

علمی پژوهشی

تاثیر انبارمانی بر ثابت دی الکتریک دانه، خصوصیات کیفی آرد و رئولوژیکی خمیر دو رقم گندم (تجن و مرودشت)

حسین احمدی چناربن^{*۱}

۱-استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۰)

چکیده

استفاده از گندم تازه برداشت شده در برخی از فصول، یکی از مهم‌ترین عوامل بروز ضایعات در بخش تولید و مصرف نان است. اما به واسطه نگهداری مناسب، کیفیت گندم در اثر انجام اکسیداسیون طبیعی و تشکیل پیوندهای بین مولکولی در شبکه پروتئینی بهبود می‌یابد. در این راستا در پژوهش حاضر تاثیر زمان نگهداری در سه سطح (صفر، سی و شصت روز) بر مقدار ثابت دی الکتریک دانه‌های گندم، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آرد و خواص رئولوژیکی خمیر حاصل از دو رقم گندم، تجن و مرودشت بررسی گردید. طبق نتایج، با گذشت زمان، مقدار pH در هر دو رقم کاهش اما مقدار پروتئین، گلوتن مرطوب، رسوب زلنی، ثابت دی الکتریک و رطوبت افزایش یافت اما تغییر معنی‌داری در مقدار خاکستر دو رقم مشاهده نشد. در همین راستا کلیه صفات اندازه‌گیری شده غیر از pH و پروتئین در رقم تجن بیشتر و معنی‌دارتر از رقم مرودشت بود. همچنین با گذشت زمان، مقدار جذب آب، زمان گسترش خمیر و زمان پایداری خمیر در هر دو رقم افزایش یافت اما مقدار این شاخص‌ها و مقدار افزایش آن‌ها در رقم تجن بیشتر از مرودشت بود در حالی‌که درجه نرم شدن خمیر پس از ده و دوازده دقیقه در هر دو رقم با گذشت زمان کاهش یافت به گونه‌ای که مقدار این دو صفت در رقم تجن کمتر از مرودشت بود. در همین راستا، با گذشت زمان و در تمام زمان‌های تخمیر، مقدار انرژی لازم برای کشش، مقاومت به کشش، قابلیت کشش‌پذیری و عدد نسبت در هر دو رقم افزایش یافت. اما غیر از قابلیت کشش‌پذیری خمیر، مقدار بقیه صفات در رقم تجن بیشتر از رقم مرودشت اندازه‌گیری شد. طبق پژوهش انجام شده، تاثیر انبارمانی در بهبود ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آرد و رئولوژیکی خمیر حاصل از رقم تجن بیشتر و معنی‌دارتر از رقم مرودشت بود.

کلید واژگان: گندم، زمان نگهداری، گلوتن مرطوب، خواص رئولوژیکی، ثابت دی الکتریک.

*مستول مکاتبات: h.ahmadi@iauvaramin.ac.ir

۱- مقدمه

گندم نان (*Triticumaestivum* L.) گیاهی است که در محیط‌های مختلف در سراسر جهان کشت می‌شود و بیشترین سازگاری را با شرایط مختلف اقلیمی داراست و تقریباً ۲۰ درصد انرژی و ۲۵ درصد نیازهای پروتئینی جهان را تامین می‌نماید [۱]. در ایران به طور متوسط بیش از نیمی از انرژی و پروتئین دریافتی خانوارها از محل مصرف نان تامین می‌شود به طوری که هر فرد کم درآمد شهری، ۶۰ درصد انرژی و ۶۷ درصد پروتئین دریافتی خود و هر فرد کم درآمد روستایی ۶۶ درصد انرژی و ۷۲ درصد پروتئین دریافتی خود را از محل مصرف نانتامین می‌نماید [۲]. امروزه سیاست دولت تهیه نان ارزان و قابل دسترس از طریق تلاش در جهت افزایش تولید گندم و تخصیص مبلغ هنگفتی از بودجه کشور به عنوان یارانه در فرآیند تولید نان می‌باشد اما روند حال حاضر طبخ نان، براساس دیدگاه‌های بسیاری از کارشناسان، با شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور هماهنگی کافی را ندارد. به عبارت دیگر ضایع شدن بالغ بر ۳۰ درصد گندم از مرحله برداشت تا مصرف نان، منابع هنگفتی از بودجه و سرمایه‌های ملی را هدر می‌دهد [۳ و ۲]. اگرچه عمل آوری نامناسب خمیر، شرایط پخت، عدم استفاده از مواد بهبود دهنده و همچنین عدم اصلاح نحوه نگهداری نان توسط مصرف کننده بخش قابل توجهی از ضایعات را سبب می‌شوند، استفاده از گندم تازه برداشت شده با گلو تن سیال در فصول بحرانی یکی از مهم ترین عوامل بروز ضایعات در بخش تولید و مصرف نان است و راندمان کیفی آرد را پایین می‌آورد [۲]. پروتئین یکی از فاکتورهای کیفی آرد می‌باشد که بر کیفیت محصول نهایی تاثیرگذار است. مقدار پروتئین در غلات از نظر تغذیه ای و تکنولوژیکی حائز اهمیت است. به طوری که میزان مشخصی پروتئین برای هر فراورده تهیه شده از آرد گندم مورد نیاز است [۴ و ۵]. پروتئین گندم از چهار قسمت آلبومین، گلوبولین، گلپادین و گلو تنین تشکیل شده است. آلبومین و گلوبولین ۲۰ درصد و ۸۰ درصد باقیمانده را گلپادین و گلو تنین تشکیل می‌دهند. اگر خمیری را که از آب و آرد تشکیل شده است ورز دهیم، گلپادین و گلو تنین به همراه آب و املاح ماده ای به نام گلو تن به وجود می‌آورند. گلپادین دارای خاصیت چسبندگی است

اما الاستیسیته کمی دارد در حالیکه گلو تنین باعث ایجاد خاصیت الاستیک در خمیر می‌شود. گلپادین از پروتئین‌هایی با وزن مولکولی پایین در حالیکه گلو تنین از پروتئین‌هایی با وزن مولکولی بالا تشکیل شده است. نقش اصلی گلو تنین ایجاد ویسکوالاستیک و حالت دادن به خمیر، در صورتی که نقش گلپادین جذب آب، تورم آرد و حلالیت مواد چسبنده می‌باشد. گندم تازه برداشت شده، مناسب تبدیل شدن به آرد نیست، شبکه گلو تن هنگامی که آرد با آب مخلوط شده و تشکیل خمیر می‌دهد، حالت الاستیسیته به آن می‌بخشد و حال در صورتی که گندم بلافاصله بعد از برداشت تبدیل به آرد شود، به دلیل عدم انجام فعل و انفعالات مربوط به رسیدن گندم، مقدار مناسب گلو تن در آن آرد وجود نخواهد داشت و نانی که از این خمیر تهیه می‌شود خاصیت الاستیسیته کمتری دارد و بی کیفیت است [۶ و ۷]. همچنین طی فرآیند آسیابانی و نگهداری آرد، اجزای تشکیل دهنده آرد به ویژه لیپیدها، پروتئینها (گلو تن) و نشاسته تغییر می‌کند و در اثر فعالیت آنزیمها، کیفیت و قابلیت پخت آرد بهبود می‌یابد. مجموع این تغییرات موجب رسیدن وجا افتادن آرد می‌شود و در نتیجه عمل آوری خمیر حاصل از آن بهبود می‌یابد. به طوریکه مقدار گلو تن در خمیر افزایش می‌یابد و کیفیت آن بهتر می‌شود [۷]. تحقیقات نشان داده است که کیفیت نانواپی گندم تحت تاثیر کیفیت پروتئین و نسبت پیوندهای دی سولفید و سولفیدریل است [۸]. این در حالی است که شرایط نامطلوب نگهداری منجر به فعالیت آنزیم‌های لیپازی و همچنین تغییرات بیوشیمیایی و تجزیه چربی‌ها می‌گردد که به موجب آن با آزاد شدن اسیدهای چرب آزاد، میزان اسیدیت آرد افزایش یافته و فساد رخ می‌دهد [۷]. کیفیت گلو تن بخش عمده ای از گندم‌های تولیدی و تحویلی به سیلوهای کشور، در گروه ضعیف و متوسط قرار دارد که نمی‌تواند جوابگوی تامین نان با کیفیت مطلوب باشد. اگرچه بخشی از گندم‌های تولیدی از نظر میزان پروتئین در حد قابل قبول و خوب می‌باشند اما با توجه به شرایط آب و هوایی، اقلیمی و سوزدگی، کیفیت گلو تن آن‌ها در حد مناسب نبوده و ضعیف محسوب می‌شود که باعث کاهش کیفیت آردهای تولیدی و تنزل کیفیت نان به ویژه در فصول گرم سال می‌گردد لذا دوره نگهداری (اصطلاحاً زمان رسیدن گندم و آرد) یکی از مراحل است که کیفیت آرد گندم طی آن دستخوش تغییر و

بهبود می‌گردد [۹]. کیبار (۲۰۱۶) تاثیر شرایط ذخیره سازی آرد گندم را بر روی عوامل مؤثر بر کیفیت آرد، نظیر رطوبت و میزان پروتئین مورد بررسی قرار داد. طبق نتایج، با افزایش دوره انبارمانی، مقدار پروتئین خام کاهش یافت. همچنین مقدار گلوتن مرطوب و گلوتن خشک پس از دو ماه ذخیره‌سازی افزایش و سپس کاهش یافتند. در همین راستا مقدار رطوبت نیز پس از گذشت سه ماه افزایش و سپس کاهش یافت [۱۰]. بنی اسد و همکاران (۱۳۸۴)، در پژوهشی تاثیر زمان مناسب انبارمانی را بر افزایش کیفیت نانوائی پنج رقم گندم شامل ارقام سرداری و آذر ۲ که به‌صورت دیم و ارقام دز، شوا و استار که در نواحی گرمسیر کشت می‌شوند، مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، نگهداری این ارقام به مدت ۵۰ الی ۶۵ روز پس از برداشت باعث بهبود معنی‌دار شاخص‌های کیفی آرد حاصل از هریک از ارقام از جمله عدد زلنی، اندیس گلوتن، استقامت خمیر، ارزش والریمتری، میزان جذب آب و همچنین حجم نان حاصل از آن‌ها گردید [۲]. رجب زاده (۱۳۸۶) بیان داشت که طی مدت نگهداری، در اثر فعالیت آنزیم‌ها، اجزای تشکیل دهنده آرد از جمله لیپیدها و پروتئین‌ها به ویژه گلوتن تغییر می‌کنند و مجموع این تغییرات باعث رسیدن آرد می‌شود لذا کیفیت عمل آوری خمیر حاصل از آن بهبود می‌یابد. در تابستان و شرایط مناسب، گلوتن آرد می‌تواند در مدت ۳-۵ روز تغییر کرده و سفت شود که در این حالت آرد رسیده و آماده پخت می‌گردد و این تغییرات در زمستان، حداقل بعد از ۱۰ روز حاصل می‌گردد. به‌طور کلی دمای بالا در سیلوها موجب تسریع رسیدن آرد می‌شود. همچنین در محیط‌هایی که در آن‌ها تهویه به خوبی انجام می‌گردد، آرد زودتر می‌رسد و چنانچه ۲-۳ متر مکعب هوا، با دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۶ ساعت به هر تن آرد وارد شود، آرد سریعتر می‌رسد [۱۱]. نی‌شیو و همکاران (۲۰۰۴) خواص فیزیکی خمیر و کیفیت نان‌های تهیه شده را طی دوره رسیدن آرد حاصل از دو نوع گندم بهاره و زمستانه مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج، با گذشت ۴ هفته از زمان آسیاب کردن گندم‌ها، حجم مخصوص در نان‌های حاصل از هر دو نوع گندم افزایش یافت. ضمن آن که میزان پایداری خمیرها نیز پس از دو هفته از زمان آسیاب کردن گندم‌ها با افزایش رو به رو شد [۱۲]. کرازوسکی و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که خواص الکتریکی دانه‌ها و بذور طی دوره

انبارداری تغییر می‌کند و به همین دلیل می‌توان از خواص الکتریکی جهت تعیین محتوی رطوبتی مواد حاوی رطوبت و همچنین تغییر خواص آن‌ها طی دوره انبارداری استفاده کرد [۱۳]. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، میانگین عملکرد گندم در ایران نسبت به تولید جهانی پایین‌تر است. بنابراین در اجرای طرح محوری گندم، به افزایش عملکرد و تولید ارقام جدید گندم آبی و دیم توجه شده است و در همین راستا عوامل اصلی پایین بودن عملکرد دانه، پایین بودن کارایی نهاده‌ها، تهدید پایداری تولید، پایین بودن پتانسیل ژنتیکی ارقام، عدم دسترسی کشاورزان گندمکار به بذور اصلاح شده جدید، تنش‌ها و محدودیت‌های به‌زرایی عنوان شده‌است. معطوف شدن توجه محققان به افزایش عملکرد و تولید، موضوع بهبود کیفیت نانوائی گندم تولید شده را کم رنگ نموده است [۶]. لذا نیاز به تحقیق درباره وضعیت کیفی و خصوصیات نانوائی ارقام گندم تولیدی در کشور احساس می‌شود. در این راستا در پژوهش حاضر تاثیر زمان ماندگاری بر ثابت دی‌الکتریک دانه، خصوصیات فیزیکی شیمیایی آرد و ویژگی‌های رئولوژیکی دو رقم گندم تجن و مرودشت مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

برای انجام این پژوهش از هریک از ارقام مورد نظر (تجن و مرودشت) که تازه برداشت شده بودند، به میزان ۲۰ کیلوگرم از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردید. سپس نمونه‌های مورد نظر در محیطی با دمای $27 \pm 3^{\circ}\text{C}$ و رطوبت نسبی ۶۸-۷۲٪ نگهداری شدند. در ادامه جهت بررسی تاثیر زمان نگهداری بر ثابت دی‌الکتریک دانه‌ها و خصوصیات کیفی و نانوائی آرد حاصل از دو رقم گندم، در روزهای صفرم، سی‌ام و شصتم تحت آزمون‌های مختلف قرار گرفتند. قابل توجه این‌که به منظور تصادفی کردن، کلیه نمونه‌برداری‌ها توسط Sample divider انجام شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌های آرد گندم

شماره ۱۶-۴۴)، خاکستر مطابق (استاندارد بین المللی AACC به شماره ۰۱-۰۸)، پروتئین مطابق (استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۲-۴۶)، گلوتن مرطوب مطابق (استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۱-۳۸)، حجم رسوب زلنی مطابق (استاندارد بین المللی AACC به شماره ۱۱-۵۴) و pH مطابق (استاندارد بین المللی AACC به شماره ۵۲-۰۲) انجام شدند [۱۵].

۲-۲-۴-آزمونهای رئولوژیکی خمیر

آزمایشهای فارینوگراف و اکستنسوگراف نمونههای خمیر به ترتیب مطابق استانداردهای AACC به شماره ۲۱-۵۴ و ICC به شماره ۱۱۴ انجام شدند [۱۶].

۲-۲-۵-روش تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی و در سه تکرار استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و در سطح احتمال $\alpha=5\%$ انجام پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد

گندم طی دوره انبارماني

نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد گندم دو رقم تجن و مرودشت در بازه زمانی مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

ابتدا با استفاده دستگاه بوجاری آزمایشگاهی (a/s Rational Kornservice, Denmark) نمونه‌های مختلف ارقام گندم بوجاری شدند. طی این مرحله گرد و خاک، کاه و کلش، سنگ، بذر سایر گیاهان علفی و دانه‌های گندم شکسته جدا شدند. در ادامه، نمونه‌های گندم به منظور ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و رئولوژیکی، با استفاده از آسیاب چکشی (Laboratory Mill 3100, Germany) به آرد کامل تبدیل و همچنین بخشی دیگر از نمونه‌های گندم به کمک آسیاب سایشی (Cyclone Sample Mill, USA) جهت انجام آزمون زلنی آسیاب شدند.

۲-۲-۲- اندازه‌گیری ثابت دی الکتریک دانه‌های گندم

برای اندازه‌گیری این ویژگی الکتریکی از دستگاه LCR ساخت شرکت (Good will LCR- 819) استفاده شد. با توجه به این‌که در هنگام اندازه‌گیری خازنی، ترکیبی از هوا و دانه در محفظه حسگر قرار می‌گیرد، محاسبات مربوط به هر فرکانس طبق رابطه ۱ تصحیح شد [۱۴].

$$e^{a\epsilon_{eH}} = D_1 e^{a\epsilon_1} + (1 - D_1) e^{a\epsilon_2} \quad (1)$$

که در آن: ϵ_1 : ثابت دی الکتریک مربوط به دانه، ϵ_2 : ضریب مربوط به هوا، ϵ_{eH} : اثر اختلاطی هوا و دانه، α : ضریب ثابت و D_1 : بسامد (Hz) می‌باشند.

۲-۲-۳- ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های آرد گندم

در این پژوهش آزمون‌های فیزیکوشیمیایی بر روی نمونه‌های آرد گندم شامل رطوبت مطابق (استاندارد بین المللی AACC به

Table 1 Effect of storage time on some of physicochemical properties of two cultivars (Tajan and Marvdasht)

Cultivar	Storage time (day)	pH	Protein (%)	Wet gluten (%)	Zeleny (ml)	Ash (%)	Moisture (%)
Tajan	0	6.40±0.02 ^b	11.47±0.01 ^b	28.00±0.12 ^b	23.18±0.10 ^c	0.51±0.01 ^a	8.50±0.02 ^d
	30	6.35±0.01 ^c	11.49±0.01 ^b	30.12±0.15 ^a	24.87±0.14 ^b	0.52±0.01 ^a	8.83±0.02 ^b
	60	6.30±0.02 ^d	11.48±0.01 ^b	30.35±0.15 ^a	25.24±0.10 ^a	0.51±0.01 ^a	8.95±0.01 ^a
Marvdasht	0	6.50±0.01 ^a	12.50±0.02 ^a	22.07±0.10 ^c	19.55±0.13 ^f	0.48±0.01 ^b	8.45±0.03 ^d
	30	6.43±0.01 ^b	12.52±0.02 ^a	24.59±0.14 ^d	20.58±0.11 ^e	0.47±0.01 ^b	8.60±0.01 ^c
	60	6.35±0.01 ^c	12.51±0.02 ^a	26.30±0.11 ^c	22.47±0.10 ^d	0.48±0.01 ^b	8.81±0.02 ^b

In each column, mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

۳-۱-۱- pH

با توجه به جدول ۱، با گذشت زمان میزان pH نمونه‌ها در هر دو رقم کاهش یافت به گونه‌ای که بیشترین مقدار آن در رقم مرودشت و در روز صفرم (۶/۵۰) اما کمترین مقدار آن در رقم تجن و در روز شصتم (۶/۳۰) اندازه‌گیری شد ($P \leq 0.05$). اما با وجود کاهش میزان pH در نمونه‌ها، مقدار آن در محدوده استاندارد ملی ایران (۶/۵ - ۵/۶) بود [۸]. علت نتیجه حاصل را می‌توان به فعالیت آنزیم لیپاز موجود در دانه‌های گندم نسبت داد که طی فرآیند آسیابانی آزاد و بر تری‌گلیسیریدها اثر نمودند لذا با آزاد کردن اسیدهای چرب از ساختمان تری‌گلیسیریدها سبب کاهش pH شدند [۸ و ۷]. فاتح نیکو و همکاران (۱۳۹۷)، تاثیر مدت زمان نگهداری آرد گندم حاصل از دو رقم آبی چمران و دیم سرداری، طی ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز و در دمای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس را بر خصوصیات کیفی و نانوائی آردها، مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، با افزایش دما و مدت زمان نگهداری، میزان pH و اسیدیته نمونه‌ها به ترتیب کاهش و افزایش یافت [۷].

۳-۱-۲- پروتئین

مطابق جدول ۱، رقم مرودشت از میزان پروتئین بیشتری نسبت به رقم تجن برخوردار بود. اما گذشت زمان تاثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین هر یک از ارقام نداشت ($P > 0.05$). به طور کلی مقدار پروتئین شاخص خوبی برای تفکیک گندم بر اساس قوت یا ضعف آن‌ها نمی‌باشد. ارقامی هستند که با وجود داشتن مقدار پروتئین کم، کیفیت خوب و برعکس ارقامی با داشتن مقدار پروتئین بالا جزو گروه‌های ضعیف دسته بندی می‌شوند. به عبارت دیگر نمی‌توان از روی مقدار پروتئین گندم کیفیت نانوائی آنرا مورد ارزیابی قرارداد در این پژوهش تغییرات مقدار پروتئین در واریته‌های مورد آزمون از روند خاصی برخوردار نبود. اما دلیل افزایش اندک مقدار پروتئین با گذشت زمان آن است که زیر واحدهای گلوته‌ای با ایجاد پیوندهای دی سولفیدی شبکه‌ای گسترده‌ای را تشکیل داده و در نتیجه گلوته‌ای با وزن مولکولی بالا تشکیل شده باشد [۱۷]. فاتح نیکو و همکاران (۱۳۹۷) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافته بودند [۷].

۳-۱-۳- گلوته‌ای مرطوب

گلوته‌ای مرطوب مجموعه پروتئین‌های غیر محلول در آب و قابل استخراج از گندم است که خود از دو قسمت گلوته‌ای و گلیادین تشکیل شده است. زیر واحد گلوته‌ای دارای وزن مولکولی بالاتر بوده و خاصیت کشش‌پذیری پایین و الاستیسیته بالایی دارد در مقابل گلیادین وزن مولکولی پایین‌تر داشته و کشش‌پذیرتر بوده و الاستیسیته پایین‌تری نیز دارد. نقش اصلی گلوته‌ای ایجاد ویسکوالاستیک و حالت دادن به خمیر است در صورتی‌که گلیادین در جذب آب، تورم آرد و حلالیت مواد چسبنده نقش اساسی دارد [۸]. طبق جدول ۱، رقم تجن از مقدار گلوته‌ای مرطوب بالاتری نسبت به رقم مرودشت برخوردار است. از سوی دیگر گذشت زمان تاثیر معنی‌داری بر مقدار گلوته‌ای مرطوب داشت ($P \leq 0.05$). به گونه‌ای که با گذشت زمان مقدار آن در هر دو رقم افزایش یافت. بیشترین مقدار این شاخص در روز شصتم و در واریته تجن (۳۰/۳۵٪) اما کمترین مقدار آن در رقم مرودشت و در روز صفرم (۲۲/۰۷٪) اندازه‌گیری شد. افزایش گلوته‌ای مرطوب با گذشت زمان را می‌توان به گسترده شدن شبکه گلوته‌ای به علت ایجاد پیوندهای دی سولفیدی بین واحدهای گلوته‌ای و گلیادین نسبت داد [۱۷]. نکته قابل توجه این‌که نسبت افزایش گلوته‌ای مرطوب از روز سی‌ام تا شصتم در واریته مرودشت بیشتر از رقم تجن بود که این امر نشان‌دهنده آن است که ارقام ضعیف‌تر گندم به زمان طولانی‌تری برای رسیدن نیاز دارند. هرسکو و ماچوا (۲۰۰۲) نیز در پژوهش خود بیان داشتند که زمان مورد نیاز برای رسیدن مطلوب آرد، به خصوصیات آرد و به شرایط نگهداری آن بستگی دارد و آردهای ضعیف‌تر به زمان طولانی‌تری برای رسیدن نیازمند هستند [۱۸]. همچنین تحقیقات نشان داده‌است که کیفیت نانوائی گندم تحت تاثیر کیفیت پروتئین و نسبت پیوندهای دی سولفید و سولفیدریل (SS/SH) می‌باشد [۱۷]. در همین راستا نتایج تحقیقات فاتح نیکو و همکاران (۱۳۹۷) نیز در راستای نتایج تحقیقات حاضر بود [۷].

۳-۱-۴- حجم رسوب زلی

طبق نتایج مربوط به حجم رسوب زلی در جدول ۱، رقم تجن از مقدار عددی بالاتری نسبت به رقم مرودشت برخوردار بود. از سوی دیگر گذشت زمان نیز تاثیر معنی‌داری بر مقدار حجم

خاکستر هریک از ارقام نداشت ($P > 0.05$) [۷].

۳-۱-۶- رطوبت

مطابق جدول ۱، در روز صفرم، رقم تجن از مقدار رطوبت بالاتری (8.50%) نسبت به رقم مروداشت (8.45%) برخوردار بود. از سوی دیگر با گذشت زمان مقدار رطوبت نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P \leq 0.05$). اما مقدار آن در تمام نمونه‌ها کمتر از ۱۴ درصد یعنی در محدوده استاندارد بود [۸]. طبق نتایج بیشترین مقدار رطوبت در رقم تجن و در روز شصتم (8.95%) اندازه‌گیری شد. همان‌گونه که پیش‌تر بیان شد، گندم‌ها در محیط آزمایشگاه و در رطوبت نسبی $72-78\%$ و در دمای $27 \pm 3^\circ\text{C}$ نگهداری شدند. لذا علت افزایش این صفت را می‌توان به جذب رطوبت از اتمسفر توسط دانه‌ها نسبت داد. همچنین جذب بیشتر رطوبت در وارپته تجن به ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آن وابسته است [۱۸].

۳-۲- اندازه‌گیری ثابت دی الکتریک دانه‌ها طی

دوره انبارماني

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ثابت دی الکتریک دانه‌ها طی دوره انبارماني در جدول ۲ نشان داده شده‌است. طبق جدول ۲، تاثیر نوع وارپته و مدت زمان نگهداری آن‌ها بر ثابت دی الکتریک دانه‌ها معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). همچنین با گذشت زمان، ثابت دی الکتریک در تمام ارقام افزایش یافت. به گونه‌ای که بیشترین مقدار آن پس از شصت روز در وارپته تجن (5.10) اما کمترین مقدار آن در وارپته مروداشت (4.83) اندازه‌گیری گردید.

Table 2 Mean comparison of interaction between (variety \times times) on dielectric constant of Marvdasht and Tajan varieties

Tajan	Marvdasht	Time (day)	Properties
4.84 ± 0.02^c	4.83 ± 0.02^c	0	Dielectric constant
5.01 ± 0.04^b	4.93 ± 0.02^b	30	
5.10 ± 0.02^a	5.06 ± 0.02^a	60	

Mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

ظرفیت خازن با خصوصیات دی الکتریک موادی که بین صفحات آن قرار داده می‌شود، متناسب است. اندازه‌گیری رطوبت به‌وسیله‌ی روش خازنی در واقع بررسی ارتباط بین ثابت دی الکتریک مخلوطی از سه ماده‌ی آب، ماده خشک و هوا با ظرفیت

رسوب زلنی داشت ($P \leq 0.05$). به گونه‌ای که با گذشت زمان مقدار آن در هر دو رقم افزایش یافت. بیشترین مقدار این شاخص در روز شصتم و در وارپته تجن ($25/24\text{ml}$) اما کمترین مقدار آن در رقم مروداشت و در روز صفرم ($19/55\text{ml}$) اندازه‌گیری شد. دلیل نتیجه حاصل را می‌توان اکسیداسیون طبیعی زیر واحدهای گلوتن و ایجاد پیوندهای دی سولفیدی در بین زیر واحدهای گلوتنین در گندم عنوان نمود [۲]. کیبار (2015) طی پژوهشی تاثیر شرایط نگهداری را بر کیفیت ارقام مختلف گندم مورد بررسی قرار داد و عنوان نمود که با گذشت زمان حجم رسوب زلنی افزایش می‌یابد که دلیل آن را واکنش‌های زیر واحدهای گلوتنین و گلیادین و در نتیجه بهبود کیفیت گلوتن عنوان نمود [۱۰]. شهمیری و همکاران (1395)، با بررسی شرایط نگهداری بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و فارینوگرافی آرد گندم، بیان داشتند که شاخص‌های کیفی آرد از جمله عدد زلنی در طی دوره نگهداری آرد بهبود می‌یابد [۱۹]. گرین و همکاران (1988)، پین و همکاران (1988) و فاتح نیکو و همکاران (1397) طی پژوهشی بیان داشتند که گذشت زمان سبب افزایش عدد زلنی نمونه‌های گندم انبار شده می‌گردد و دلیل آن را اکسیداسیون طبیعی زیر واحدهای گلوتن و ایجاد پیوندهای دی سولفیدی در بین زیر واحدهای گلوتنین در گندم عنوان نمودند [۲۱، ۲۰ و ۷]. بنی اسد و همکاران (1384)، در پژوهشی بیان داشتند که عدد زلنی به احتمال ۹۵ درصد در افزایش حجم نانو بهبود کیفیت نانوائی آرد موثر است و با افزایش این پارامترها کیفیت نانوائی بهبود می‌یابد [۲]. شاهدی و همکاران (1384)، در پژوهشی معیار کیفی آرد و خواص رئولوژیکی خمیر را برای تولید نان تافتون از گندم‌های ایرانی مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج، عدد زلنی قوی‌ترین همبستگی را با کیفیت نان نشان داد و ۷۸/۸ درصد از تغییرات کیفیت نان را توجیه می‌نمود [۲۲].

۳-۱-۵- خاکستر

با توجه به داده‌های جدول ۱، اختلاف معنی‌داری بین مقدار خاکستر آرد دو رقم تجن و مروداشت مشاهده شد ($P \leq 0.05$). به گونه‌ای که رقم تجن نسبت به رقم مروداشت از میزان خاکستر بیشتری برخوردار بود که این اختلاف به تفاوت وارپته‌های گندم از لحاظ ژنتیکی و شرایط محیطی رشد و نمو و مدیریت زراعی مربوط می‌شود. اما گذشت زمان تاثیر معنی‌داری بر مقدار

خازن است. ثابت دی الکتریک آب ۸۰ و هوا تقریباً ۱ اما برای پروتئین و نشاسته موجود در اغلب مواد کشاورزی در حدود ۴ است. بنابراین ثابت دی الکتریک این مخلوط به طور قابل توجهی با مقدار آب متناسب خواهد بود. همچنین وابستگی ثابت دی الکتریک به میزان و از سوی دیگر آزاد یا پیوندی بودن رطوبت در مواد بیولوژیکی دارد. آب آزاد دارای ثابت دی الکتریک نزدیک به ۸۰ می باشد اما آب پیوندی دارای ثابت دی الکتریک خیلی نزدیک به ثابت دی الکتریک مولکولهای پروتئین و نشاسته ای است که با آن پیوند یافته اند [۱۴ و ۱۳]. بنابراین روش خازنی، برای اندازه گیری رطوبت، تا حد زیادی به اندازه گیری آب آزاد محدود می شود [۲۳]. از آن جا که مقدار رطوبت موجود در واریته تجن

با گذشت زمان بیشتر از واریته مرودشت بود لذا ثابت دی الکتریک در این نمونه ها افزایش نشان داد. بسیاری از محققین دیگر نیز در پژوهش های خود در مواد مختلف به نتایج مشابهی دست یافته بودند [۱۴، ۱۳، ۲۳-۲۵].

۳-۳- ارزیابی خصوصیات رئولوژیکی نمونه های

خمیر طی دوره انبارمانی

۳-۳-۱- نتایج آزمون فارینوگراف

نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف شامل درصد جذب آب، زمان گسترش خمیر، زمان پایداری خمیر و درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۱۲ دقیقه در جدول ۳ نشان داده شده است.

Table 3 Mean comparison of interaction between (variety × times) on Farinograph applications of Marvdasht and Tajan varieties

Properties	Time (day)	Marvdasht	Tajan
Water absorption (%) [*]	0	64.13±0.07 ^e	65.13±0.07 ^d
	30	64.20±0.05 ^e	67.21±0.05 ^c
	60	70.36±0.06 ^b	72.56±0.08 ^a
Dough development time (min) [*]	0	2.49±0.03 ^f	3.50±0.04 ^c
	30	2.84±0.04 ^e	3.65±0.05 ^b
	60	3.12±0.02 ^d	3.88±0.08 ^a
Dough stability time (min) [*]	0	3.77±0.03 ^d	4.70±0.05 ^c
	30	4.63±0.04 ^c	5.23±0.03 ^b
	60	5.25±0.03 ^b	6.10±0.04 ^a
Dough softening after 10 min (BU) [*]	0	90.30±0.13 ^a	68.35±0.15 ^c
	30	90.22±0.11 ^a	68.14±0.10 ^c
	60	88.45±0.13 ^b	58.20±0.05 ^d
Dough softening after 10 min (BU) [*]	0	97.77±0.10 ^a	74.51±0.03 ^d
	30	95.77±0.11 ^b	72.38±0.03 ^e
	60	88.07±0.09 ^c	65.67±0.08 ^f

*Mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

درصد جذب آب یکی از عوامل مهم در کیفیت آرد محسوب می شود. بدون در دست داشتن ارقام مناسب برای این شاخص نمی توان خمیر مناسبی تولید نمود زیرا خمیر حاصل شل تر یا سفت تر از حد متعارف خواهد شد. افزایش جذب آب سبب می شود تا شبکه گلوتنی هرچه منظم تر تشکیل شود و ساختار مناسبی برای تولید نان پیدا کند که این خود باعث افزایش زمان ماندگاری محصول، ازدیاد وزن نان، بهبود جزئی طعم نان و بهبود قابلیت پهن کردن خمیر می گردد [۲۶، ۲۸]. طبق جدول ۲، اختلاف معنی داری ($P \leq 0.05$) بین واریته ها و مدت زمان نگهداری آنها از نظر میزان جذب آب مشاهده گردید. به گونه ای که با گذشت زمان میزان جذب آب افزایش یافت. در همین راستا بیشترین میزان جذب آب در پایان روز شصتم و در واریته تجن

(۷۲/۵۶٪) و کمترین مقدار این شاخص در واریته مرودشت (۶۴/۱۳٪) اندازه گیری شد. علت نتیجه حاصل را می توان به بالاتر بودن درصد گلوتن آرد حاصل از گندم واریته تجن نسبت به مرودشت نسبت داد. موحد و همکاران (۱۳۹۳) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافته بودند [۲۶]. از سوی دیگر زمان گسترش خمیر مدت زمان ورز دادن خمیر تا تشکیل خمیر را نشان می دهد. این زمان تابع کمیت و کیفیت گلوتن و همچنین درصد پروتئین آرد می باشد. به طور کلی با افزایش میزان گلوتن زمان گسترش خمیر طولانی تر می شود. بدین معنی که آرد از قدرت بالاتری برخوردار است و برعکس هرچه میزان گلوتن خمیر و قدرت پف کردن آن کمتر باشد به همان اندازه زمان تکامل یا بسط خمیر کوتاهتر است [۲۹]. مطابق جدول ۳،

اختلاف بین تیمارها و مدت زمان نگهداری آن‌ها از نظر تاثیر بر زمان گسترش خمیر معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). طبق نتایج، با گذشت زمان این شاخص در هر دو واریته افزایش نشان داد. به گونه‌ای که بیشترین مقدار آن در روز شصتم و در واریته تاجن (3/88min) اما کمترین مقدار آن در واریته مروودشت (2/49min) مشاهده گردید. علت نتیجه حاصل را می‌توان به بالاتر بودن قوت آرد تاجن که از کمیت و کیفیت مطلوب‌تر گلوتن نسبت به آرد مروودشت برخوردار است، نسبت داد. برخی دیگر از محققین نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافته بودند [30 و 31]. در ارتباط با ویژگی زمان پایداری خمیر، اختلاف معنی‌داری بین نوع واریته و مدت زمان نگهداری مشاهده شد ($P \leq 0.05$) به گونه‌ای که بیشترین مقدار آن در واریته تاجن و پس از شصت روز نگهداری (6/10min) اما کمترین مقدار آن در واریته مروودشت (3/77min) اندازه‌گیری گردید. زمان پایداری خمیر، قدرت مقاومت خمیر را در مقابل هم‌زدن نشان می‌دهد. آرد با گلوتن ضعیف دارای مقاومت کم و آرد با گلوتن قوی از مقاومت بیشتری برخوردار است. به طور کلی زمان پایداری بین 2-4 دقیقه کیفیت خیلی ضعیف، 4-7 دقیقه ضعیف، 7-10 دقیقه کیفیت متوسط تا قوی، 10-15 قوی و 15-40 دقیقه کیفیت خیلی قوی خمیر را نشان می‌دهد [30]. هر اندازه مقاومت خمیر بیشتر باشد، به همان اندازه مقاومت تخمیر بیشتر خواهد بود. طبق بررسی‌های به عمل آمده درصد پروتئین دانه‌های گندم از تاثیر مثبت و معنی‌داری بر میزان پایداری خمیر برخوردار است [26]. حال از آن‌جا که درصد پروتئین واریته تاجن بیشتر از واریته مروودشت بود لذا خمیر آن از زمان پایداری بیشتری برخوردار بود. نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات

گوارداد و همکاران (2004) مشابهت نشان داد [31]. مطابق جدول 3، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بین واریته‌ها و مدت زمان نگهداری آن‌ها از نظر میزان درجه سست شدن خمیر پس از 10 و 12 دقیقه مشاهده گردید. به گونه‌ای که پس از 10 دقیقه بیشترین درجه سست شدن خمیر در آرد حاصل از واریته مروودشت (90/30min) و کمترین مقدار آن در آرد حاصل از واریته تاجن و پس از شصت روز نگهداری (58/20min) و در همین راستا پس از 12 دقیقه نیز بیشترین درجه سست شدن خمیر در آرد حاصل از واریته مروودشت (97/77min) و کمترین مقدار آن در آرد حاصل از واریته تاجن و پس از شصت نگهداری (65/77min) مشاهده گردید. بطور کلی درجه سست شدن خمیر آردهای ضعیف و نسبتاً قوی، کمتر از 100 و برای آردهای قوی کمتر از 80 می‌باشد. با کاهش درجه سست شدن خمیر، میزان تحمل مکانیکی خمیر بیشتر خواهد شد. علت نتیجه حاصل شده را نیز می‌توان به بالاتر بودن درصد گلوتن و پروتئین آرد حاصل از گندم واریته تاجن نسبت به واریته مروودشت نسبت داد. قابل توجه این که نتایج تحقیق حاضر در راستای نتایج تحقیقات گوارداد و همکاران (2004) بود [31]. در ضمن برخی محققین گزارش کرده‌اند که با افزایش غلظت پلی ساکاریدها در غلات، از جمله گندم و چاودار، به دلیل جایگزینی مقادیر زیاد آرابینوز با زایلوز، درجه نرم شدن خمیر کاهش می‌یابد [32].

3-3-2- نتایج آزمون اکستنسوگراف

نتایج حاصل از آزمون اکستنسوگراف شامل سه ویژگی خمیر یعنی انرژی لازم برای کشش، مقاومت به کشش، قابلیت کشش‌پذیری خمیر و عدد نسبت پس از 45، 90 و 135 دقیقه تخمیر، به ترتیب در جدول‌های 4 تا 7 نشان داده شده است.

Table 4 Mean comparison of interaction between (variety \times times) on energy of Marvdasht and Tajan varieties (Extensograph application) (cm²)

Fermentation time (min)	Time (day)	Marvdasht	Tajan
45	0	25.55 \pm 0.06 ^f	28.63 \pm 0.07 ^d
	30	27.12 \pm 0.02 ^e	37.27 \pm 0.05 ^b
	60	31.02 \pm 0.08 ^c	42.87 \pm 0.07 ^a
90	0	29.23 \pm 0.06 ^d	35.17 \pm 0.07 ^b
	30	33.47 \pm 0.05 ^c	37.93 \pm 0.08 ^a
	60	35.08 \pm 0.09 ^b	38.05 \pm 0.05 ^a
135	0	31.77 \pm 0.03 ^f	41.69 \pm 0.07 ^c
	30	35.77 \pm 0.08 ^e	45.77 \pm 0.05 ^b
	60	40.02 \pm 0.09 ^d	47.00 \pm 0.08 ^a

In each fermentation time, mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

انرژی بیشتر باشد، خمیر به دست آمده سفت تر و قوی تر خواهد بود. مطابق نتایج، با گذشت زمان مقدار این شاخص افزایش یافت به عبارت دیگر دوره انبارمانی سبب بهبود کیفیت و قوی تر شدن خمیر شد. از سوی دیگر بالاتر بودن مقدار انرژی محاسبه شده برای واریته تجن نسبت به مرو دشت را می توان به بالاتر بودن درصد پروتئین و گلو تن واریته تجن نسبت داد. پایان (۱۳۸۵)، نیز عنوان نمود که مقدار انرژی لازم برای کشش خمیر حاصل از آرد گندم های قوی بیشتر از گندم های ضعیف است [۳۳].

مطابق جدول ۴، تاثیر متقابل نوع واریته و زمان نگهداری بر مقدار انرژی لازم برای کشش نمونه های خمیر در تمام زمان های تخمیر معنی دار بود ($P \leq 0.05$). ضمن آن که پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه تخمیر، بیشترین مقدار انرژی در روز شصتم و برای واریته تجن و به ترتیب معادل (42.87 cm^2)، (38.05 cm^2) و (47 cm^2) اما کمترین مقدار آن برای واریته مرو دشت و به ترتیب معادل (25.55 cm^2)، (29.23 cm^2) و (31.77 cm^2) مورد اندازه گیری قرار گرفتند. شاخص انرژی یا همان سطح زیر منحنی، نشان دهنده کل انرژی مصرف شده جهت کشیدن خمیر است. هر چه مقدار

Table 5 Mean comparison of interaction between (variety \times times) on resistance to extension of Marvdasht and Tajan varieties (Extensograph application) (BU)

Fermentation time (min)	Time (day)	Marvdasht	Tajan
45	0	140.30 \pm 0.05 ^e	148.12 \pm 0.07 ^c
	30	147.36 \pm 0.06 ^d	152.85 \pm 0.05 ^b
	60	150.23 \pm 0.05 ^b	160.13 \pm 0.03 ^a
90	0	180.52 \pm 0.01 ^f	190.68 \pm 0.05 ^e
	30	193.45 \pm 0.09 ^d	250.14 \pm 0.04 ^b
	60	210.23 \pm 0.05 ^c	295.14 \pm 0.08 ^a
135	0	248.69 \pm 0.04 ^e	310.64 \pm 0.07 ^d
	30	310.52 \pm 0.08 ^d	363.41 \pm 0.03 ^b
	60	362.12 \pm 0.09 ^c	405.30 \pm 0.05 ^a

In each fermentation time, mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

اندازه گیری قرار گرفتند. منظور از مقاومت به کشش خمیر، ارتفاع منحنی پس از ۵۰ میلی متر جابه جایی روی منحنی می باشد. خمیرهایی که مقاومت در برابر کشش مناسبی داشته باشند در هنگام فراوری خمیر و پخت، کیفیت مطلوب تری ایجاد می کنند [۸]. مطابق نتایج حاصل شده، این شاخص در هر دو واریته طی شصت روز انبارمانی افزایش یافت اما مقدار آن در واریته تجن بیشتر از مرو دشت بود.

مطابق جدول ۵، تاثیر متقابل نوع واریته و زمان نگهداری، در تمام زمان های تخمیر، بر مقاومت به کشش نمونه ها معنی دار بود ($P \leq 0.05$). ضمن آن که پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه تخمیر، بیشترین مقدار مقاومت در روز شصتم و برای واریته تجن و به ترتیب معادل (107.13 BU)، (95.14 BU) و (105.30 BU) اما کمترین مقدار آن برای واریته مرو دشت و به ترتیب معادل (40.30 BU)، (52.18 BU) و (69.24 BU) مورد

Table 6 Mean comparison of interaction between (variety \times times) on dough extensibility of Marvdasht and Tajan varieties (Extensograph application) (mm)

Fermentation time (min)	Time (day)	Marvdasht	Tajan
45	0	125.19 \pm 0.05 ^c	115.03 \pm 0.12 ^f
	30	128.26 \pm 0.08 ^b	117 \pm 0.11 ^e
	60	130.03 \pm 0.045 ^a	120.20 \pm 0.06 ^d
90	0	120.36 \pm 0.05 ^c	105.18 \pm 0.05 ^e
	30	126.35 \pm 0.07 ^b	111.20 \pm 0.03 ^d
	60	130.31 \pm 0.01 ^a	120.48 \pm 0.06 ^c
135	0	110.32 \pm 0.02 ^c	95.31 \pm 0.08 ^e
	30	115.12 \pm 0.07 ^b	102.25 \pm 0.08 ^d
	60	119.30 \pm 0.09 ^a	110.54 \pm 0.09 ^c

In each fermentation time, mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

علت نتیجه حاصل را می توان به تشکیل پیوندهای دی سولفید جدید طی گذشت زمان نسبت داد که موجب افزایش کیفیت آرد شدند [۲۶]. راسل و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی عنوان نمودند که خمیر آرد گندم رسیده از مقاومت به کشش بیشتری در مقایسه با آرد گندم های تازه آسیاب شده برخوردارند [۳۰]. مطابق جدول ۶، تاثیر متقابل نوع واریته و زمان نگهداری، در تمام زمان های تخمیر، بر قابلیت کشش پذیری نمونه ها معنی دار بود ($P \leq 0.05$). ضمن آن که پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه تخمیر، بیشترین مقدار قابلیت کشش پذیری در روز شصتم و برای واریته تجن و به ترتیب معادل (۱۲۵/۲۰mm)، (۱۲۰/۴۸mm) و (۱۱۰/۵۴mm) اما کمترین مقدار آن برای واریته مرو دشت و به ترتیب معادل (۱۲۵/۱۹mm)، (۱۲۰/۳۶mm) و (۱۱۰/۳۲mm)

مورد اندازه گیری قرار گرفتند. منظور از قابلیت کشش پذیری، میزان کشش خمیر در برابر نیروی اعمال شده به خمیر می باشد. طول منحنی از زمان آغاز تا زمان پاره شدن خمیر بر حسب میلی متر بیانگر فاکتور مذکور می باشد [۳۳]. هرچه کیفیت آرد بهتر باشد قابلیت کشش و الاستیسیته آن نیز بیشتر خواهد بود. این گونه به نظر می رسد که با گذشت زمان، کیفیت آردها، خصوصاً آرد حاصل از گندم واریته تجن به دلیل بالاتر بودن درصد پروتئین و گلوتن آن افزایش یافته است که این خود دلیلی بر افزایش الاستیسیته خمیر آن در مقایسه با خمیر حاصل از آرد واریته مرو دشت می باشد. افزایش الاستیسیته خمیر سبب بهبود نگهداری آب و گاز در آن می شود که عاملی اساسی در کاهش بیاتی و حفظ تازگی نان است [۱۱].

Table 7 Mean comparison of interaction between (variety \times times) on ratio number of Marvdasht and Tajan varieties (Extensograph application)

Fermentation time (min)	Time (day)	Marvdasht	Tajan
45	0	1.12 \pm 0.02 ^f	1.28 \pm 0.03 ^e
	30	1.14 \pm 0.04 ^e	1.30 \pm 0.01 ^b
	60	1.15 \pm 0.04 ^d	1.33 \pm 0.05 ^a
90	0	1.49 \pm 0.03 ^f	1.81 \pm 0.06 ^e
	30	1.53 \pm 0.08 ^e	2.24 \pm 0.02 ^b
	60	1.61 \pm 0.04 ^d	2.44 \pm 0.05 ^a
135	0	2.25 \pm 0.01 ^f	3.25 \pm 0.02 ^e
	30	2.69 \pm 0.05 ^e	3.55 \pm 0.04 ^b
	60	3.03 \pm 0.07 ^d	3.66 \pm 0.03 ^a

In each fermentation time, mean that at least one letter in common, not significant difference at 5%

عدد نسبت به صورت حاصل تقسیم مقاومت کشش بر قابلیت کشش خمیر تعریف می گردد [۳۳]. همان گونه که در جدول ۷ مشاهده می شود، تاثیر متقابل نوع واریته و زمان نگهداری، در تمام زمان های تخمیر، بر قابلیت کشش پذیری نمونه ها معنی دار بود ($P \leq 0.05$). ضمن آن که پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه تخمیر، بیشترین مقدار عدد نسبت در روز شصتم و برای واریته تجن و به ترتیب معادل (۱/۳۳)، (۲/۴۴) و (۳/۶۶) اما کمترین مقدار آن برای واریته مرو دشت و به ترتیب معادل (۱/۱۲)، (۱/۴۹) و (۲/۲۵) محاسبه شدند. بزرگتر بودن این عدد نشان دهنده آن است که آرد و در نتیجه خمیر حاصل از آن قوی تر بوده اند. مطابق نتایج آزمون های قبل، با گذشت زمان، کیفیت آردها، خصوصاً آرد حاصل از گندم واریته تجن به دلیل بالاتر بودن درصد پروتئین و گلوتن آن نسبت به واریته مرو دشت افزایش

نشان داد که این خود دلیلی بر بالاتر بودن عدد نسبت در آن واریته نسبت به واریته مرو دشت می باشد [۳۰].

۴- نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر زمان ماندگاری بر مقدار ثابت دی الکتریک دانه های گندم، ویژگی های فیزیکی شیمیایی آرد و خواص رئولوژیکی خمیر حاصل از دو رقم گندم، تجن و مرو دشت، طراحی و انجام شد. در این راستا دانه های گندم ارقام مورد نظر به مدت شصت روز نگهداری و در فواصل زمانی سی روز تحت آزمون های مختلف قرار گرفتند. طبق نتایج مربوط به آزمون های فیزیکی شیمیایی، با گذشت زمان مقدار pH در هر دو رقم کاهش اما مقدار پروتئین، گلوتن مرطوب، رسوب زنی، ثابت دی الکتریک و رطوبت افزایش یافت اما تغییر معنی داری در مقدار

- [4] Fowler, D. B., Brydon, J. and Delaroche, I. A. 1990. Environmental and genotype influence on grain protein concentration of wheat and rye. *Agronomy journal*, 82: 655-664.
- [5] Lakzaei, K., Fakheri B. A., Farokhzadeh, S. and Shayan, Z. 2016. Evaluation of indices related to grain quality, chemical and rheological properties of bread wheat using biplot analysis. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*. 12(3): 15-33.
- [6] Jasemi, Sh., Naghipour, F., Sanjani, S., Esfandyaripour, A., Khorsandi, H. and Najafian, G. 2017. Evaluation of quality properties of four bread wheat (*Triticumaestivum*L.) cultivars in wheat producing provinces of Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 19(2): 102-115. (In Persian).
- [7] FatehNikoo, K., Naghipour, F. and Faraji, A. 2019. Effect of conditions of storage in irrigated and rained wheat on the quality and bakery properties of the flour during ageing. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 85(15): 369-378. (In Persian).
- [8] Movahhed, S. 2017. Supplemental Cereal Products Technology. *Jahad University Press*. P. 45-46.
- [9] Movahed, S. and AhmadiChenarbon, H. 2017. Studying the production of Lavash bread by yeast-salt method and determining the rheological properties of its dough. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 66(14): 157- 163.
- [10] Kibar, H. 2016. Influence of storage conditions on the quality properties of wheat varieties. *American Journal of Food Science and Technology*. 4: 135-140.
- [11] Rajabzadeh, N. 2007. Iranian Flat Bread Evaluation. *Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication No.71, Tehran, Iran* (In Persian).
- [12] Nishio, Z., Takata, K., Ito, M., Tabiki, T., Iriki, N., Funatsuki, W. and Yanauchi, H. 2004. Relationship between physical dough properties and the improvement of bread making quality during flour aging. *Food Science and Technology Research*. 10: 208–213.
- [13] Kraszewski, A. W. Trabelsi, S. Nelson, S. O. 1998. Simple grain moisture content determination from microwave measurement.

خاکستر دو رقم مشاهده نشد. در همین راستا رقم تجن از مقدار گلوتن مرطوب، رسوب زلنی، خاکستر، رطوبت و ثابت دی الکتریک بیشتری در مقایسه با رقم مرودشت برخوردار بود. در ارتباط با ویژگی های فارینوگرافی خمیر حاصل از آرد دو رقم، با گذشت زمان، مقدار جذب آب، زمان گسترش خمیر و زمان پایداری خمیر در هر دو رقم افزایش یافت اما مقدار این شاخص ها و مقدار افزایش آن ها در رقم تجن بیشتر از مرودشت بود در حالیکه درجه نرم شدن خمیر پس از ده و دوازده دقیقه در هر دو رقم با گذشت زمان کاهش یافت به گونه ای که مقدار این دو صفت در رقم تجن کمتر از مرودشت بود. در ادامه طبق بررسی های به عمل آمده در مورد ویژگی های اکستنسوگرافی خمیرهای حاصل از آردهای ارقام مورد بررسی، با گذشت زمان و در تمام زمان های تخمیر، مقدار انرژی لازم برای کشش، مقاومت به کشش، قابلیت کشش پذیری و عدد نسبت در هر دو رقم افزایش یافت اما غیر از قابلیت کشش پذیری خمیر، مقدار مابقی صفات اکستنسوگرافی بررسی شده در رقم تجن بیشتر از رقم مرودشت اندازه گیری شد. در ادامه این گونه به نظر می رسد که انبارمانی دو ماهه تاثیر مثبت و معنی داری بر بهبود خصوصیات کیفی و نانوائی آرد حاصل از ارقام تجن و مرودشت داشته است.

۵- منابع

- [1] Hasheminasab, F. S., MousaviBaygi, M., Bakhtiari, B. and BannayanAval, M. 2014. The effects of rainfall on dry land wheat yield and water requirement satisfaction index at different time scales. *Iranian Society of Water and Irrigation Engineering*. 5(17): 1-13. (In Persian).
- [2] Baniasadi, A., Azizi, M. H. and Sahari, M. A. 2005. Determination of suitable storage time for some kind of wheat for improving baking quality. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 2(3): 9-19. (In Persian).
- [3] Koushki, M. R., KhoshgozaranAbrar, S. and Azizi, M. H. 2010. Effects of flour type, freezing method, and storage time on the quality of Barbari bread made from frozen dough. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*. 5 (4): 65-74. (In Persian).

- measuring the capacitance. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 12: 339-346.
- [24] Kato, K. 1997. Electrical density sorting and estimation of solids content of watermelon. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 67: 161- 170.
- [25] Nelson, S., Bartley J. and Lawnce, K. C. 1998. RF and microwave dielectric properties of stored grain insect and their implication for potential insect control. *Transactions of the ASAE*. 41(3): 685-692.
- [26] Movahed, S., AhmadiChenarbon, H. and Vafaie, M. 2014. Effect of guar and carboxy methyl cellulose gums on chemical, rheological, organoleptic and staling properties of Chapatti bread. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*. 45(1): 31-36.
- [27] Chereji, R., Căpriță, R. and Crețescu, I. 2010. The Influence of xylanase supplementation on dough rheology concerning its consistograph parameters. *Animal Science and Biotechnologies*. 43(1): 379-382.
- [28] Abdel-Aal, E. S., Hucl, P., Chibbar, R., Han, H. and Demeke, T. 2002. Physicochemical and structural characteristics of flours and starches from waxy and no waxy wheat. *Cereal Chemistry*. 79 (3): 458-64.
- [29] Skendi, A., Biliaderis, C., Papageorgiou, M. and Izydorczyk, M. 2010. Effects of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. *Food Chemistry*. 119 (3): 1159-1167.
- [30] Rosell, C. M., Bárcenas, M. and O-Keller, J. 2009. Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch). *Journal of Food Engineering*. 94: 241-247.
- [31] Guarda, A., Rosell, C. M., Bedito, C. and Galotto, M. J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food Hydrocolloids*. 18: 241-247.
- [32] Li, Y., Lu, J., Gu, G., Shi, Z. and Mao, Z. 2005. Studies on water extractable arabinoxylan during malting and brewing. *Food Chemistry*. 93: 33-38.
- [33] Payan, R. 2006. Introduction to Technology of Cereal Products. Aige Pub. Iran. P.420.
- Transactions of the ASAE*. 41 (1): 129 -134.
- [14] Hlavaciva, Z. 2003. Low frequency electric properties utilization in agriculture and food treatment. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 49: 135-146.
- [15] Anonymous. 2003. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (2th Ed.). The Association: St. Paul. MN.
- [16]. Anonymous. 1992. International Cereal Chemistry-Standard, 1972 NO 15 and NO 114/1 Revised 1992.
- [17] Movahed, S., Rooshenas, G. and AhmadiChenarbon, H. 2011. Evaluation of the effect of liquid sour dough method on dough yield, bread yield and organoleptic properties Iranian Lavash bread. *World Applied Sciences Journal*. 15(7): 1054-1058.
- [18] Hruskova, M. and Machova, D. 2002. Changes of wheat flour properties during short term storage. *Journal of Food Science*. 27:125-130.
- [19] Shahmiri, E., Seyedain Ardebili, S.M., Hosseini, S.E. and Aghagholizadeh, R. 2016. Effect of storage conditions on physicochemical and farinograph characteristics of wheat flour. *Journal of Food Science and Technology*. 51(13): 89-103 (In Persian).
- [20] Green, F.C., Anderson, R.E., Halford, N.G. and Shewry, P.R. 1988. Analysis of possible quality-related sequence variation in the D1 glutenin high molecular weight subunit genes of wheat. In proceeding 7th international wheat genetics symposium. IPSR. Cambridge. UK. PP.735-740.
- [21] Payne, P.L., Holt, L.M., Krattiger, A.F. and Carrillo, J.M. 1988. Relationships between seed quality characteristics and HN1Wg glutenin subunit composition determined using wheat grown in Spain. *Journal of Cereal Science*. 7: 229- 235.
- [22] Shahedi, M., Kabir, Gh. and Bahrami, M. 2005. Flour quality on dices and rheological properties of Iranian wheat for production of Taftoon bread. *Journal of Agriculture Science and Nature resource*. 12(2): 78-88 [in Persian].
- [23] Afzal, A., Mousavi, S. F., Khademi, M. 2010. Estimation of leaf moisture content by

The effect of storage time on dielectric constant of kernels, qualitative properties of flour and rheological characterization of two wheat cultivars (Tajan and Marvdasht)

Ahmadi Chenarbon, H. ^{1*}

1. Assistant Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Varamin - Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

(Received: 2019/09/21 Accepted:2019/12/11)

One of the most important factors contributing to bread waste in production and consumption is the use of newly-harvested wheat in some seasons. However, the occurrence of natural oxidation and formation of intermolecular bonds in the protein network improve wheat quality due to proper storage. For this purpose, this research examined the effect of storage life on the dielectric constant of wheat kernels, physiochemical properties of flour, and rheological properties of the dough from two cultivars, namely Tajan and Marvdasht, in three durations (0, 30, and 60 days). Results suggested that, with the passage of time, pH decreased in cultivars, but the protein level, wet gluten, Zeleny sedimentation, dielectric constant, and moisture increased, while the ash in both cultivars did not change significantly. Meanwhile, all measured properties, excluding pH and protein, improved more significantly in the Tajan Cultivars than in Marvdasht. Additionally, as time passed, water absorption, dough development time, and dough stability time increased in both cultivars, but the value of these indexes and the level of changes were higher in Tajan than in Marvdasht. At the same time, dough softening degrees decreased in both cultivars through time after 10 and 12 minutes with Tajan having a lower degree than Marvdasht. With the passage of time, in all durations of fermentation, the required energy for dough extension, resistance to extension, extensibility, and the ratio number Increased in both cultivars. Except for the dough extensibility, the changes in other properties in the Tajan Cultivar were higher than those of the Marvdasht Cultivar. The research concluded that the effect of storage life on physicochemical and rheological properties of the dough from Tajan was higher and more significant than those of Marvdasht.

Keywords: Wheat, Storage time, Wet gluten, Rheological properties, Dielectric constant.

* Corresponding Author E-Mail Address: h.ahmadi@iauvaramin.ac.ir