

## بررسی میزان ژلاتینه شدن نشاسته در نان لواش توسط روش پراش اشعه ایکس (XRD)

آرزو عرفانیان<sup>۱</sup>، سید مهدی سیدین اردبیلی<sup>۲</sup>، محمدحسین عزیزی<sup>۳</sup>

۱- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، پست الکترونیکی: [arezoo\\_erfanian@yahoo.com](mailto:arezoo_erfanian@yahoo.com)

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات

۳- دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۴/۵/۱۵

تاریخ پذیرش: ۸۵/۸/۱۵

### چکیده

**سابقه و هدف:** در این تحقیق، میزان ژلاتینه شدن نشاسته نان لواش نسبت به وزن، پخت و زمانهای نگهداری مورد بررسی قرار گرفت.

**مواد و روشها:** به منظور تعیین میزان ژلاتینه شدن نشاسته از تکنیک XRD (X-ray diffraction) استفاده شد.

**نتایج:** شدت و ارتفاع پیک‌های تهیه شده از نانها با وزن‌های مختلف (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم) توسط این تکنیک از نوع الگوی V بوده که بیانگر ژلاتینه شدن نشاسته می‌باشد. نتایج دیفراکتوگرام‌های روزهای سوم و پنجم، ظهور تدریجی اشکال بلوری را نشان داد که این پدیده در مورد نان لواش، روند سریعی دارد و به نظری می‌رسد که به وجود رطوبت کم در آن مربوط باشد. محاسبات آماری هم نشان دهنده این موضوع بودند که وزن نمونه‌ها در روند ژلاتینه شدن، تأثیری نداشته و پخت اثر یکسانی بر روی کلیه نمونه‌ها داشته است.

**واژگان کلیدی:** نان، نشاسته، ژلاتینه شدن، XRD

### • مقدمه

نان لواش را به دلیل نازک و خشک بودن می‌توان به مدت طولانی نگهداری کرد. بافت داخلی و پوسته این نان به علت نازکی و ضخامت کم با یکدیگر طوری پیوند خورده‌اند که قابل تفکیک نیستند. اطراف نان، کمی ضخیم‌تر است به طوری که در اکثر موارد به صورت نسبتاً خمیری باقی می‌ماند و باعث افزایش ضایعات این نان می‌شود. بافت و ساختار نان لواش پس از خنک شدن نباید سفت و خمیری باشد. سختی نان در هنگام جویدن از عوامل مهم در ارزشیابی نان لواش به شمار می‌آید. (۲، ۳، ۴).

ژلاتینه شدن نشاسته به مرحله تغییر فاز ذوب شدن در محیط آبی شباهت دارد چنین تغییر حالتی با انتقال حجم زیادی آب همراه است. دانه نشاسته با پیشرفت

امروزه، نان به شکلهای مختلف و با طعم و بافت گوناگون و با استفاده از آردهای مختلف تهیه می‌شود که مصرف کننده براساس ذائقه، سلیقه و سنتهای قومی و نوع غذای خود، آن را انتخاب می‌کند. نقش پخت در نشاسته نان، یکی از زمینه‌های اصلی بررسی برای شیمی دان‌های غلات طی سالها بود و مطالعات خواص نشاسته ژلاتینه شده در نان یکی از اهداف این بررسیها به شمار می‌رود.

نان لواش یکی از نانهای سنتی ایران است. یک عدد نان لواش با میانگین وزنی ۱۲۳/۵ گرم، در حدود ۳۱/۶۱ گرم آب، ۹/۶۶ گرم پروتئین و ۳۵۲ کالری انرژی دارد. به عبارت دیگر ۱۳ درصد پروتئین و ۱۲/۱ درصد انرژی مورد نیاز یک فرد بالغ را تأمین می‌کند.

## فرمول تهیه نان لواش

مقدار	مواد اولیه
۱۰۰ کیلوگرم	آرد سبوس گرفته (با درجه استخراج حدود ۷۸ درصد)
۵۰ تا ۶۰ لیتر	آب
۱۵۰۰ تا ۲۲۰۰ گرم	نمک طعام
۳۵ تا ۵۰ گرم	خمیر مایه
۷-۹/۵ کیلوگرم	خمیر ترش

از آرد سبوس گرفته برای تهیه نان لواش استفاده شد. نمک طعام تصفیه و بسته بندی شده مورد نیاز از بازار خریداری شد و از خمیر مایه فوری "فریمان" برای تهیه نمونه ها استفاده شد.

مقدار قند کل از روش لین آنین با استفاده از محلول های فلهلینگ A و B استفاده شد که هدف آن، تعیین قابلیت نشاسته بود. چانه های خمیر نان لواش در وزن های مختلف ۱۰۰، ۲۰۰، و ۳۰۰ گرم آماده و پس از پخت، نان ها در کیسه های پلاستیکی به طور جداگانه، بسته بندی و نگهداری شد. سپس در روز اول، سوم و پنجم نگهداری مورد آزمایش قرار گرفتند. نانها تا روز آزمون در داخل کیسه های پلاستیکی قرار داشتند و در کیسه ها بسته بود. هیچ گونه ماده افزودنی به نمونه ها اضافه نشد. تکنیک اصلی مورد استفاده در این تحقیق XRD بود. XRD یک تکنیک مناسب و غیرمخرب برای شناسایی فازهای بلوری موجود در مواد جامد و پودری می باشد و برای تجزیه خواص ساختمانی مانند فشار، اندازه ذرات، ترکیب فاز و جهت یابی بلور به کار می رود (۹).

اساس این روش براین حقیقت استوار است که الگوی پراش پرتو ایکس هر جسم بلوری، خاص همان جسم است بنابراین، اگر همخوانی بین الگوی یک جسم مجهول و یک نمونه مشخص وجود داشته باشد، شناسایی شیمیایی می تواند انجام پذیرد. دانه های نشاسته که به طور جزئی، بلوری هستند، به وسیله پراش پرتو ایکس مشخص می شوند. نشاسته در نان تازه به صورت آمورف است، ولی به آهستگی طی نگهداری دوباره بلوری می شود. این تغییرات را می توان به وسیله تکنیک پراش اشعه ایکس بررسی کرد.

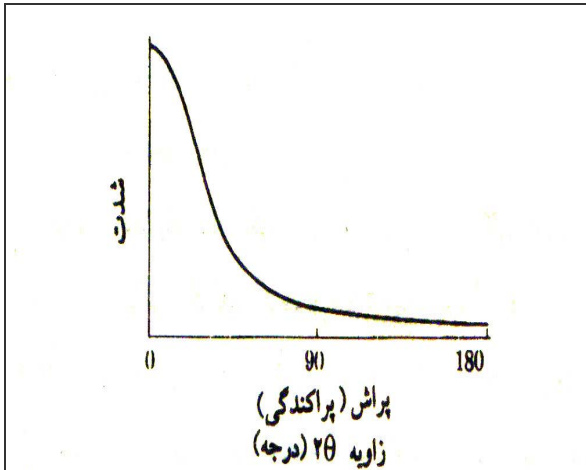
ژلاتینه شدن توانائی جذب آب را دارد، هر چند مقدار جذب آب توسط دانه های نشاسته ژلاتینه شده، کاملاً شناخته نشده است. هنگامی که مقداری از دانه های نشاسته ژلاتینه می شود، توانائی آنها به منظور جذب آب افزایش می یابد و آنها آب را نه تنها از اطرافشان بلکه از دانه های ژلاتینه نشده مجاور جذب می کنند. نشاسته طبیعی در آب غیرمحلول است. در چنین شرایطی به مقدار کمی متورم شده و به وسیله آنزیم به سختی تجزیه می شود. آبیگری در دمای معمولی اتاق به بزرگی سطح دانه های نشاسته بستگی دارد. ژلهای نشاسته در تعادل meta stable هستند و بنابراین زمان و دما، ساختمان و خواص آنها را تغییر می دهد، که به علت تراکم تصاعدی و کریستالیزه شدن مجدد زنجیرهای پلیمر است. در اثر گرم کردن سوسپانسیون (نشاسته و آب)، دانه های نشاسته به علت هیدراته شدن پلیمرها (آبیگری)، متورم می شوند. در دمای بیش از حدود ۵۰ درجه سانتیگراد، تورم به شدت افزایش می یابد. این فرآیند به دمای حرارت دادن و مقدار رطوبت بستگی دارد. (۶، ۷، ۸).

## • مواد و روشها

به منظور تهیه خمیر نان لواش، آرد را در مخلوط کن فلزی ریخته و سپس خمیر ترش و نمک را که قبلاً در آب حل شده به آن اضافه می نمایند و به وسیله همزن مکانیکی کاملاً مخلوط می کنند. مدت زمان اختلاط حدود ۱۰ تا ۱۵ دقیقه است. پس از اختلاط، خمیر را در محل گرمی قرار می دهند تا عمل تخمیر انجام گیرد. مدت زمان تخمیر بین ۱ تا ۴ ساعت است، این زمان در نانوائی های مختلف، متفاوت است زیرا تابع عواملی مانند: نوع آرد، درجه حرارت محیط و مقدار خمیر ترش است. سپس قطعات خمیر را به قسمتهای کوچک کروی که اصطلاحاً چانه نامیده می شود تقسیم می کنند. به منظور جلوگیری از خشک شدن پوسته، روی چانه مقداری آرد ریخته می شود سپس چانه ها را پهن کرده و با وردنه در کلیه جهات نازک می کنند تا به ضخامت مورد نظر برسد سپس روی بالشتک های مخصوص بیضی شکل قرار داده و آنرا به بدنه داخلی تنور می چسبانند. زمان پخت بسیار کوتاه و در حدود ۴۰ ثانیه می باشد.

XRD مشخص شد که در نشاسته گندم ژلاتینه شده، الگویی تحت عنوان الگوی V وجود دارد. این الگو کمپلکس ماریپیچی است و از زنجیره های آمیلوز تشکیل شده است که این زنجیره ها فقط در گرانول های نشاسته ژلاتینه شده گندم وجود دارند (۷).

#### الگوی V



نتایج آزمایشات انجام شده در روز اول، نشان داد که الگوی به دست آمده در همه نانها از الگوی V تبعیت می کند که مشابه دیفراکتوگرام نان تست بود و بیانگر ژلاتینه شدن نشاسته در زمان پخت در این نانها است. در این حالت، نشاسته به صورت کریستالی وجود ندارد، بلکه بی شکل است، ولی در اثر گذشت زمان بتدریج از حالت بی شکل به صورت کریستالی در می آید (دیفراکتوگرامهای ۱ تا ۶ و جداول ۱ تا ۳).

از نتایج آزمایشات مقدار کل قند نان، چنین استنباط شد که با افزایش زمان تخمیر و مدت زمان پخت نان، مقدار بیشتری از نشاسته، هیدرولیز و به قندهای ساده تر تبدیل می شود (جداول ۴ و ۵).

محاسبات آماری انجام شده نشان دهنده این مطلب هستند که تأثیر میزان وزن نمونه ها بر میانگین مقدار قند مصرف شده و درصد قند کل، روند یکسانی داشته است (جداول ۴ و ۵).

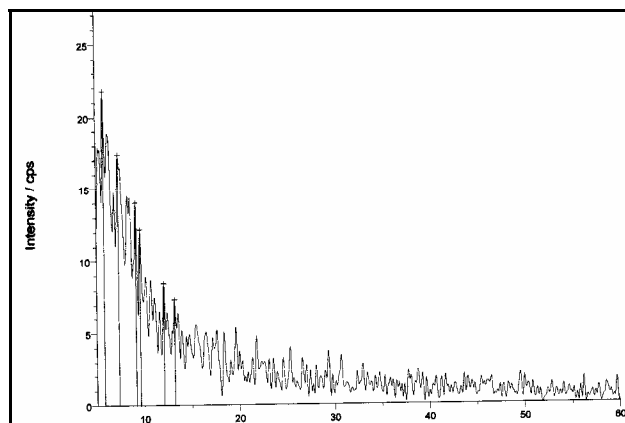
در آزمایشات مربوط به روزهای سوم و پنجم مشاهده شد که طی مدت نگهداری بتدریج اشکال بلوری ظاهر می شوند (دیفراکتوگرامهای ۵ و ۶).

اسکاچ در سال ۱۹۴۵ موفق شد با استفاده از تکنیک XRD الگویی را در نشاسته گندم ژلاتینه شده تحت عنوان الگوی V شناسایی کند (۵). برای انجام این آزمایش، نمونه ها در قسمت نگهدارنده نمونه دستگاه قرار داده شدند و با زاویه ۵ تا ۶۰ درجه و scan time یک ثانیه پرتو دهی انجام شد. دستگاه XRD مورد استفاده در این بررسی، مدل ۳۰۰۳ PTS ساخت شرکت آلمانی Seifert بود.

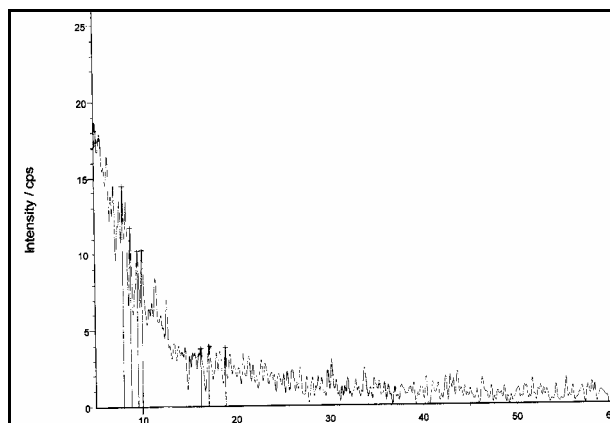
جهت بررسی آماری و تعیین معنی دار بودن روزهای مختلف نگهداری و اوزان مختلف نمونه ها از تحلیل واریانس ANOVA استفاده شد. تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزارهای Exell و Spss انجام گرفت.

#### • نتایج و بحث

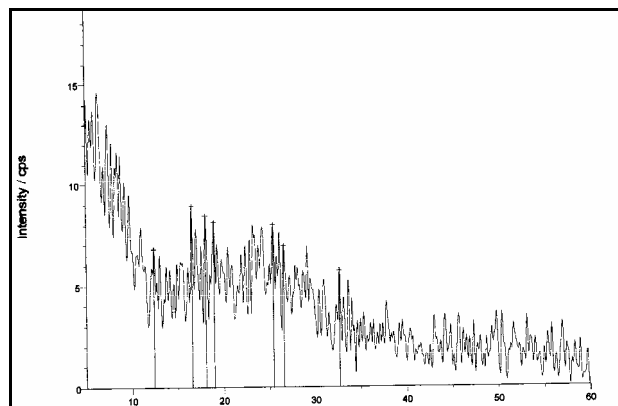
آزمایش بلور شناسی با پرتوهای ایکس که روش پراش سنجی (diffraction) نامیده می شود، یکی از کاربردهای مهم پرتوهای ایکس به شمار می رود. پراش پرتو X روشی آسان و عملی برای شناسایی کیفی ترکیبات بلوری در اختیار قرار می دهد. اساس این روش بر این حقیقت استوار است که الگوی پراش پرتو X هر جسم بلوری، خاص همان جسم است. بنابراین، اگر همخوانی دقیقی بین الگوی یک جسم مجهول و یک نمونه مشخص وجود داشته باشد، شناسایی شیمیایی می تواند انجام پذیرد. این تغییرات را می توان توسط تکنیک XRD بررسی کرد. در این تحقیق نمونه ای از هر قرص نان لواش در قسمت نگهدارنده نمونه دستگاه قرار داده شد و با زاویه ۵-۶۰ درجه و width step ۰/۰۵ درجه و زمان یک ثانیه پرتو دهی انجام شد و دیفراکتوگرامهای مربوطه به دست آمد. برای اطمینان بیشتر از دیفراکتوگرام به دست آمده از پرتو دهی، از نان تست به عنوان نمونه شاهد جهت مقایسه با دیفراکتوگرامهای نان لواش استفاده شد. نان تست به دلیل ژلاتینه شدن نشاسته آن با توجه به زمان و درجه حرارت پخت مورد آزمایش قرار گرفت. براساس تحقیقی در سال ۱۹۴۵ با استفاده از تکنیک



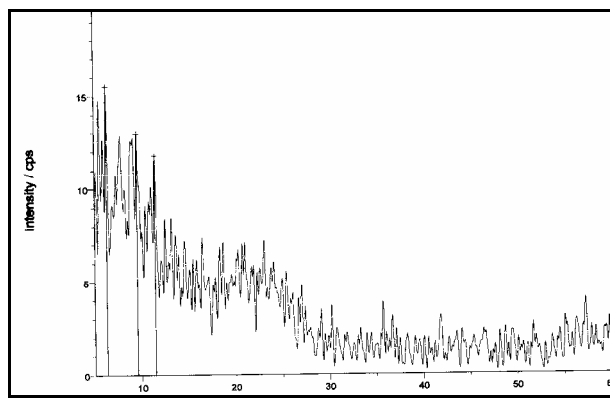
دیفراکتوگرام شماره ۴  
(نان لواش ۳۰۰ گرمی در روز اول)



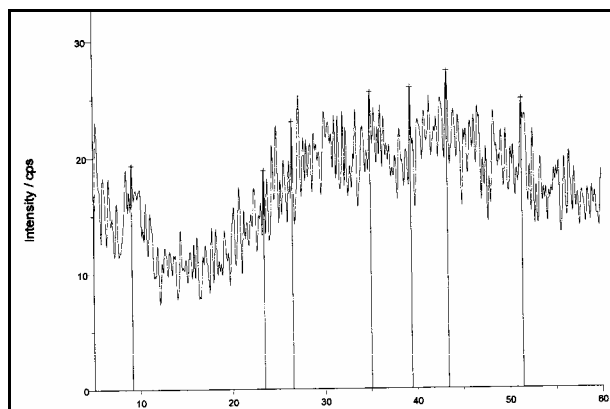
دیفراکتوگرام شماره ۱ (نان تست)



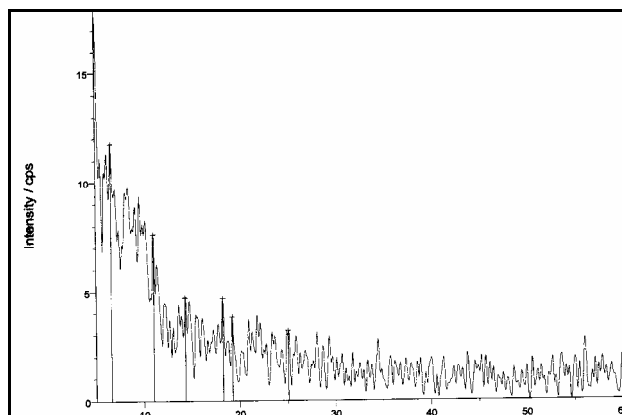
دیفراکتوگرام شماره ۵  
(نان لواش ۱۰۰ گرمی در روز سوم)



دیفراکتوگرام شماره ۲  
(نان لواش ۱۰۰ گرمی در روز اول)



دیفراکتوگرام شماره ۶  
(نان لواش ۱۰۰ گرمی در روز پنجم)



دیفراکتوگرام شماره ۳  
(نان لواش ۲۰۰ گرمی در روز اول)

جدول ۱ - میانگین نتایج آزمایش XRD نان لواش با وزن چانه  
۱۰۰ گرمی طی سه روز نگهداری

روز	FWHM	I net	lim up	lim low	<COG	<parab	d
اول	۱/۵۷	۹/۷۶	۱۴/۰۴	۱۱/۲۹	۱۲/۷۴	۱۲/۳۷	۸/۴۳
سوم	۲/۳۶	۱۲/۸۲	۱۵/۸۳	۱۴/۰۳	۱۴/۶۷	۱۴/۷۴	۷/۹۴
پنجم	۶/۴۷	۱۶/۵۶	۳۲/۰۱	۲۶/۴۸	۲۹/۸۶	۲۹/۹۴	۴/۰۲

جدول ۲ - میانگین نتایج آزمایش XRD نان لواش با وزن چانه  
۲۰۰ گرمی طی سه روز نگهداری

روز	FWHM	I net	lim up	lim low	<COG	<parab	d
اول	۱/۸۵	۶/۹۷	۱۴/۸۶	۱۳/۹۶	۱۴/۰۵	۱۴/۵۳	۷/۶۱
سوم	۲/۷۹	۷/۵۵	۳۰/۶۹	۲۶/۲۶	۲۹/۱۵	۲۹/۰۵	۳/۸۶
پنجم	۳/۱۱	۱۵/۰۱	۳۸/۵۹	۳۵/۰۱	۳۶/۹۸	۳۶/۹۴	۳/۸۱

جدول ۳ - میانگین نتایج آزمایش XRD نان لواش با وزن چانه  
۳۰۰ گرمی طی سه روز نگهداری

روز	FWHM	I net	lim up	lim low	<COG	<parab	d
اول	۱/۶۴	۱۰/۲۲	۱۶/۲۸	۱۴/۵۱	۱۵/۶۱	۱۵/۷۰	۷/۶۸
سوم	۲/۷۴	۱۱/۶۳	۲۹/۰۶	۲۲/۶۵	۲۸/۱۷	۲۸/۱۹	۶/۲۳
پنجم	۵/۵۸	۱۹/۲۵	۳۴/۹۳	۲۸/۶۳	۳۱/۹۶	۳۱/۹۰	۴/۲۶

فاصله بین صفحات کریستالی d-value  
زاویه تابش  
انتهای حد پائین پیک lim low  
انتهای حد بالای پیک lim up  
شدت پیک I net  
نصف ارتفاع بلندترین پیک FWHN  
<parab و <COG

جدول ۵-آزمایش تعیین مقدار قند کل  
آرد لواش

نوع آرد	میانگین درصد قند کل (mg)
لواش	۰/۲۹ ± ۰/۰۰۱

جدول ۴- نتایج آزمایش تعیین مقدار قند کل نان  
لواش در اوزان مختلف

وزن (گرم)	میانگین درصد قند کل (mg)
۱۰۰	۰/۳۱ ± ۰/۰۴
۲۰۰	۰/۳۳ ± ۰/۰۳
۳۰۰	۰/۳۶ ± ۰/۰۲

## • منابع

5. Schoch TG . The fractionation of starch, *Advances in carbohydrate chemistry . chemistry and technology*; 1945 , second ed. Academic press . Inc . New York ; 1: 247
  6. Beleia A , Miller RA and Hosenev RC . *Starch* ; 1996 ; 259-269
  7. Corbellini M , Empilli S , Macario L and Boggini G, *Tecnica- Molitoril* ; 2000 ; 941-946
  8. Fukuoka M , Ohta K and Watanabe H . *Journal of Food Engineering* ; 2002 ; 39-42
  9. A division of the national center for photovoltaics of the national renewable energy laboratory, *Quarterly technical status report* ; 2003
۱. اعتمادی، بیژن، عمیقان، جمشید. مبانی پراش X . مرکز نشر دانشگاه شیراز ، ۱۳۷۵ ، ۲، ۱۱۰، ۲۵۷.
  ۲. بهنام مرادی. نانهای اصلی ایران . ۱ ، پژوهشکده غله و نان، تهران
  ۳. رجب زاده، ناصر، گلشن تفتی، ابوالفضل. تعیین معیارهای ارزشیابی آرد و خمیر جهت تولید نان بربری و لواش . ۸۸ ، پژوهشکده غله و نان ، تهران
  ۴. ملکی ، مهدی . تولید نان به زبان ساده . اداره کل غله استان لرستان ، ۱۳۸۰ ، ۵۱-۳۷