تأثیرانجماد خانگی بر ویژگی‌های حسی سبزیجات برگی آماده مصرف

مهرداد محمدی[1]، فریبا سید احمدیان[2]، محمد رضا کوشکی[3]*،
نسرین حاجی سیدجوادی[2]

1- محقق، گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
2- کارشناس، گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
3- استادیار، گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
(تاریخ دریافت: 87/11/10 تاریخ پذیرش:88/3/24)

چکیده

نظر به روند رو به افزایش استفاده از سبزیجات آمادهٔ مصرف، تأثیر قابل ملاحظه انجماد بر ویژگی‌های حسی این سبزیجات و لزوم تعیین بهترین شرایط نگهداری سبزیجات برگی در حالت انجماد، به منظور تعیین بهترین دما و زمان نگهداری مخلوط تره، جعفری و شنبلیله در شرایط انجماد، این تحقیق انجام شد.

این تحقیق در مرحله اول برای نگهداری مخلوط سبزیجات برگی خرد شده آماده مصرف قورمه‌سبزی در 3 دمای 9- ، 12- و $18^{o}C$- و نگهداری در شرایط انجماد در 3 مرحله زمانی 120، 150 و 180 روز، به روش اکتشافی و در مرحله دوم برای تهیه سبزی سرخ‌شده قورمه‌سبزی و نیز مقایسه ویژگی‌های حسی سبزیجات نگهداری شده در این دماها در هر مرحله، به روش تجربی انجام گرفت. ویژگی‌های حسی همه تیمارها شامل رنگ، طعم و پذیرش‌کلی، ارزیابی شد و مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

یافته‌های دمای انجماد در هر یک از زمان‌های مورد بررسی نشان داد که رنگ در دمای $18^{o}C$- ، رتبه 1 دارد ($P\leq0/05$). طعم در دمای $18^{o}C$- در روزهای 120 و 150 رتبه 1 دارد اما در روز 180، در دمای $12^{o}C$- بدون اختلاف معنی‌دار با دو دمای دیگر، رتبه 1 دارد. همچنین، پذیرش‌کلی در دمای $18^{o}C$- در هر یک از زمان‌های یاد شده، رتبه 1 دارد. یافته‌های زمان نگهداری در شرایط انجماد در زمان‌های مورد بررسی، نشان داد که از نظر هر یک از ویژگی‌های رنگ، طعم و پذیرش‌کلی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد.

نتایج این تحقیق نشان داد که ویژگی‌های حسی این سبزیجات در مدت 180 روز نگهداری در شرایط انجماد، عمدتاً تحت تأثیر دمای انجماد است تا اینکه تحت تأثیر زمان انجماد، قرار گیرد.

کلید واژه‌گان: سبزیجات برگی، ارزیابی حسی، انجماد، نگهداری در شرایط انجماد

1 ـ مقدمه

با توجه به کشت فصلی سبزیجات و عدم دسترسی به آنها در همهٔ فصول، ذخیره‌سازی آنها در منزل ضروری است. از روش‌های رایج نگهداری سبزیجات، می‌توان به نگهداری در یخچال برای کوتاه مدت و به روش‌های خشک‌کردن و نگهداری در شرایط انجماد به منظور نگهداری طولانی مدت، اشاره کرد. در روش خشک‌کردن، علاوه بر کاهش ارزش تغذیه‌ای سبزیجات، ویژگی‌های حسی آنها مانند رنگ، عطر و طعم، بافت و ظاهر نیز دستخوش تغییرات نامطلوبی می‌گردند. انجماد یکی از متداول‌ترین راه‌های حفظ کیفیت سبزیجات است[1].

* مسئول مکاتبات: mr_koushki@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

در بین غذاهای حاوی سبزی، قورمه‌سبزی پر طرفدارترین غذای کشورمان است که حاوی سبزیجات متعددی بوده و سبزی بخش اعظم آن را تشکیل می‌دهد و مصرف آن در تمامی نقاط کشور عمومیت دارد ولی طبق بررسی‌های به عمل آمده و مطالعات کتابخانه‌ای، تاکنون هیچگونه مطالعه تحقیقاتی روی ارزیابی تأثیر انجماد و نگهداری در شرایط انجماد بر خصوصیات حسی مخلوط سبزیجات برگی آن انجام نشده است. شاید دلیل این موضوع، آن باشد که صرفاً در مناطقی همانند خاور میانه و از جمله ایران، این نوع سبزیجات برگی، عمده‌ترین مادهٔ متشکله غذا هستند. سبزی‌های تازه آمادهٔ مصرف و بسته بندی‌شده که حداقل فرایند را طی می‌کنند به دلیل رعایت شرایط بهداشتی در فراوری آنها و سهولت مصرف، مورد استقبال روزافزون قرار گرفته‌اند. در ابتدا این فراورده‌ها برای مصرف در رستوران‌ها، هتل‌ها و دیگر مراکز عمومی تهیه و عرضه شدند؛ اما اکنون در سوپرمارکت‌ها و فروشگاه‌ها نیز برای مصارف خانوار به نحو وسیعی عرضه و در دسترس عموم قرار دارند[2و3].

از آنجا که ویژگی‌های حسی در انتخاب و پذیرش مواد غذایی، نقش اساسی دارند و وابستگی مستقیم به کیفیت مواد اولیه و شرایط نگهداری آنها دارد و به دلیل تأثیر قابل ملاحظه انجماد بر ویژگی‌های حسی سبزیجات، مطالعه حاضر به منظور تعیین مناسب‌ترین دمای انجماد و زمان نگهداری در شرایط انجماد مخلوط خردشدهٔ آمادهٔ مصرف تعدادی از سبزیجات برگی که غالباً در غذاهای ایرانی وجود دارند، انجام شد.

2ـ مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرحله اول برای نگهداری مخلوط سبزیجات برگی خرد شده آماده مصرف قورمه‌سبزی در 3 دمای 9- ، 12- و 18- درجه سانتی‌گراد و نگهداری در شرایط انجماد در 3 مرحله زمانی 120، 150 و 180 روز، به روش اکتشافی و در مرحله دوم برای تهیه سبزی سرخ‌شده قورمه‌سبزی و نیز مقایسه ویژگی‌های حسی سبزیجات نگهداری شده در این دماها در هر مرحله، به روش تجربی انجام گرفت و بر مبنای تکنیک مشاهده و تکمیل پرسشنامه صورت گرفت. جامعه مورد بررسی، بسته‌های مخلوط سبزیجات برگی تازه آمادهٔ مصرف در تهیه قورمه‌سبزی شامل: تره با نام علمی Allium ampeloprasum var. porrum، جعفری با نام علمی Lepidium sativum و شنبلیله با نام علمی Stureia hortensis دارای پروانه ساخت از وزارت بهداشت و عرضه‌شده توسط یک تولیدکننده در فروشگاه‌های سطح شهر تهران بودند.

2-1- تعداد نمونه و روش نمونه‌گیری

با احتساب 3 تکرار، مجموعاً تعداد 45 بسته 100 گرمی به عنوان نمونه و معادل همین مقدار به عنوان ذخیره (در مجموع 90 بسته) با روش نمونه‌برداری خوشه‌ای از فروشگاه‌های مناطق 1، 2 و 8 شهرداری تهران انتخاب شد. نمونه‌برداری از هر بسته نمونه به روش کاملاً تصادفی انجام شد[4].

2-2- آماده‌سازی نمونه‌ها

برای تهیه مخلوط سبزیجات آماده مصرف قورمه سبزی، از سبزیجات آماده مصرف به تاریخ روز تولید، استفاده شد. هر یک از این بسته‌های سبزی، با کُدهای چهارگانه متشکل از اعداد و حروفی که نشان دهنده نوع سبزی، دمای نگهداری، مدت نگهداری و تعداد تکرار آن بود، کُدگذاری شدند. نمونه‌ها در محفظه CoolSelect Zone و فریزر شش دستگاه یخچال‌ـفریزر خانگی سامسونگ مدل RL44QEUS ساخت کشور کره جنوبی قرار داده شدند. به منظور پایش دما، درون هر یک از فریزرها، یک عدد سنسور دما (با قابلیت کارکرد در محدوده دمایی $85^{o}C$ تا $-40^{o}C$) مدل ACR /JR-1001 Systems ساخت کشور کانادا قرار داده شد. داده‌های این سنسورها که در هر 10 دقیقه دما را ثبت می‌کردند، 15 روز یکبار با استفاده از نرم‌افزار TrendReader Express 2.22 استخراج شد. اطلاعات این سنسورها در هر مرحله از انجام ارزیابی حسی و برای هر دما، 3 بسته مخلوط سبزیجات آماده مصرف قورمه سبزی وجود داشت. به عبارت دیگر، هر آزمایش برای هر نوع سبزی در 3 تکرار انجام شد.

2-3- روش سرخ‌کردن سبزی قورمه‌سبزی

برای سرخ‌کردن سبزی قورمه سبزی، محتویات 1 بسته مخلوط قورمه سبزی(20±380 گرم) را درون ماهی‌تابه بزرگی مخلوط شد و مجموعاً با 4 قاشق غذاخوری روغن لادن در مدت 20 دقیقه سرخ شد.

2-4- روش‌های آزمون‌های میکروبی

شمارش‌کلی میکروارگانیسم‌ها یا همان شمارش تعداد کل میکروب‌های زنده با استفاده از محیط کشت P.C.A تعیین شد[5].

شمارش کلی‌فرم‌ها با استفاده از محیط کشت V.R.B.A تعیین شد[6].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

جستجو و شمارش اشریشیاکلی با استفاده از محیط کشت B.G.B.L.B تعیین شد[7].

جستجو و شمارش سالمونلا با استفاده از محیط کشت T.T.N ،R.V.S و دیگر محیط کشت‌های لازم، تعیین شد[8].

جستجو و شمارش تخم انگل با استفاده از روش فلوتاسیون آب نمک اشباع تعیین شد[9].

2-5- روش انجام ارزیابی حسی

2-5-1- ارزیاب‌ها

ارزیابی ویژگی‌های حسی شامل رنگ، طعم و پذیرش‌کلی ظرف مدت 1 روز پس از سرخ‌کردن سبزی قورمه‌سبزی، توسط 50 نفر ارزیاب خانگی (آموزش ندیده) از اعضای هیات علمی، دانشجویان و کارمندان دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی و انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور با روش آزمون رتبه‌بندی انجام شد.

این ارزیاب‌ها که همگی به طور تصادفی و بر اساس علاقه و قابلیت فهم روش ارزیابی انتخاب شدند، پیش‌تر سابقه استفاده از قورمه‌سبزی را داشتند و قبل از شروع ارزیابی، نسبت به چگونگی تکمیل برگه ارزیابی آگاه شدند. در هر بار، 6 ارزیاب به طور همزمان، هر یک به طور مجزا در اتاقک‌های مخصوص انجام ارزیابی حسی، در شرایط نور روز و در دمای محیط (25 درجه سانتی‌گراد)، مطابق با شکل شماره 1، نمونه‌ها را ارزیابی کردند. ترتیب ارایه نمونه‌ها برای هر ارزیاب به صورت تصادفی بود. قبل از شروع ارزیابی، از ارزیاب‌ها خواسته شد که دهان خود را با آب معدنی 20 درجه سانتی‌گراد شستشو دهند و در صورت نیاز از بیسکویت بدون نمک استفاده کنند و این کار را پس از هر بار چشیدن نمونه‌ها نیز انجام دهند[10]. تعداد ارزیاب‌ها در شروع مرحله اول ارزیابی، 50 نفر و در پایان مرحله سوم آن، به 40 نفر رسید. از آنجا که تعداد ارزیاب‌ها در هر 3 مرحله از ارزیابی حسی نباید تغییر کند، صرفاً داده‌های40 ارزیابی که از آغاز مرحله اول ارزیابی تا پایان مرحله آن در ارزیابی شرکت داشتند، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

شکل1 انجام ارزیابی حسی توسط ارزیاب‌ها در اتاقک‌های مخصوص ارزیابی حسی

2-5-2- روش انجام ارزیابی حسی سبزی سرخ‌شدهٔ قورمه‌سبزی

در اولین مرحله از انجام ارزیابی حسی، یک قاشق غذاخوری از مخلوط هر یک از نمونه‌های سبزی سرخ‌شده به طور تصادفی درون بشقاب‌هایی از جنس ظروف یک بار مصرف بدون رنگ و بدون بو و دارای قابلیت مایکروویو شدن، قرار داده شدند و با کُدهای A، B و C برچسب‌گذاری و بلافاصله قبل از انجام ارزیابی توسط ارزیاب‌ها، به وسیله دستگاه مایکروویو مدل M246/ بوتان، ساخت ایران با توان 100% و در مدت 10 ثانیه گرم شدند. ویژگی‌های ارزیابی‌شده که مهمترین و اساسی‌ترین ویژگی‌های حسی تعیین‌کننده کیفیت سبزیجات برگی هستند به ترتیب شامل: رنگ[1]، طعم[2]، پذیرش‌کلی[3] بودند. برای هر یک از صفات بالا، برگه‌هایی در اختیار هر ارزیاب قرار داده شد تا پس از ارزیابی هر نمونه، با علامت زدن در برابر ویژگی مناسب برای آن، ویژگی آن نمونه را مشخص کند. رتبه‌های مربوط به هر ویژگی به نحوی محاسبه گردید که برای انتخاب‌های اول، دوم و سوم به ترتیب رتبه‌های 1، 2 و 3 در نظر گرفته شد[11].

1- Colour
2-Taste
3- Acceptability

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

جدول 1 ویژگی‌های میکروبی مخلوط سبزیجات سرخ شده به تفکیک دمای انجماد*

دمای انجماد (درجه سانتی‌گراد)	زمان انجماد (روز)	ویژگی				
		شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها CFU/g	کلی‌فرم CFU/g	اشریشیاکلی CFU/g	سالمونلا CFU/g	انگل (تعداد در گرم)
-9	120	1×10^3	20	منفی	منفی	منفی
-12	120	3×10^3	70	منفی	منفی	منفی
-18	120	1×10^3	منفی	منفی	منفی	منفی

* هر مقدار در جدول، میانگین سه بار تکرار آزمایش انجام شده است.

جدول 2 ویژگی‌های حسی مخلوط سبزیجات پس از 120 روز به تفکیک دمای انجماد*

زمان انجماد (روز)	دمای انجماد (درجه سانتی‌گراد)	ویژگی		
		رتبه‌های رنگ	رتبه‌های طعم	رتبه‌های پذیرش کلی
120	-9	2/36±0/63 a**	2/28±0/76 a	2/36±0/ 71 a
	-12	2/08±0/74 b	2/00±0/ 79 b	1/97±0/74 b
	-18	1/56±0/88 b	1/74±0/85 b	1/67±0/87 b

* هر مقدار در جدول، میانگین سه بار تکرار آزمایش انجام شده است.

** در هر ستون، مقادیر دارای حروف متفاوت، اختلاف معنی‌دار ($P\leq0/05$) با یکدیگر دارند.

جدول 3 ویژگی‌های حسی مخلوط سبزیجات پس از 150 روز به تفکیک دمای انجماد*

زمان انجماد (روز)	دمای انجماد (درجه سانتی‌گراد)	ویژگی		
		رتبه‌های رنگ	رتبه‌های طعم	رتبه‌های پذیرش کلی
150	-9	2/51±0/72 a**	2/26±0/85 a	2/46±0/72 a
	-12	1/82±0/56 b	1/97±0/71 ac	1/82±0/72 b
	-18	1/67±0/90 b	1/77±0/84 bc	1/72±0/83 c

* هر مقدار در جدول، میانگین سه بار تکرار آزمایش انجام شده است.

** در هر ستون، مقادیر دارای حروف متفاوت، اختلاف معنی‌دار ($P\leq0/05$) با یکدیگر دارند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

جدول 4 ویژگی‌های حسی مخلوط سبزیجات پس از 180 روز به تفکیک دمای انجماد*

زمان انجماد (روز)	دمای انجماد (درجه سانتی‌گراد)	ویژگی		
		رتبه‌های رنگ	رتبه‌های طعم	رتبه‌های پذیرش کلی
180	-9	2/03±0/82 a**	2/16±0/82 a	2/03±0/82 a
	-12	2/34±0/58 b	1/92±0/75 a	2/34±0/58 ac
	-18	1/63±0/88 b	1/92±0/88 a	1/63±0/88 bc

* هر مقدار در جدول، میانگین سه بار تکرار آزمایش انجام شده است.

** در هر ستون، مقادیر دارای حروف متفاوت، اختلاف معنی‌دار ($P\leq0/05$) با یکدیگر دارند.

2-6- روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شد. به منظور تعیین تأثیر دمای انجماد، هنگامی که بین تیمارهای نگهداری شده در دماهای متفاوت در هر مرحله از ارزیابی حسی و همچنین به منظور تعیین تأثیر زمان انجماد، هنگامی که بین تیمارهای نگهداری شده در دماهای یکسان در زمان‌های متفاوت، با استفاده از آزمون ناپارامتری Kruskal-Walllis H، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید، برای مقایسه دو به دو تیمارها از آزمون Mann-Whitney U استفاده شد. سطح احتمال قابل پذیرش برای تمامی مقایسه‌ها 5% ($P\leq0/05$) در نظر گرفته شد[12].

3- یافته‌ها و بحث

3-1- ویژگی‌های میکروبی

تأثیر دمای انجماد و زمان نگهداری در شرایط انجماد مخلوط سبزیجات بر ویژگی‌های حسی سرخ‌شده آن در جدول‌های شماره 1 ارایه شده است و نشان می‌دهد که شمارش‌کلی میکروارگانیسم‌ها از حد مجاز بسیار کمتر و با آن فاصله بسیار قابل توجهی دارد. همچنین در تمامی تیمارهای تولیدی، تعداد کلی‌فرم، اشریشیاکلی، سالمونلا و تخم انگل مطابق با ویژگی‌های یک فراورده بهداشتی است[13و3] که می‌تواند به دلیل انجام فراوری و بسته‌بندی سبزی در شرایط بهداشتی[17-14] توام با تأثیر فرایند حرارتی سرخ‌کردن باشد.

3-2- تعیین بهترین دمای انجماد

3-2-1- تأثیر دمای انجماد پس از 120 روز

تأثیر دمای انجماد مخلوط سبزیجات در روز 120 بر ویژگی‌های حسی سرخ‌شدهٔ آن در جدول شماره 2 ارایه شده است و نشان می‌دهد که رنگ، طعم و پذیرش‌کلی از رتبه 1 در دمای 18^oC- به رتبه 3 در دمای 9^oC- تنزل می‌یابد. به طوری که این ویژگی‌ها در دماهای 18^oC- و 12^oC- با دمای 9^oC- اختلاف معنی‌داری دارند($P\leq0/05$).

3-2-2- تأثیر دمای انجماد پس از 150 روز

تأثیر دمای انجماد مخلوط سبزیجات در روز 150 بر ویژگی‌های حسی سرخ‌شدهٔ آن در جدول شماره 3 ارایه شده است و نشان می‌دهد که رنگ، طعم و پذیرش‌کلی از رتبه 1 در دمای 18^oC- به رتبه 3 در دمای 9^oC- تنزل می‌یابد. به طوری که رنگ در دمای 9^oC- با دماهای 18^oC- و 12^oC-، طعم در دمای 18^oC- با 9^oC- و پذیرش‌کلی در 3 دما با هم اختلاف معنی‌داری دارند($P\leq0/05$).

3-2-3- تأثیر دمای انجماد پس از 180 روز

تأثیر دمای انجماد مخلوط سبزیجات در روز 180 بر ویژگی‌های حسی سرخ‌شدهٔ آن در جدول شماره 4 ارایه شده است و نشان می‌دهد که رنگ و پذیرش‌کلی از رتبه 1 در دمای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

18^oC- به رتبه 3 در دمای 12^oC- تنزل می‌یابد. به طوری که رنگ در دمای 9^oC- با دماهای 18^oC- و 12^oC- و پذیرش کلی در دمای 9^oC- با دمای 18^oC- اختلاف معنی‌داری دارند($P\leq0/05$). طعم بدون وجود اختلاف معنی‌دار از رتبه 1 در دمای 12^oC- به رتبه 3 در دمای 9^oC- تنزل می‌یابد.

3-3- تعیین بهترین زمان نگهداری در شرایط انجماد

3-3-1- تأثیر زمان نگهداری در دمای 9- درجه سانتی‌گراد

تأثیر زمان نگهداری مخلوط سبزیجات در دمای 9^oC- ، به مدت 120، 150 و 180 روز بر ویژگی‌های حسی سرخ‌شده نشان داد که رتبه 1 تا رتبه 3 رنگ به ترتیب به روز 180، روز 120 و روز 150 اختصاص می‌یابد. به طوری که رنگ در روز 120 با رنگ در روزهای 150 و 180 اختلاف معنی‌داری دارد($P\leq0/05$)، اما رنگ در روزهای 150 و 180 با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. تیمارها از نظر طعم و پذیرش‌کلی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

3-3-2- تأثیر زمان نگهداری در دمای 12- درجه سانتی‌گراد

تأثیر زمان نگهداری مخلوط سبزیجات در دمای 12^oC- ، به مدت 120، 150 و 180 روز بر ویژگی‌های حسی سرخ‌شده نشان داد که از نظر هر یک از ویژگی‌های رنگ، طعم و پذیرش‌کلی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد.

3-3-3- تأثیر زمان نگهداری در دمای 18- درجه سانتی‌گراد

تأثیر زمان نگهداری مخلوط سبزیجات در دمای 18^oC- ، به مدت 120، 150 و 180 روز بر ویژگی‌های حسی سرخ شده نشان داد که از نظر هر یک از ویژگی‌های رنگ، طعم و پذیرش‌کلی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد.

تغییرات رنگ به علت واکنش‌های آنزیمی و آزادشدن اسیدهای آلی از بافت‌های تخریب‌شده است. کلروفیل که اصلی‌ترین رنگدانه در گیاهان سبز است بسیار مستعد تخریب‌شدن در حین فراوری[18] و در حین نگهداری در شرایط انجماد است[19]. افت رنگ به دلیل تبدیل کلروفیل به فئوفیتین[18و19] و فئوفورباید[18] منجر به تغییر رنگ از رنگ سبز روشن به رنگ زیتونی زرد یا زیتونی تیره است[19و20] که از طریق جایگزینی هیدروژن به جای منیزیوم کلروفیل رخ می‌دهد[21و22]. این تغییرات رنگ نهایتاً توسط مصرف‌کنندگان به عنوان کاهش کیفیت درک می‌شود[18].

فراوری سبزیجات به منظور تهیه سبزیجات آمادهٔ مصرف به از هم گسیختگی بافت و دیوارهٔ سلولی [18و23] همراه با افزایش فعالیت میکروبی و تنفسی و نهایتاً به کاهش ماندگاری[24-23] و اغلب به تغییر رنگ منجر می‌شود[18]. این اثرات با بکارگیری و کنترل دمای مناسب به حداقل می‌رسد[2].

در دمای پایین‌تر از 18^oC- رنگ پایدار است زیرا در این دما، ترکیبات فلز-کلروفیل از قبیل مس-کلروفیل و روی-کلروفیل، رنگ سبز روشن کلروفیل را حفظ می‌کنند[20].

یافته‌های این تحقیق با مطالعات انجام شده روی محصولات مشابه، مطابقت دارد[1و20].

4- نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که رنگ، طعم و پذیرش‌کلی مخلوط سبزیجات قورمه‌سبزی نگهداری‌شده در شرایط انجماد به مدت 6 ماه، تحت تأثیر زمان انجماد قرار نمی‌گیرد و طول مدت نگهداری، تأثیری بر این ویژگی‌های حسی ندارد بلکه تحت تأثیر دمای انجماد است.

5- تشکر و قدردانی

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از نتایج طرح تحقیقاتی مصوب انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور بدست آمد. از شرکت Samsung Electronics Co. و دفتر نمایندگی این شرکت در ایران (تهران) به سبب تأمین مالی تمامی هزینه‌ها و فراهم‌آوردن امکان انجام این تحقیق، صمیمانه قدردانی می‌شود.

6- منابـــع

[1] Sahari, M.A., Boostani, F.M., Hamidi, E.Z. 2004. Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. Food Chemistry. 86 (3): 357-363.

[2] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2006. Fresh leaf vegetables – Process and packaging – code of practice. National Standard 8695. 1st edition.

[3] Rosa, C., Sapata, M., Guerra, M.M. 2007. Chemical and sensory characteristics and microbiological safety of fresh finely

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

chopped parsley packed in modified atmosphere. Food Control. 18:1008-1012.

[4] ISO 874:1980 standard. Fresh fruits and vegetables sampling. Genèva, Switzerland: International Organization for Standardization.

[5] ISO 4833:2003 standard. Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Colony count technique at 30°C. In international standards microbiology of food and animal feeding stuffs. Genèva, Switzerland: International Organization for Standardization.

[6] ISO 4831:2006 standard. Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms - Most probable number technique. In international standards microbiology of food and animal feeding stuffs. Genèva, Switzerland: International Organization for Standardization.

[7] ISO 7251:2005 standard. Detection and enumeration of presumptive Escherichia coli - Most probable number technique. In international standards microbiology of food and animal feeding stuffs. Genèva, Switzerland: International Organization for Standardization.

[8] ISO 6579:1998 standard. Horizontal method for the detection of Salmonella. In international standards microbiology of food and animal feeding stuffs. Genèva, Switzerland: International Organization for Standardization.

[9] Food and Drug Control Laboratory. 2007. Method for the detection and enumeration of parasite - floatation technique (saturated salt water solution). Ministry of Health and Medical Education of Iran.

[10] Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E., Elias, L. G. 1989. Basic sensory methods for food evaluation. Ottowa: The International Development Research Center.

[11] Mohammadi, M., Oghabi, F., Seyed Ahmadian, F. 2006. Evaluation method of sensory characteristics of sausage. Iranian Journal of Food Science and Technology. 4(4): 9-18.

[12] Montgomery, D.C. 1997. Design and analysis of experiments. 4th ed. John Wiley & Sons. New York.

[13] Francis, G.A., O'Beirne, D. 1997. Effects of gas atmosphere, antimicrobial dip and temperature on the fate of Listeria innocua and Listeria monocytogenes on minimally processed lettuce. International Journal of food Science and Technology. 32: 141-151.

[14] FDA/CFSAN. 1998. Guidance for industry: guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables. U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN).

[15] CAC/RCP: 53: 2003 – Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables.

[16] Canadian food inspection agency: 2005 – Code of practice for minimally processed ready to eat vegetables.

[17] Gimenez, M., Olarte, C., Sanz, S., and etal. 2003. Relation between spoilage and microbiological quality in minimally processed artichoke packed with different films. Food Microbiology. 18: 423-429.

[18] Heaton, J.W., Lencki, R.W., Marangoni, A.G. 1996. Kinetic model for chlorophyll degradation in green tissue. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 44 (2): 399 -402.

[19] Martins, R.C., Silva, C.L.M. 2004. Frozen green beans (Phaseolus vulgaris, L.) quality profile evaluation during home storage. Journal of Food Engineering. 64 (4): 481-488.

[20] Gupte, S.M., El-Bisi, H.M., Francis, F.J. 1963. Kinetics of thermal degradation of chlorophyll in spinach puree. Journal of Food Science. 29: 379-382.

[21] Schwartz, S.J., Von Elbe, J.H. 1983. Kinetics of chlorophyll degradation to pyropheophytin in vegetables. Journal of Food Science. 48: 1303–1306.

[22] Heaton, J.W., Lencki, R.W. and Maragoni, A.G., 1996. Kinetic model for chlorophyll degradation in green tissue. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 44: 399–402.

[23] O'Beirn, D., Francis, G.A., Thomas, C. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. International Journal of food Science and Technology. 34: 1-22.

[24] Watada, A.E., Ko, N.P., Minott, D.A. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. Postharvest Biology and Technology. 9: 115-125.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

The impact of home freezing conditions on sensory characteristics of ready to use leafy vegetables

Mohammadi, M. [1], Seyed Ahmadian, F.[2], Koushki, M. R.[3*], Haji Seyed Javadi, N. [2]

1- Researcher, Dept. of Food Technology Research, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti Medical University
2- Dept. of Food Technology Research, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti Medical University
3- Assistant Prof., Dept. of Food Technology Research, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti Medical University

According to increasing trend of the consumption of ready to use leafy vegetables, mainly impact of freezing on sensory attributes of the vegetables and necessity of determination of the best conditions for frozen storage of leafy vegetables, this research carried out for determination of the best frozen storage time and temperature of *Allium ampeloprasum*, *Lepidium sativum* and *Stureia hortensis* mixtures.

This study was done at first for storage of ready to use and comminuted leafy vegetables entitled Ghormeh Sabzi mixture in -9, -12 and -18°C as well as 120, 150 and 180 days by explorer method. At second for frying of vegetables of Ghormeh Sabzi and comparison of sensory attributes of freezed vegetables at each month by experimental method. Sensory attributes all treatments containing color, taste and acceptability were evaluated and compared statistically.

The results of freezing temperature in 3 times indicate that color in -18°C is the first rank ($P \leq 0.05$). Flavour has the first rank in -18°C in 120 and 150 days but flavour in 180 days in -12°C is the first rank without significant difference with -9°C and -18°C. Furthermore, acceptability in -18°C in 3 times is the first rank. The results of freezing time during 3 temperatures indicate that color, flavour and acceptability are not significantly different.

The research results indicate that sensory attributes of the vegetables during 180 days frozen storage is affected by freezing temperature mainly rather than freezing time.

Keywords: Sensory Evaluation, Leafy Vegetables, Freezing, Frozen Storage.

*Corresponding author E-mail address: mr_koushki@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

بررسی رابطه بین مقدار و خصوصیات رئولوژیکی گلوتنین ماکروپلیمر (GMP) با خواص نانوایی گندم

مهدیه قمری[1]، سیدهادی پیغمبردوست[2]*

1- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان
2- عضو هیأت علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
تاریخ دریافت: 88/2/10 **تاریخ پذیرش:**88/5/27

چکیده

جزء پلیمری با وزن ملکلولی بالای پروتئین گلوتن گندم به نام گلوتنین ماکروپلیمر (GMP)[2] همبستگی زیادی با ویژگی های نانوایی آرد گندم از جمله حجم نان دارد. در تحقیق حاضر گلوتنین ماکروپلیمر از آرد ارقام مختلف گندمهای ایرانی با خواص نـانوایی متفـاوت استخراج شد. همبستگی بین وزن مرطوب و نیز خصوصیات رئولوژیکی (در دامنه تغییر شکل کوچک) ژل پروتئینـی GMP بـا کیفیـت نانوایی گندم (حجم و ارتفاع نان) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده همبستگی معنی داری بین مقدار ژل و حجم و ارتفاع نان نشان دادند. اما نتایج آزمون های رئومتری نوسانی (مدول الاستیک یا ذخیره و تانژانت دلتا یا اتلاف) همبستگی مطلوبی با خواص نانوایی نشان نداد. در نتیجه بر خلاف وزن مرطوب ژل GMP که به عنوان معیاری مؤثر در ارزیابی و پیش بینی خواص نانوایی به شمار می رود، نتایج آزمونهای رئولوژیکی در دامنه کوچک نمی تواند به عنوان معیار قابل قبول در این زمینه باشد.

کلید واژه گان: گلوتنین ماکرو پلیمر **(GMP)**، رئولوژی، گندم، نان، کیفیت

1- مقدمه

نان غذای اصلی آحاد جامعه بوده و در اشکال گوناگون به عنوان کالای اساسی و استراتژیک در سبد غذایی مردم محسوب می‌شود. مطالعات زیادی در مورد بهبود کیفیت نان در دنیا و نیز در ایران انجام گرفته و یا در حال انجام می باشد. یکی از معیارهای متداول برای ارزیابی کیفیت نان، اندازه گیری حجم نان می باشد که در مورد نانهای حجیم کاربرد دارد. اما این روش ارزیابی از یک طرف تا حدود زیادی وابسته به روش تهیه پخت نان بوده (در آزمایشگاههای مختلف از روشهای متفاوتی برای پخت نان استفاده می شود) و از طرف دیگر نیاز به مقادیر کافی گندم و آرد دارد تا تکرار های مناسبی برای حصول اطمینان از نتیجه به کار گرفته شود. مسئله اخیر در مواردی که دسترسی به مقادیر کافی گندم جهت پخت نان وجود ندارد، مشکل ساز می باشد. به عنوان مثال در مطالعات ژنتیکی اصلاح گندم معمولا مقدار دانه های گندم تکافوی مقدار مورد نیاز برای پخت و ارزیابی کیفیت نانوایی آنها را نمی کند. لذا وجود روش سریعی که بتواند کیفیت محصول نهایی (نان)را از طریق ارزیابی نمونه های محدود گندم پیش بینی کند ضروری بنظر می رسد.

مطالعات انجام گرفته در منابع علمی اندازه گیری خواص کمی و کیفی رسوب (ژل)پروتئین های گلوتنین پلیمری (GMP) در محلول سولفات دودسیل سدیم (SDS) را به عنوان روش نوینی برای پیش گویی خواص کیفی گندم، خمیرو نان مطرح نموده اند [1-5]. پژوهشگران مختلفی به اهمیت تعیین مقداروترکیب لایه

* مسئول مکاتبات: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

1. Glutenin macro-polymer

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

ژل GMP جداشده برای کاربردهای ارزیابی کیفیت نان پرداخته اند [2, 6-9]. تعدادی از این محققان نشان دادند که بین مقدار و ترکیبات "زیرواحدهای گلوتنین با وزن ملکولی بالا"[1] (HMWGS) و خصوصیات خمیر و کیفیت نانوایی رابطه مستقیم وجود دارد [10-13]. همچنین همبستگی و رابطه بین سفتی لایه ژل یا مدول الاستیک خمیر('G) در آزمایشات رئومتری نوسانی با کیفیت نانوایی گندم معلوم گردید. *بکرز و همکاران*[2] (2000) نشان دادند که همبستگی مثبت و قوی بین زمان توسعه خمیر و مدول الاستیک ژل GMP جدا شده از آرد وجود دارد [14]. *دُن*[3] *و همکاران* (2003) با مشاهده ذرات گلوتنین جدا شده از ژل GMP گزارش نمودند که اندازه این ذرات رابطه مستقیم با خصوصیات خمیر دارد، طوریکه هرچه اندازه ذرات گلوتنین در ژل بزرگتر باشد خمیر مدت زمان بیشتری برای مخلوط کردن لازم دارد. در واقع با استناد به اندازه اولیه این ذرات در آرد گندم زمان مخلوط کردن بهینه و خواص رئولوژیکی خمیر تعیین می گردد [1]. با نگرشی اجمالی نسبت به تحقیقات انجام گرفته معلوم می گردد که اکثر نتایج منتشر شده رابطه قوی و تعیین کننده ای بین گلوتنین های با وزن مولکولی بالا و خواص نانوایی گندم ها ارائه می دهند [1-4, 11].

براساس اطلاعات موجود، تاکنون در ایران تحقیقی در زمینه استفاده از این روش برای طبقه بندی کیفی ارقام گندم انجام نگرفته است. در روش استفاده از ژل GMP می توان با داشتن مقدار کم (چند گرم) نمونه گندم نسبت به استخراج پروتئینهای با وزن ملکولی بالا از طریق رسوب ژل پروتئینی و ارزیابی کمی و کیفی آن اقدام کرد که اطلاعات دقیقی در مورد خواص کیفی خمیر و نان ارائه می کند. لذا هدف این پژوهش بررسی امکان استفاده از مقدار و خواص رئولوژیکی ژل پروتئینی GMP برای پیش بینی خواص نانوایی 13 رقم از گندمهای ایرانی با کیفیت نانوایی متفاوت می باشد.

2- مواد و روش ها

2-1- واریته های گندم

نمونه های گندم شامل 13 رقم با کیفیت نانوایی مختلف از گندمهای ایرانی (کشت شده در سال 1386در کشور) که با مساعدت مرکز اصلاح بذر وزارت کشاورزی (کرج) تهیه گردید. ارقام مورد آزمون عبارت بودند از: ارقام با کیفیت نانوائی ضعیف (سرداری، الموت، شیرودی، دز)، ارقام با کیفیت نانوائی متوسط (هامون، آذر2، مرودشت، داراب2) و ارقام با کیفیت نانوائی قوی (زرین، بزوستایا، انیبا، پیشتاز، تجن).

2-2- تهیه آرد از گندم

نمونه های گندم پس از انتخاب توسط آسیاب آزمایشگاهی بولر تا درصد استخراج 75% آسیاب شدند (روش AACC 26-30 A) [15].

2-3- آزمون فارینوگراف

ویژگیهای فارینوگرافی آردهای مورد آزمون براساس روش AACC به شماره 21-54 [15] و با استفاده از مخلوط کن 300 گرمی فارینوگراف (ساخت شرکت برابندر ، آلمان) انجام شد. در این آزمون شاخص های درصد جذب آب، مدت زمان توسعه، میزان ثبات (مقاومت) خمیر و عدد کیفی فارینوگراف بدست آمدند. درصد جذب آب نمونه های آرد برای انجام آزمون پخت مورد نیاز بودند. مدت زمان بهینه مخلوط کردن (زمان توسعه خمیر) بدست آمده از آزمون فارینوگراف نیز برای تهیه خمیر جهت پخت نان لازم بودند. همچنین از روی اعداد بدست آمده برای شاخص ثبات یا مقاومت خمیر در برابر مخلوط شدن می توان کیفیت رئولوژیکی خمیر و آرد را مورد ارزیابی قرار داد. در مدلهای قدیمی فارینوگراف که منحنی حاصله روی کاغذ ترسیم می گردد، با استفاده از خط کش مخصوص برابندر، عددی بنام ارزش والوریمتری از منحنی فارینوگرام استخراج می گردد که برآیندی از کلیه شاخص های فارینوگرام می باشد [16]. امروزه با پیشرفت دستگاه و ارائه مدل های الکترونیکی دستگاه توسط شرکت برابندر، کلیه محاسبات با استفاده از نرم افزار فارینوگراف انجام می گردد. در این

1. High Molecular Weight Glutenin Subunits
2. Bekkers et al., 2000
3. Don et al., 2003

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

مدلها معیاری جدید بنام عدد کیفی فارینوگراف (FQN[1]) ارائه شده است که مشابه عدد والوریمتری در مدل های قدیمی می باشد. برآیند مجموعه مؤلفه های فارینوگرافی در عدد کیفی فراینوگراف ظاهر می گردد که از روی این عدد می توان به ارزیابی کلی کیفیت نمونه های آرد پرداخت.

2-4- اندازه گیری مقدار پروتئین کل

مقدار پروتئین کل نمونه های آرد توسط دستگاه NIR با روش ارائه شده توسط ویلیامز[2] (1993) [17] اندازه گیری گردید. دستگاه NIR در اندازه گیری پروتئین قبل از استفاده با روش متداول کجلدال کالیبره گردید.

2-5- استخراج GMP

برای انجام این آزمون از روش *خراولند*[3] (1980) [6] با اعمال اصلاحاتی به شرح ذیل استفاده شد. مقدار 0,1گرم نمونه آرد به اضافه 1/4 میلی لیتر محلول SDS 1/5% در میکروتیوپ 1/5 میلی لیتری پلاستیکی ریخته شد. این تیوپ ها باید از لحاظ استحکام قوی بوده تا در دور بالای مورد استفاده در سانتریفوژ نشکنند، لذا از میکروتیوپ های خارجی (ساخت آلمان) استفاده گردید. ابتدا 0/7 میلی لیتر محلول SDS در میکروتیوپ ریخته شده ،سپس آرد و بقیه محلول اضافه گردید. این کار جلوی کلوخه شدن و چسبیدن نمونه به جداره ها را می گیرد. سپس با استفاده از مخلوط کن ورتکس در شدت بالا ذرات آرد در محلول بخوبی پراکنده گردید. میکروتیوپ ها در دستگاه سانترفیوژ (Beckman Avanti 30) ساخت کشور آمریکا، به مدت 55 دقیقه در دمای 20 درجه سانتیگراد تحت شتاب 40000 g× (دور 21150 rpm) سانتریفوژ شدند. بعد از سانتریفوژ کردن سوسپانسیون آرد، محصول بدست آمده به صورت سه لایه به ترتیب (از بالا به پائین) مایع فوقانی[4] (حاوی پروتئینهای محلول در SDS)، ژل GMP (پروتئینهای گلوتنین ماکروپلیمری با وزن ملکلولی بالا) و ذرات نشاسته بدست آمد (شکل 1).

شکل 1 لایه های جداشده از آرد گندم بعد از فرآیند اولتراسانتریفوگاسیون در حضور سدیم دودسیل سولفات. ژل GMP به صورت یک لایه ضخیم در آردهای قوی جدا می شود.

2-6- اندازه گیری وزن مرطوب ژل پروتئینی

بعد از اتمام سانتریفوژ کردن، مایع فوقانی به آهستگی جدا شده و دور ریخته شد. لایه ژل GMP به دقت (بدون بقایای نشاسته) برداشته شده و به ظرف اندازه گیری درپوش دار قبلاً توزین شده منتقل گردید. توزین نمونه با ترازوی با دقت 0/001 (شرکت Sartorius) انجام گردید و به صورت گرم وزن مرطوب ژل به ازاء 100 گرم ماده خشک نمونه آرد بیان گردید

2-7- اندازه گیری های رئولوژیکی

اندازه گیری مدول الاستیک یا ذخیره (G')، مدول اتلاف (G'') و تانژانت دلتا (اتلاف) ژل پروتئینی بدست آمده به روش دُن و همکاران (2003) [1] با اندکی تغییرات به شرح ذیل انجام گرفت. برای این منظور مقدار دقیق یک گرم از ژل خالص به دستگاه رئومتر نوسانی مدل UDS 200 ساخت شرکت Anton Paar Physica دارای دو صفحه موازی به قطر 23 میلی متر و فاصله یک میلی متر منتقل شده و آزمون روبش کرنش (strain sweep) در محدوده 1 الی 100% در دمای

1. Farinograph Quality Number
2. Williams
3. Graveland, 1980
4. Supernatant

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

محیط (26-28 درجه سانتیگراد) انجام گردید. از جمله کاربرد های آزمون روبش کرنش تعیین محدوده ویسکوالاستیک خطی و تشخیص ژل های قوی از ضعیف می باشد. 'G معرف خواص الاستیک (جامد بودن ژل)، "G بیانگر خواص ویسکوز (مایع بودن) ژل و تانژانت دلتا برابر است با نسبت"G به 'G (نسبت ویسکوزیته به الاستیسیته) و معیاری از نسبت رفتار می باشد. بدین ترتیب که ارقامی با میزان تانژانت دلتای کمتر از 45 درجه، بیشتر رفتار الاستیک و تانژانت دلتای بیشتر از 45 درجه، رفتار ویسکوز را دارا می باشند [1].

2-8- پخت نان

برای پخت نان حجیم از روش پخت نان در مقیاس کوچک استفاده گردید. برای تهیه خمیر از یک مخلوط کن خانگی اسپیرال 2 کیلوگرمی Clatronic مدل KM3067 استفاده شد. مقدار آب مورد نیاز با توجه به درصد جذب آب فارینوگرافی هر آرد مطابق جدول 2 افزوده شد. برای تهیه خمیر از 2% مخمّر نانوایی (ساخت شرکت فریمان مشهد)، 2% نمک طعام تصفیه شده بدون ید (تهیه شده از بازار محلی) و 0/3% بهبود دهنده نانوایی (ساخت شرکت ایکاپلاس ترکیه) استفاده شد. مدت زمان مخلوط کردن خمیر برای هر آرد، زمان توسعه خمیر از روی داده های فارینوگراف (جدول 1) انتخاب گردید. بعد از سپری شدن دوره های تخمیر اولیه و نهایی، پخت نان از 20 گرم خمیر در قالب های کوچک به ابعاد 30×30×40 میلی متر انجام گرفت. برای پخت نان از دستگاه فر پخت نان کارگاهی مجهز به محفظه های جداگانه تخمیر و پخت با قابلیت تزریق بخار فشرده (ساخت شرکت Voss آلمان) استفاده شد. مراحل فرآیند تخمیر و پخت نان حجیم کوچک به طور خلاصه به صورت زیر می باشد:

مخلوط کردن مواد اولیه - تخمیر اولیه (30 دقیقه،30 درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی 75%) - چانه گیری، ورز دادن، رول کردن و قرار دادن در قالب - تخمیر نهایی(60 دقیقه، 30 درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی 80%) - پخت (30 دقیقه، دمای 170 درجه سانتیگراد) – خنک کردن

2-9- اندازه گیری حجم و ارتفاع نان

جهت اندازه گیری حجم از روش حجم سنجی جابجایی دانه کلزا استفاده گردید [18]. پس از انجام برش طولی قرص نان ارتفاع آن با خط کش اندازه گیری گردید.

2-10- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون ها در 3 تکرار انجام شد. همبستگی بین شاخص های کیفی مورد ارزیابی با روش همبستگی پیرسون و در سطح احتمال آماری 99% توسط نرم افزار SPSS انجام شد.

3- نتایج و بحث

3-1- نتایج آزمون فارینوگراف

نتایج آزمون فارینوگراف برای آرد های مورد استفاده در این تحقیق در جدول 1 نشان داده شده است.

همانطور که از جدول فوق ملاحظه می شود اعداد مربوط به شاخص های زمان توسعه، مقاومت خمیر و عدد کیفی فارینوگراف برای آردهای ارقام قوی (بزوستایا، اینیا، پیشتاز و تجن) بیشتر از مقادیر آنها در مورد آردهای ارقام ضعیف (الموت، سرداری، شیرودی) می باشد. از این میان واریته بزوستایا با بیشترین میانگین عدد کیفی فارینوگراف (124 میلی متر) و بیشترین مقاومت در برابر مخلوط شدن (10 دقیقه) و در نقطه مقابل واریته الموت با کمترین میانگین عدد کیفی فارینوگراف (23/5 میلی متر) و کمترین مقاومت (1/3 دقیقه) جزو واریته های شاخص در دو دسته به ترتیب قوی و ضعیف بودند. مقایسه اعداد کیفی به دست آمده از آزمون فارینوگراف نشان داد که ارقام بزوستایا، اینیا، پیشتاز و تجن قویتر از ارقام الموت، سرداری و شیرودی می باشند. نتایج آزمون فارینوگراف همچنین مقدار آب لازم برای تهیه خمیر و نیز مدت زمان بهینه مخلوط کردن هر آرد در تهیه خمیر برای پخت نان از آرد های مورد آزمون را مشخص نمود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

جدول 1 خصوصیات فارینوگرافی آردهای مورد آزمون*

ارقام گندم		جذب آب (%)		زمان توسعه خمیر (min)		ثبات (مقاومت) خمیر (min)		عدد کیفی فارینوگراف (mm)	
		میانگین	SD[1]	میانگین	SD	میانگین	SD	میانگین	SD
ضعیف	سرداری	63/0	2/0	3/5	0/4	2/5	0	52/0	11/0
	الموت	63/1	1/5	2/0	0	1/3	0/2	23/5	0/5
	شیرودی	63/5	1/4	3/0	0/4	3/0	1/5	43/3	9/2
	دز	65/8	1/9	3/0	0	3/3	0/7	46/5	10/5
	هامون	67/4	2/4	4/0	0/3	4/0	1/6	85/5	28/5
متوسط	آذر2	63/6	0/2	2/3	0/1	2/3	0/5	85/5	28/5
	مرودشت	66/4	1/1	3/0	0	3/5	1/1	44/3	4/2
	داراب2	67/9	1/5	5/0	0/1	6/5	0/6	72/0	9/0
	زرین	66/7	1/2	4/8	0/3	5/5	1/0	70/0	4/0
	بزوستایا	68/9	1/2	6/0	0/6	10/0	3/6	124/0	30/0
قوی	انیبا	61/4	0/6	5/3	0/3	7/0	0/5	71/7	1/5
	پیشتاز	68/4	1/2	5/5	0	8/3	3/2	91/5	7/5
	تجن	61/7	1/3	5/3	0/3	10/5	1/1	105/7	11/7

* داده های مربوط به ستون میانگین حاصل سه تکرار می باشند.

جدول 2 نتایج اندازه گیری مقدار کل پروتئین و وزن مرطوب ژل GMP در آرد های مورد آزمون*

ارقام گندم		درصد پروتئین (بر اساس ماده خشک)		وزن مرطوب ژل GMP (گرم به ازاء 100 گرم وزن خشک آرد)	
		میانگین	معنی دار بودن میانگین ها**	میانگین	معنی دار بودن میانگین ها**
ضعیف	سرداری	12/2	de	146	de
	الموت	11/9	g	128	e
	شیرودی	11/6	cd	163	cde
	دز	12/4	cde	168	cd
	هامون	11/4	fg	132	de
متوسط	آذر2	12/5	ab	141	de
	مرودشت	12/4	bc	157	cde
	داراب2	12/5	a	234	a
	زرین	12/6	e	212	ab
	بزوستایا	11/5	ab	219	ab
قوی	انیبا	11/7	a	232	a
	پیشتاز	12/2	fg	164	cde
	تجن	12/2	f	186	bc

* داده های جدول میانگین سه تکرار می باشند.

1. Standard deviation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

3-2- نتایج اندازه گیری پروتئین

جدول 2 نتایج اندازه گیری پروتئین در آرد های مورد آزمون را نشان می دهد. دسته بندی کیفی که از روی اعداد کیفی فارینوگراف در مورد ارقام گندم به دست آمد در نتایج آزمون اندازه گیری مقدار پروتئین به چشم نمی خورد. به عبارت دیگر تغییرات مقدار پروتئین در واریته های مورد آزمون به صورت پراکنده بوده و از روند خاصی پیروی نمی کند. علت این امر مربوط به این است که مقدار پروتئین شاخص خوبی برای تفکیک گندم بر اساس قوت یا ضعف آنها نمی باشد. ارقامی هستند که با وجود داشتن مقدار پروتئین کم، کیفیت خوب دارند و برعکس ارقامی با داشتن مقدار پروتئین بالا جزو دسته ضعیف می باشند. به عبارت دیگر نمی توان از روی مقدار پروتئین گندم کیفیت نانوایی آن را مورد ارزیابی قرار داد. محققین دیگر نیز در یافته های خود به نتایج مشابه رسیده اند [2, 4, 19].

3-3- نتایج آزمون ژل گلوتنین ماکروپلیمر (GMP)

3-3-1- وزن مرطوب ژل GMP

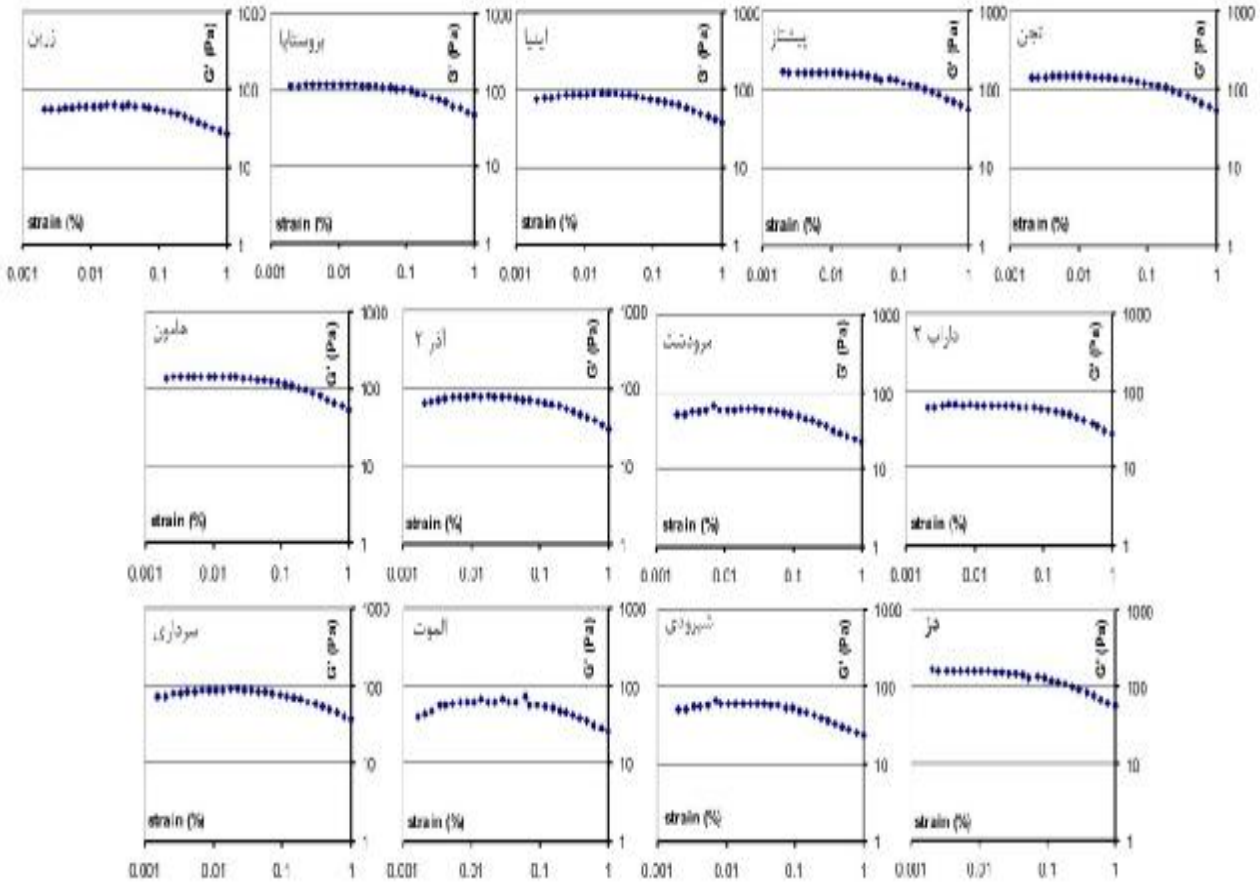
پس از استخراج ژل GMP، وزن مرطوب ژل تمامی ارقام اندازه گیری شد. نتایج حاصل از اندازه گیری وزن مرطوب ژل GMP در جدول 2 آمده است. رقم الموت با میانگین وزن 128 گرم کمترین و رقم داراب 2 با میانگین وزن 234 گرم بیشترین وزن مرطوب ژل را دارا بودند. از لحاظ آماری ارقام دارارب 2، اینیا و بزوستایا و زرین اختلاف معنی داری در سطح 5 درصد نشان نداده و بیشترین مقدار وزن مرطوب ژل را به خود اختصاص دادند.

3-3-2- آزمون رئومتری نوسانی

در این مطالعه مؤلفه های رئولوژیکی مدول الاستیک یا ذخیره ('G)، مدول اتلاف یا افت ("G) و تانژانت دلتا (اتلاف) برای ژل های GMP استخراج شده از ارقام مختلف گندم مورد آزمون بدست آمد. شکل 2 منحنی های مدول الاستیک یا ذخیره بازاء درصد کرنش و شکل 3 منحنی های تانژانت دلتا بازاء درصد کرنش برای آردهای مورد آزمون نشان می دهد. در هر دو شکل در ردیفهای بالا نتایج مربوط به ارقام قوی، ردیفهای وسط ارقام متوسط و در ردیفهای پائین نتایج مربوط به ارقام ضعیف نشان داده شده است. همانطور که از شکل 2 ملاحظه می شود تقریباً در ارقام قوی باستثناء زرین و اینیا، بخش خطی منحنی مدول الاستیک ژل GMP اعداد بالایی نشان می دهد که بیانگر سفت بودن ژل مربوطه می باشد. در منابع علمی ذکر گردیده است که هرچه مدول الاستیک ژل بالا باشد گندم مورد آزمون قویتر و خواص نانوایی آن بهتر خواهد بود [1, 14, 20]. البته در مورد ارقام قوی زرین و اینیا که نتایج آزمون فارینوگراف و مقدار ژل GMP قوت آنها را تأیید کرده بود توجیه منطقی برای پائین بودن مقدار مدول الاستیک یا ذخیره آنها در این آزمون وجود ندارد. همینطور این مطلب برای دسته متوسط و ضعیف نیز صادق است که در بین آنها واریته هایی (مانند دز و هامون) وجود دارد که ناحیه خطی در منحنی مدول الاستیک ژل GMP استخراج شده از آنها اعداد بالایی نشان می دهد که دلالت بر سفت بودن ژل دارد. در حالت کلی ارتباط و همبستگی مشخصی بین سفتی ژل (مدول الاستیک) قوی بودن واریته گندم در نتایج ما دیده نمی شود. این نتایج با گزارشهای موجود در منابع علمی فوق الذکر [1, 14, 20] مطابقت ندارد.

همانطور که در شکل 3 نشان داده شده است ناحیه خطی منحنی تانژانت اتلاف ژل GMP در مورد ارقام قوی (مانند بزوستایا، تجن و پیشتاز) پائین تر از مقدار آن در ژل مربوط به ارقام ضعیف (الموت، شیرودی) می باشد. پائین بودن عدد تانژانت دلتا بیانگر سفتی ژل و الاستیک بودن آن می باشد. البته همانطور که در این شکل آمده است این روند برای تمامی واریته ها صادق نمی باشد و ارقامی مانند دز با وجود ضعیف بودن رفتار الاستیک و ارقامی چون زرین با وجود قوی بودن رفتار ویسکوز در این آزمون نشان داده اند. البته میزان پراکندگی و عدم تطابق در این آزمون نسبت به آزمون اندازه گیری مدول الاستیک (شکل 2) کمتر است. این امر به دلیل آنست که در محاسبه تانژانت اتلاف، دو مؤلفه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]



شکل 2 منحنی های مدول الاستیک (G') بازاء درصد کرنش برای ژل GMP استخراج شده از آردهای مورد آزمون (ردیف بالا: ارقام قوی، ردیف وسط: ارقام متوسط، ردیف پائین: ارقام ضعیف).

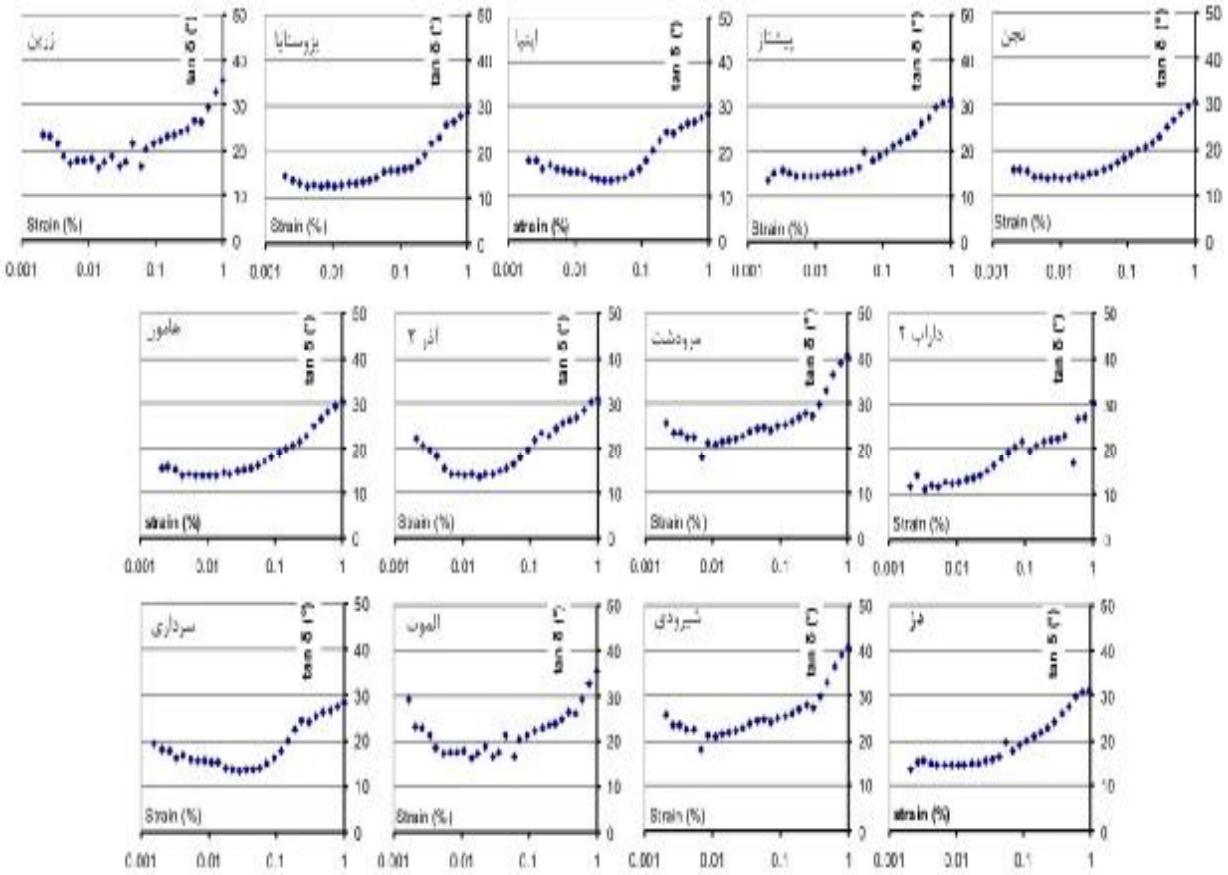
جدول 3 نتایج اندازه گیری ارتفاع و حجم نان برای ارقام گندم مورد مطالعه*

نام رقم گندم	ضعیف				متوسط					قوی				
	سرداری	الموت	شیرودی	دز	هامون	آذر2	مروشت	داراب2	زرین	بزوستایا	اینیا	پیشتاز	تجن
ارتفاع نان (سانتیمتر)	3/8	3/6	4/2	3/8	3/5	3/7	38/8	4/3	4/6	5/6	5/5	4/3	4/7
معنی دار بودن میانگین ها **	fg	gh	e	f	h	fg	f	cd	bc	a	a	de	b
حجم نان (میلی لیتر)	57/5	55/0	73/7	60/0	50/0	67/7	56/0	64/3	79/7	90/7	90/7	66/7	77/5
معنی دار بودن میانگین ها **	ef	f	c	e	g	d	ef	d	b	a	a	d	bc

* اعداد جدول برای فاکتورهای مورد اندازه گیری میانگین سه تکرار می باشند.

** در سطح 5% آماری با آزمون توکی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]



شکل 3 منحنی های تانژانت دلتا بازاء درصد کرنش برای ژل GMP استخراج شده از آردهای مورد آزمون (ردیف بالا: ارقام قوی، ردیف وسط: ارقام

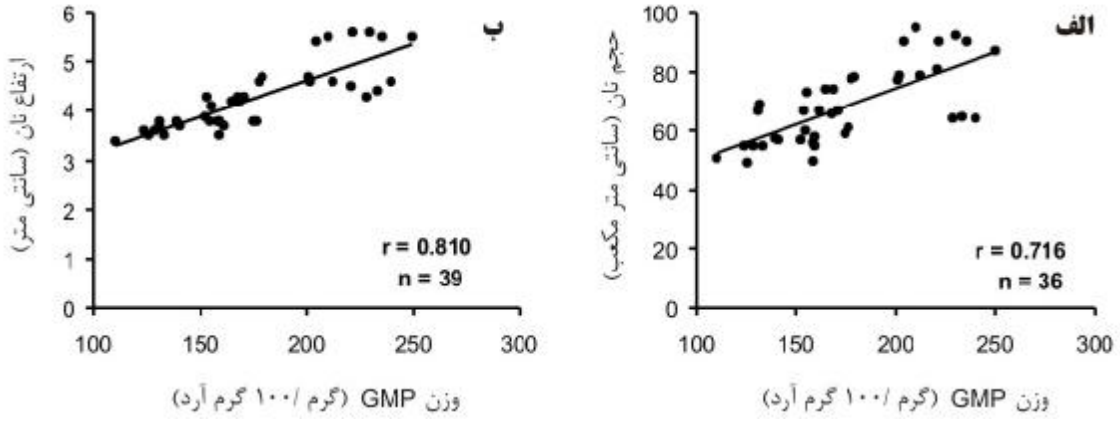
مدول الاستیک و مدول ویسکوز دخالت دارند و این پارامتر برآیندی از دو مؤلفه یاد شده می باشد. به منظور بررسی دقیق تر ارتباط بین خواص رئولوژیکی نوسانی ژل GMP با کیفیت نانوایی از آزمون رگرسیون استفاده گردید که نتایج آن در بخش 3-5-1 نشان داده شده است.

3-4- نتایج آزمون پخت نان

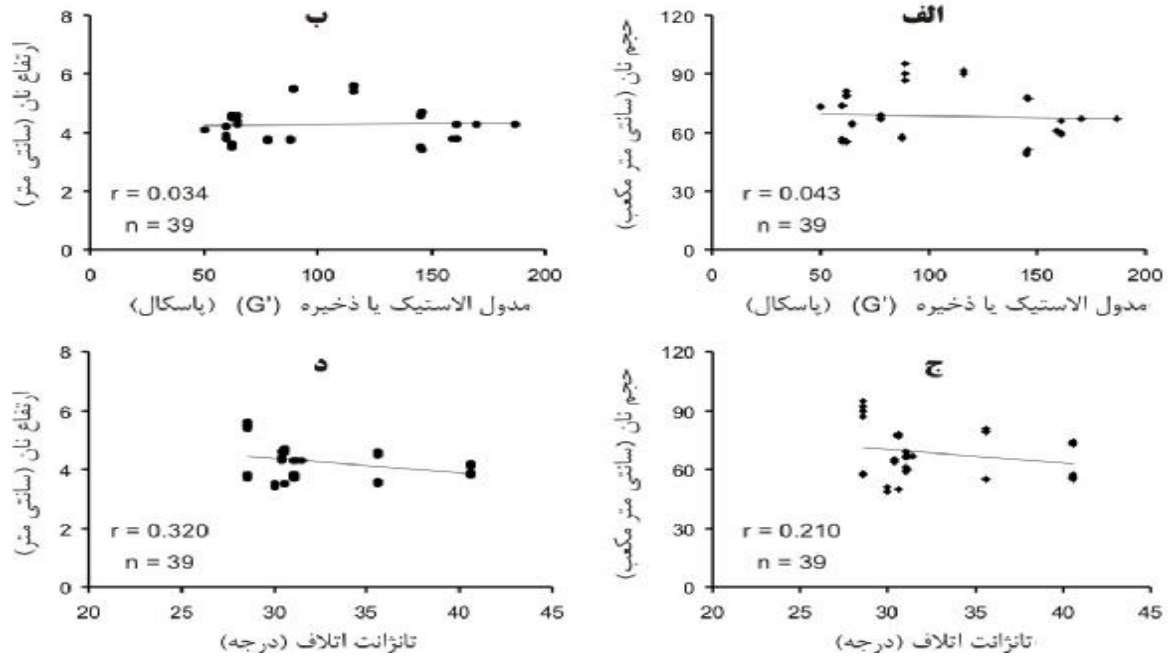
خواص نانوایی گندم های مورد آزمون در شکل 4 و جدول 3 نشان داده شده است. شکل 4 مقایسه کلی بین شکل و ویژگیهای فیزیکی (خلل فرج بافت داخلی) نان حاصل از گندم های مورد آزمون را ارائه می دهد. در این شکل واریته های قوی چون بزوستایا و اینیا و نیز تجن قرص های نان بزرگتری نسبت به واریته های ضعیف همچون الموت، دز و سرداری نشان می دهند. همچنین ساختار داخلی مغز نان در واریته های ضعیف، زبر و دارای حفره های بزرگ می باشد درحالی که در واریته های قوی بافت داخلی نان همگن و خلل و فرج آن ریز و یکنواخت می باشد. نتایج عددی مربوط به اندازه گیری حجم و ارتفاع نان در جدول 3 آمده است. در این جدول نیز واریته های قوی ارتفاع قرص بیشتری نسبت به واریته های متوسط و ضعیف نشان دادند. البته داده های حجم نان در مورد برخی واریته ها اختلاف معنی داری با هم نشان نداد و نوعی هم پوشانی بین برخی از واریته های متوسط و قوی وجود داشت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

شکل 4 مقایسه کلی ارتفاع و کیفیت بافت داخلی نان های حاصل از واریته های گندم مورد آزمون



شکل 5 نمودار های همبستگی بین وزن مرطوب ژل گلوتنین ماکروپلیمر با حجم نان (الف) و ارتفاع نان (ب)



شکل6 نمودار های همبستگی بین مدول الاستیک با حجم نان (الف)، مدول الاستیک با ارتفاع نان (ب)، تانژانت اتلاف با حجم نان (ج) و تانژانت اتلاف با ارتفاع نان (د)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

3-5- همبستگی بین فاکتورهای کیفی اندازه گیری شده

3-5-1- همبستگی بین وزن مرطوب ژل GMP با حجم و ارتفاع نان

شکل 5 نمودار همبستگی بین وزن مرطوب ژل GMP با حجم و ارتفاع نان را نشان می دهد. در این مطالعه ضریب همبستگی میان وزن مرطوب ژل و حجم و ارتفاع نان به ترتیب 0/716 و 0/810 به دست آمد. جزء پلیمری پروتئین گلوتنین گندم مهمترین جزء در ایجاد شبکه گلوتنی در ساختار نان بوده و ارتباط مستقیم با کیفیت نانوایی ارقام گندم دارد. نتایج ارائه شده در شکل 5 نیز مؤید این مطلب بوده و همراستا با نتایج تحقیقات پژوهشگران دیگر می باشد که همبستگی خوبی بین فاکتورهای نانوائی و وزن مرطوب ژل GMP گزارش کرده اند [4, 5, 11, 12]. از این نتایج می توان استنباط نمود که وزن مرطوب ژل GMP به عنوان روش پیشگویی کننده خوبی برای ارزیابی کیفیت نان به شمار می رود.

3-5-1- همبستگی بین مؤلفه های رئومتری نوسانی (مدول الاستیک و تانژانت اتلاف) ژل GMP با حجم و ارتفاع نان

شکل 6 نمودارهای همبستگی بین خواص رئولوژیکی ژل GMP با حجم و ارتفاع نان را نشان می دهد. رابطه بین مدول الاستیک با حجم نان در شکل الف و با ارتفاع نان در شکل ب نشان داده شده است. در هر دو مورد ضریب همبستگی محاسبه شده بسیار پائین و غیر معنی دار می باشد. با وجود اینکه رابطه بین وزن مرطوب ژل GMP با خواص نانوایی (حجم و ارتفاع نان) معنی دار می باشد (شکل 5) اما بین خواص رئولوژیکی نوسانی (تغییر شکل در مقیاس کوچک[1]) ژل GMP با حجم و ارتفاع نان ارتباط معنی داری دیده نشد. در شکل های 6-ج و 6-د به ترتیب رابطه بین تانژانت اتلاف با حجم نان و تانژانت اتلاف با ارتفاع نان نشان داده شده است. در هر دو مورد همبستگی به دست آمده نسبتاً مطلوب می باشد.

علت وجود همبستگی ضعیف بین خواص رئومتری ژل GMP با خواص نانوائی احتمالاً مربوط به این امر می باشد که دامنه تغییر شکل در آزمون رئومتری نوسانی در حد بسیار کم بوده و نمی تواند با تغییر شکلهای موجود در مراحل تخمیر و پخت نان که منجر به تغییرات عمده در شبکه گلوتنی شده و باعث افزایش حجم قرص نان می گردد برابری کند. در منابع علمی نیز به این امر اشاره شده است که حداکثر تنش برشی در اندازه گیری های رئومتری نوسانی به عدد 1 کیلوپاسکال می رسد در حالیکه دامنه تغییر شکل ها در فرآیندهای تخمیر و پخت نان از این حد بسیار بالاتر می باشد. تحقیقات متعددی نشان داده اند که این جزء گلوتن آرد است که در رفتار رئولوژیکی خمیر در مقیاس بزرگ نقش دارد [21-24].

بر اساس نتایج منتشر شده توسط *سفری اردی و فان تین*[2] (1998) [25] آزمون های رئولوژیکی با دامنه کوچک نمی توانند جهت توضیح رفتار رئولوژیکی خمیر در فرآیندهای تخمیر و پخت مورد استفاده قرار گیرند چراکه در این فرآیندها رفتار رئولوژیکی خمیر بسیار غیرخطی می باشد. بعلاوه گزارش شده که برهم کنش های پروتئین-پروتئین در خمیر در طی کرنش های کوچک به وسیله برهم کنش های نشاسته-نشاسته و نشاسته- پروتئین پوشیده می‌شود [26]. از اینرو آزمون های رئولوژیکی با دامنه تغییر شکل بزرگ[3] جهت آنالیز خمیر در رابطه با کیفیت پروتئین مناسب تر می‌باشند [21, 27, 28]. لذا در مجموع با در نظر گرفتن موارد فوق می توان عنوان نمود که رئومتری نوسانی ژل GMP نمی تواند گزینه مناسب برای مشخص نمودن رفتار رئولوژیکی آرد مورد آزمون تلقی شود و نوع آزمون رئولوژیکی باید طوری انتخاب شود که بتواند تغییرات بین پروتئین ها و پروتئین-نشاسته را در مقیاس بزرگ بررسی نماید. از این رو در بیشتر تحقیقات از آزمونهایی چون اکستنسوگراف بهره گرفته می شود که روی خمیر اعمال می گردد.

1. Small-scale deformation rheology

2. Safari-Ardi & Phan-Thien
3. Large-scale deformation rheology

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

4- نتیجه گیری

با نگرشی اجمالی به نتایج به دست آمده در این پژوهش معلوم می گردد که بین وزن مرطوب ژل گلوتنین ماکروپلیمر و خواص نانوائی (حجم و ارتفاع نان) همبستگی قویی وجود دارد. اما میان نتایج آزمون های رئولوژیکی نوسانی ژل GMP و خواص نانوائی رابطه قابل قبولی دیده نمی شود که با استناد به آنها بتوان کیفیت نانوائی گندم را توضیح داد. بنابراین وزن مرطوب ژل GMP استخراج شده از آرد گندم می تواند به عنوان یک روش پیش بینی کننده خوب برای کیفیت نانوایی منظور گردیده و در کارهای اصلاح ژنتیکی به عنوان فاکتوری مهم برای غربال گری بین نمونه های گندم به کار رود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان مقاله از دانشگاه تبریز به جهت حمایت مالی برای انجام این تحقیق تشکر می نمایند. نگارندگان همچنین مراتب سپاس خود را از جناب آقای مهندس کاووس رشمه کریم (آزمایشگاه تکنولوژی غلات مؤسسه اصلاح بذر و تهیه نهال کرج، وزارت جهاد کشاورزی) به جهت کمک در تهیه نمونه های گندم و آرد برای این پژوهش اعلام می دارند. حمایت و همفکری مدیریت و اعضاء محترم هیأت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تبریز نیز در انجام این پژوهش ارج نهاده می شود.

5- منابع

[1]Don C, Lichtendonk WJ, Plijter JJ, Hamer RJ. 2003. Understanding the link between GMP and dough: from glutenin particles in flour towards developed dough. Cereal Science, 38:157-165.

[2]Moonen JHE, Scheepstra A, Graveland A. 1986. Use of the SDS sedimentation test and SDS-polyacrylamide gel electrophoresis for screening breeder's samples of wheat for bread-making quality. Euphytica, 31:677-690.

[3]Pritchard PE. 1993. The glutenin fraction (gel-protein) of wheat protein: a new tool in the prediction of baking quality. Applied Biology, 36:75-84.

[4]Sapirstein HD, Suchy J. 1999. SDS-protein gel test for prediction of bread loaf volume. Cereal Chemistry, 76:164-172.

[5]Singh NK, Donovan R, MacRitchie F. 1990. Use of sonication and size-exclusion high-performance liquid chromatography in the study of wheat flour proteins. II. Relative quantity of glutenin as a measure of breadmaking quality. Cereal Chemistry, 67:161-170.

[6]Graveland A. 1980. Extraction of wheat proteins with sodium dodecyl sulphate . Annual Technology Agriculture, 29:113-123.

[7]Weegels PL, Flissebaalje T, Hamer RJ. 1994. Factors affecting the extractability of the glutenin macropolymer. Cereal Chemistry, 71:308-309.

[8]Weegels PL, Hamer RJ, Schofield JD. 1997. Depolymerisation and re-polymerisation of wheat glutenin during dough processing. II. Changes in composition. Journal of Cereal Science, 25:155–163.

[9]Weegels PL, van de Pijpekamp AM, Graveland A, Hamer RJ, Schofield JD. 1996. Depolymerisation and repolymerisation of wheat gluten during dough processing. I. Relationships between GMP content and quality parameters. Journal of Cereal Science, 23:103–111.

[10]Lafiandra D, Ovidio R, Porcedu E, Margiotta B, Colaprico G. 1993. New data supporting High Mr glutenin subunit 5 as the determinant of quality differences among the pairs 5+10 vs. 2 +12. Journal of Cereal Science, 18:197–205.

[11]Payne PI, Nightingale MA, Krattiger AF, Holt LM. 1987. The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties. Journal of Science of Food and Agriculture, 40:51–65.

[12]Popineau Y, Cornec M, Lefebvre J, Marchylo B. 1994. Influence of high Mr glutenin subunits on glutenin polymers and rheological properties of glutens and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

gluten subfractions of near-isogenic lines of wheat Sicco. Journal of Cereal Science, 19:231–241.

[13]Uthayakumaran S, Gras PW, Stoddard FL, Bekes F. 1999. Effect of varying protein content and glutenin-to-gliadin ratio on the functional properties of wheat dough. Cereal Chemistry, 76:389–395.

[14] Bekkers A, Lichtendonk WJ, Graveland A, Plijter JJ. 2000. Mixing of wheat flour dough as a function of the physicochemical properties of the SDS-gel proteins In: Shewry PR, Tatham AS, editors Wheat Gluten—Proceedings of the 7th International Workshop Gluten; 2000: Royal Society of Chemistry, Cambridge:408–412.

[15]AACC. 2005. AACC Approved Methods. St. Paul, Minnesota, USA: AACC, American Association of Cereal Chemists, Inc..

[16] D Appolonia BL, Kunerth WH. 1997. The Farinograph Handbook: third edition, revised and expanded. St. Paul, Minnesota, USA: AACC, American Association of Cereal Chemists, Inc..

[17]Williams PC, Sobering DC. 1993. Comparison of Commercial Near Infrared Transmittance and Reflectance Instruments for Analysis of Whole Grains and Seeds. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 1:25-32.

[18]Azizi MH. 2001. Effect of selected surfactants on dough rheological characteristics and quality of bread. PhD thesis Central Food Technological Research Institute Mysore- India:116-118.

[19] Axford DW, McDermott EE, Redman DG. 1978. Small-scale tests of breadmaking quality. Milling feed and Fertilizer, 66:18-20.

[20] Don C, Lichtendonk WJ, Plijter JJ, Van Vliet T, Hamer RJ. 2005. The effect of mixing on Glutenin-particle properties: aggregation factors that affect gluten function in dough. Journal of Cereal Science, 41:69-83.

[21]Tronsmo KM, Magnus EM, Baardseth P, Schofield JD, Aamodt A, Faergestad EM. 2003. Comparison of small and large deformation rheological properties of wheat dough and gluten. Cereal Chemistry, 80:587-595.

[22] Dobraszczyk BJ, Morgenstern M. 2003. Rheology and the breadmaking process. Journal of Cereal Science, 38:229-245.

[23]Kieffer R, Wieser H, Henderson MH, Graveland A. 1998. Correlations of the breadmaking performance of wheat flour with rheological measurements on a micro-scale. Journal of Cereal Science, 27:53-60.

[24]Sliwinski EL, Kolster P, van Vliet T. 2004. Large-deformation properties of wheat dough in uni- and biaxial extension. Part I. Flour dough. Rheologica Acta, 43:306 - 320.

[25]Safari-Ardi M, Phan- Thien N. 1998. Stress relaxation and oscillatory tests to distinguish between doughs prepared from wheat flours of different varietal origin. Cereal Chemistry, 75:80-84.

[26] Edwards NM, Peressini D, Dexter JE, Mulvaney SJ. 2001. Viscoelastic properties of durum wheat and common wheat dough of different strengths. Rheologica Acta, 40:142-153.

[27]Khatkar BS, Schofield JD. 2002. Dynamic rheology of wheat flour dough. I. Non-linear visco-elastic behaviour. Journal of Science of Food and Agriculture, 82:827-829.

[28]Khatkar BS, Schofield JD. 2002. Dynamic rheology of wheat flour dough. II. Assessment of dough strength and bread-making quality. Journal of Science of Food and Agriculture, 82:823-826.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]

A study on relation between the amount and rheological characteristics of glutenin macro-polymer (GMP) gel and breadmaking quality of wheat.

Ghamari, M. [1], Peighambardoust, S. H.[2*]

1- Acdemic member of Hamedan Islamic Azad University, Hamedan Branch, Iran.
2- Assistant professor, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

The high molecular weight polymeric fraction of gluten, glutenin macro-polymer (GMP) shows strong relation with breadmaking quality of wheat. In this study, GMP was extracted from different Iranian wheat cultivars with different breadmaking performances. The correlation was investigated between the wet weight and (small-strain deformation) rheological characteristic of GMP-gel with bread quality (loaf volume and height). The results showed a significant relation between gel amount and bread loaf volume and height. However, no positive and significant correlation was found between small-strain deformation rheological characteristics (storage modulus and tan delta) with breadmaking characteristics. Concluding, despite to GMP wet weight which is accepted as a predictive measure for breadmaking quality, small-strain deformation rheological analysis of GMP-gel can not be used for screening breadmaking quality between wheat cultivars.

Keywords: Glutenin macropolymer (GMP); Rheology, Wheat; Bread; Quality

[*] Corresponding Author E-mail address: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-25]