids, 19, 15– 24.

Ghodke Shalini, K. & Laxmi, A. (2006). Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of Chapatti (Indian unleavened Flat bread)Part I—hydrocolloids. Food Hydrocolloids, 21, 110–117.

Guarda, A., Rosellb, C. M., Beneditob, C. & Galottoc, M. J. (2004). Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids, 18, 241–247.

Mandala, I. G. (2005). Physical properties of fresh and frozen stored, microwave-reheated breads, containing hydrocolloids. Food Engineering, 66, 291–300.

Mandalaa, I. G. & Sotirakoglou, K. (2005). Effect of frozen storage and microwave reheating on some physicalattributes of fresh bread containing hydrocolloids. Food Hydrocolloids, 19, 709–719.

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, M. & Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering,79 , 1033-1047.

Ptaszek, P. & Grzesik, M. (2007). Viscoelastic properties of maize starch and guar gum gels. Food Engineering, 82, 227–237.

Ptitchkina, N. M., Novokreschonova, L. V., Piskunova, G. V. & Morris, E. R. (1998). Larg enhancement in loaf volume and organoleptic acceptability of wheat bread by small addition of pumpkin powder: possible role of acetylated pectin in stabilizing gas-cell structure. Food Hydrocolloids, 12, 333–337.

Ribottaa, P. D., Pereza, G. T., Leona, A. E. & Anon, M. C. (2003). Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheologicaland baking performance of frozen bread dough. Food Hydrocolloids, 18, 305–313.

ifrserial.ac.ir

Rojas, J. A., Rosell, C. & Benedito de Barber, C. (1999). Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. Food Hydrocolloids, 13, 27-33.

Rosell, C. M., Collar, C. & Haros, M. (2005). Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab. Food Hydrocolloids, 21, 452–462.

Rosell, C. M., Rojas, J. A.& Benedito de Barber, C. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality, Food Hydrocolloids, 15, 75–81.

Shalini, K. G. & Laximi, A. (2007).Influence of additiv es on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of Chapatti (Indian unleavened Flat bread) Part I-hydrocolloids.Food Hydrocolloids, 21, 110 – 117.

jftn.srbiau.ac.ir

The Effects of Hydrocolloids (Guar & carrageenan) on Physical and Sensory Properties of Barbary Bread

S. M. Ghoreishi Rad [a], B. Ghanbarzadeh [b*] ,B. Ghiassi Tarzi [c]

[a] M. Sc. Student of Food Sceince and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

[c] Asssistant Professor of the College of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 18 July 2009 Accepted: 18 January 2010

Abstract

Introduction: From ancient time, traditional breads have been consumed in Iran and bread is considered as a major part of Iranian diet. Considering this important subject, food specialists are continuously seeking ways to improve the quality and shelf life of this traditional product.

Materials and Methods: In this research the effect of hydrocolloids (guar and kappa carageenan) at 0.1% and 0.5% (W/W) concentrations on rheological properties of Barbary bread dough was studied. The study on the rheological behavior of the dough containing hydrocolloids was performed by farinograph and extensograph. In addition, initial tests of flour, namely measurements of curd fiber, fat, moisture, ash, pH, wet gluten, protein and ultimately Falling number was carried out by official standard methods.

Results: The highest absorption was observed for carageenan followed by guar at concentration of 0.5%.The dough developing time (DDT) and stability time increased with the addition of both hydrocolloids however, guar at 0.5% concentration had most increasing effect. Hydrocolloid addition increased dough resistance to deformation (R_{50} and $_{Rm}$) and maximum change was observed with guar.

Conclusion: Rheological properties of dough showed that guar gum had maximum effect on dough viscoelastic properties. Adding guar and carageenan hydrocolloids at 0.1% and 0.5% (W/W) caused improving water absorption, increasing consistency and tolerance of Barbary breads dough to strain force. The extensibility parameter (E) for control sample decreased with the resting time. In comparison, dough containing hydrocolloids exhibited greater stability to extensibility changes with time.

Keywords: *Barbary Bread, Carrageenan, Guar gum, Staling.*

**Corresponding Author:* Ghanbarzadeh@tabrizu.ac.ir

ifrn.srbiau.ac.ir