مطالعه و ارزیابی میکروسکوپی و حسی بیاتی نان‌های پر مصرف ایرانی

محمدسعید یارمند*

استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی،پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: 84/10/12 تاریخ پذیرش:85/8/7)

چکیده

بیاتی نان از جمله مسائلی است که از سالیان دراز توجه بسیاری از محققین را به خود معطوف داشته است و همواره در پی آن بوده‌اند که علت آنرا جویا شوند. یکی از راه های بررسی مکانیسم بیاتی نان، مطالعه و ارزیابی ساختمان میکروسکوپی نان است. در این تحقیق ساختمان میکروسکوپی نان‌های پرمصرف ایرانی نظیر بربری، لواش و سنگک به صورت تازه و همین‌طور پس از نگهداری به مدت 24، 48، و 72 ساعت مورد بررسی قرار گرفت. آنچه مسلم است بیات شدن نان در حین سه روز اتفاق می‌افتد امّا سرعت بیاتی در طی روزهای اول، دوم و سوم فرق می‌کند بدین ترتیب که در روز اوّل کند، در روز دوم با سرعتی متوسط و در روز سوم نگهداری با سرعت بیشتری پیش می‌رود که به صورت تغییرات ساختمانی در تصاویر میکروسکوپی مشهود است. عمده این تغییرات مربوط به رتروگراداسیون گرانول‌های نشاسته می‌باشد. ضمن آنکه تغییراتی در ساختمان شبکه گلوتنی نیز پدید می‌آید. در بعضی نان‌ها مانند بربری بیاتی حتی در روز اول در مقایسه با سایر نان‌ها سرعت بیشتری پیدا کرد. در حالیکه در نان لواش کند و در نان سنگک در روز اول کندتر بود. ارزیابی حسی (ارگانولپتیک) در خصوص نمونه نان تازه نان‌های نگهداری شده در فواصل زمانی ذکر شده انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که در خصوص قضاوت اعضا پانل اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد و نمونه‌ها در مقایسه با نان تازه از هر نوع نان، به یک اندازه بیات نشده بودند و نان بربری بیشتر از نان‌های دیگر بیات شده بود. نتایج کلی نشان می‌دهد که رتروگراداسیون گرانول‌های نشاسته در طی ماندن انواع نان بخصوص در 48 و 72 ساعت نگهداری پدید می‌آید این امر سبب بوجود آمدن پدیده بیاتی می‌شود و میزان شدت آن در بین نمونه‌ها فرق می‌کند. علاوه‌بر آن کواگولاسیون شبکه گلوتنی در حین پخت اهمیت دارد و همین‌طور عوامل دیگری نظیر ترکیبات آرد، شرایط پخت و زمان پخت را نمی‌توان نادیده گرفت.

کلید واژگان: نان‌های مسطح، بیاتی،ارزیابی حسی و رتروگراداسیون نشاسته

1- مقدمه

یاتی نان از جمله مسایلی است که از سالیان دراز مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته و همواره در پی آن بوده اند که علت آنرا جویا شوند.

بطور کلی گرایش به مصرف نان تازه و زیانهای اقتصادی ناشی از پایین بودن کیفیت نان بویژه بیات شدن سریع آن مسأله بهبود کیفیت نان را مطرح می‌سازد، با توجه به گرایش جامعه به مصرف نان تازه ضایعات این ماده غذایی با اهمیت که نقش ویژه ای را در رژیم غذایی روزانه ایفا می‌نماید از مشکلات اقتصادی کشور به شمار می‌آید. این مسأله با توجه به یارانه پرداخت شده بوسیله دولت و ارزی که قبل از خود کفایی گندم در رابطه با خرید آن اگرچه از نظر کمی نیاز مبرم مردم را برطرف نمود و از دید گاه هدف‌های توسعه کشور نقطه عطفی بود ولی باز هم مسأله کیفی گندم و بهبود کیفیت گندم و نا ن حاصل از آن همواره مطرح است. یکی از راههای جلوگیری از بیاتی نان بکار بردن مواد افزودنی می‌باشد مانند گلوتن، آرد مالت جو پنتوزانها، مالتوز و غیره می‌باشد. راه دیگری که می‌توان بوسیله آن از سرعت بیاتی نان کاست شناخت و بررسی عوامل بیات کننده نان و نحوه جلوگیری از تشکیل آ نها می‌باشد. در این رابطه جهت بررسی ساختمان میکروسکوپی نان از تکنیک های مختلف استفاده می‌شود. پدیده بیاتی در حین نگهداری نان بوقوع می پیوندد و به این علت بیشتر

* مسئول مکاتبات: myarmand@ut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]

هزینه می شد ابعاد وسیعتری پیدا می‌کرد که خوشبختانه با خود کفایی گندم داخل کشور از شدت آن کاسته شد. خود کفایی گندم می آید که همه آنها منجر به از دست دادن رطوبت نان و در نهایت سفت شدن و بیاتی آن می‌گردد.

بررسی ساختمان میکروسکپی نان نحوه تغییراتی را که در حین بیاتی درمان پدید می‌گردد را توجیه می‌نماید.

هدف اساسی این پژوهش شناسایی ترکیباتی است که نقش مهم‌تری در این جهت ایفا می‌کنند. میکروسکوپ نوری را برای بررسی تغییرات ساختمانی نشاسته مورد استفاده قراردادند و وضعیت نشاسته را در بافت داخلی نان مطالعه نمودند. آنها دریافتند که گرانولهای نشاسته برخی ویژگیهای خود را حفظ نموده وتوسط فاز پیوسته پروتئینی از یکدیگر جدا شده و جدا شدن گرانولها را عامل مهمی در تشکیل بافت دانه ای نان دانستند[3، 2، 1].

Strandine و همکاران [4] از راه بررسی‌های میکروسکوپی نقش منوگلیسرید ها را در کند کردن فرایند بیات شدن نشان دادند. این پژوهشگران چنین نتیجه گرفتند که در هنگام مخلوط کردن، پاره‌ای از منوگلیسرید ها از راه پیوندهای شیمیایی به نشاسته متصل می شوند در حالیکه برخی دیگر به طور مکانیکی روی گرانول های نشاسته را پوشانده اند و بدین ترتیب توا نایی جذب آب این ذرات را کاهش می دهند. کاهش میزان جذب آب در نشاسته، آب بیشتری جهت آب‌گیری گلوتن فراهم می‌نماید.

Sandstedt و همکاران[3] عمل نشاسته را در پخت نان مطرح نمودند Yasunaga و همکاران[5] ژلاتینه شدن نشاسته را در حین پخت نان مطالعه نمودند. در این پژوهش از آمیلوگراف برای مطالعه ویژگیهای خمیر استفاده کردند. عوامل عمده‌ای که در میزان ژلاتینه شدن مؤثربودند عبارتند از: جذب آب در حین پخت، دما، زمان، مواد افزودنی وعوامل دیگر. نشاسته در بافت داخلی لایه های خارجی نان به میزان بیشتری ژلاتینه شده است در حالیکه درمرکز قرص نان ژلاتینه شدن کمتر صورت گرفته است. آسیب دیدگی نشاسته روی ژلاتینه شدن آن ضمن پخت نیزتاثیر می گذارند چرا که گرانولهای آسیب دیده مورد حمله آمیلاز ها قرار می‌گیرد.

Moss [6] ساختمان میکروسکوپی نان را که در فرمول از پتاسیم برومات و اسید اسکوربیک استفاده شده بود را مورد مطالعه قرار داد. پژوهشگران دیگر مانند Bechtel و دستیاران [7] بررسی‌هایی را درباره تهیه نان انجام دادند و برای بررسی ساختمانی نان از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی از نوع ترانزمیشن را در روزهای اول، دوم و سوم نگهداری رخ می‌دهد. تغییراتی در ساختمان ترکیبات نان بویژه گلوتن و نشاسته بوجود مورد استفاده قرار دادند. نامبردگان در پژوهش خود شبکه پروتئینی و ژلاتینه شدن نشاسته را با دقت بیشتری مورد ارزیابی قرار دادند.

Hug-Item و همکاران [8] درباره تغییرات ساختمان میکروسکوپی نشاسته همچنین بیاتی نان گندم پژوهش نمودند. ساختمان میکروسکوپی نشاسته در خمیر, نان تازه و نان نگهداری شده، بوسیله میکرو سکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که در خمیر، جدا شدن قسمتی از نشاسته از فاز پروتئینی مشاهده می‌شود. نشاسته در حین پخت ژلاتینه شده و تشکیل شبکه پیوسته نشاسته را می‌دهد. دو بخش مولکولی نشاسته یعنی آمیلوز و آمیلو پکتین به صورت دو فاز جداگانه در آمده و آمیلوز در مرکز دانه‌های نشاسته گرد آمده است. مطالعه میکروسکو پی بافت داخلی نان تازه ثابت نمود که ژلاتینه شدن نشاسته سبب از دست رفتن بازتاب دوباره نور دانه‌های نشاسته می شود, اما پس از رساندن به نان ویژگی یاد شده دوباره بدست می آید.

Azizi و همکاران در سال[9] اثر برخی مواد افزودنی مانند منو و دی گلیسرید ولسیتین را بر روی ویژگیهای حرکتی خمیر و کیفیت نان مسطح (تافتون) مورد بررسی قرار دادند. با افزودن مواد بالا درصد جذب آب به طور چشم‌گیری بالا رفت و خصوصیات رئولوژیک خمیر و کیفیت پخت نان حاصل بهبود یافت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نان های تافتون در مقایسه با نان شاهد بهتر بودند.

Jacobson و دستیارانش[10] رترو گراداسیون نشاسته منابع مختلف بوتانیکی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که میزان رترو گراداسیون نشاسته گندم بیشتر از نشاسته ذرت معمولی، برنج، تاپیوکا، و سیب زمینی بود. بنابراین در نان که در فرمول تهیه آن بیشتر از آرد گندم استفاده می شود رتروگراداسیون بیشتری از خود نشان خواهد داد.

2- مواد و روشها

نان‌های سنتی پر مصرف ایرانی مانند بربری، لواش و سنگک از نانوایی های تعیین شده در سطح شهرستان کرج تهیه گردید و جهت ارزیابی بیاتی به مدت سه شبانه روز نگهداری شد. از نان های تازه و همینطور نان های نگهداری شده در فواصل زمانی 24، 48 و72 ساعت به ترتیب نمونه هایی به ابعاد 3×2 میلیمتر آماده شد و با تکنیک ویژه پوشش خاصی روی آنها قرار گرفت. جهت بررسی ساختمانی نمونه‌ها از میکروسکوپ الکترونی مدل - gxa

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]

840 استفاده شد. و عکس‌های گوناگونی از آنها تهیه گردیداز سوی دیگر ارزیابی حسی به وسیله آزمون اختصاص امتیاز برای تعیین میزان بیاتی نان در فواصل زمانی 24، 48 و 72 ساعت بعد از پخت انجام پذیرفت. در این آزمون امتیازاتی در نظر گرفته شد که هر یک مشخص کننده درجاتی از بیاتی نان بودند و داوران با انتخاب آنها میزان بیات شدن را در پرسشنامه ویژه آن وارد کردند. این روش نخستین بار توسط بچتل و مایسنر [11] مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی میزان بیاتی، نان های تهیه شده را به مدت 72 ساعت در دمای $30^{\circ}C$ نگهداری نموده و پس از گذشت هر 24، 48 و 72 ساعت مورد ارزیابی قرار دادند و یافته‌های به دست آمده مورد تجزیه و تحلیل واریانس قرار گرفت و در این رابطه از طرح بلوکی تصادفی کامل استفاده شد.

3- نتایج و بحث

الف - نان بربری

ساختمان میکروسکوپی در نان بربری تازه به صورت شبکه درهم تنیده گلوتنی مشاهده می‌شود که در لابلای آن گرانولهای متورم شدهٔ نشاسته مشاهده می‌شود. (شکل 1).

گرانولها در برخی از تصاویر حالت درخشنده‌ای به خود گرفته‌اند که نشان دهندهٔ رتروگراداسیون سریع‌تر آنها می‌باشد (شکل 2) و لذا سرعت بیشتر بیات شدن را در این نوع نان بیان می‌کند. در شکل3 گرانولهایی دیده می‌شود که حالت بادکردگی آنها به حدّ بیشینه رسیده و در سطح آنها شکاف‌هایی ایجاد گردیده و آماده ترکیدن هستند که در نتیجه آن محتویات گرانول‌ها به خارج منتقل می‌شود.

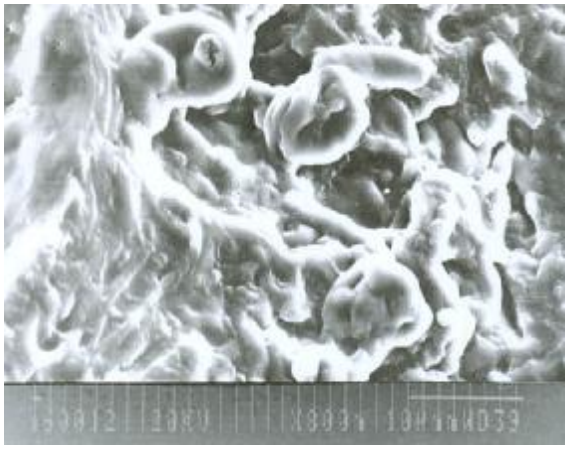
در نمونه نان بربری (24 ساعت پس از پخت) میزان چین‌خوردگی شبکه گلوتنی بیشتر نمایان است (شکل4) میزان رتروگراداسیون با حالت کریستالی در بعضی گرانولهای نشاسته کاملاً هویدا است (شکل5).

تصاویرجالبی از نان بربری دو روز نگهداری شده دیده می‌شود که در آن شبکه چین‌خوردهٔ گلوتنی گرانول‌های نشاسته را بخوبی پوشش داده است و آنها را در میان شبکهٔ سه بعدی خود قرار داده است (تصویر6) بعضی قسمت‌های شبکهٔ گلوتنی در تصویر7 جهت وضوح بیشتر با بزرگ‌نمایی بالاتری نشان داده شده است. در ناحیه سمت چپ تصویر 6 گرانول متورم شده‌ای از نشاسته را نشان می‌دهد که دارای شیار عمیقی در وسط آن است. و در سطح آن ترک خوردگی و لکه‌هایی دیده می‌شود که با بزرگ‌نمایی بیشتری نشان داده شده است (شکل7). در ناحیه سمت راست تصویر6 گرانول دیگری از نشاسته دیده می‌شود که دارای تورم کمتری است. و به صورت کمی پهن می‌باشد (شکل8). و شیار مرکزی کم عمق‌تری نسبت به تصویر7 دارد. این خود بیانگر آن است که گرانولهای نشاسته بسته به جایگاهی که در ساختمان نان دارند میزان تورم آنها در اثر جذب رطوبت و دمای پخت بکار رفته می‌تواند متفاوت باشد.

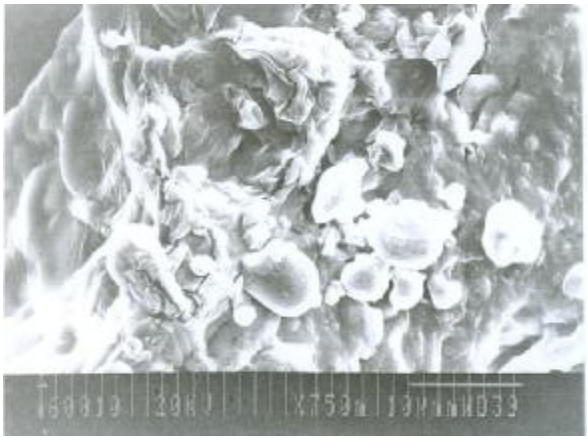
همانطور که ملاحظه می‌شود گرانولهای نشاسته بخوبی متورم شده است و حالت چروکیدگی عمیقی (Shrinkage) در گرانولهای حجیم شده نمایان است. بعضی گرانولها پاره شده‌اند که به صورت ذراتی در شکل 9 دیده می‌شوند. ذرّات حاکی از آزاد شدن محتویات گرانولها و در نتیجه ایجاد شرایط مناسب برای ژلاتینه شدن ضمن پخت می‌باشند. که از این بابت نظر استراندین و همکارانش را تأیید می‌کند[11]. مبنی بر اینکه اتصال مکانیکی ذرات با گرانول‌های نشاسته می‌تواند یکی از راه‌های کریستاله شدن گرانولهای نشاسته باشد. در نان دو روز مانده مشاهده میشود که به صورت درخشانی قابل مشاهده‌اند. در نان بربری سه روز نگهداری شده تغییرات ساختمانی آن بیشتر از نان نگهداری شدهٔ دو روزه می‌باشد. میزان چین خوردگی شبکه گلوتنی بیشتر می‌شود (شکل10) و گرانولهای نشاسته از حالت تورم خود تا حدودی خارج شده و به شکل سختی دیده می‌شوند که در بعضی اوقات حالت درخشنده‌ای نیز بخود می‌گیرند که نشان دهنده حالت رتروگراداسیون[1] و یا حالت کریستاله شدن آنهاست (شکل11). بخشی از تصویر11 که نشان‌دهندهٔ گرانولهای کامل نشاسته و گرانول‌های پاره شدهٔ آن می‌باشد در حالیکه حالت کریستالی و درخشنده‌ای بخود گرفته‌اند، با بزرگ‌نمایی بیشتر نمایان شده است (شکل12). تصویر حاکی از آنست که میزان چین خوردگی شبکه گلوتنی و بویژه گرانولهای نشاسته بیشتر است. گاهی میزان چین خوردگی به گونه‌ای است که تشخیص شبکه و گرانولها از همدیگر کاری دشوار بنظر می‌رسد که این خود بیانگر آنست که گرانول‌های نشاسته و شبکه گلوتنی از راه پیوندهای شیمیایی که بین آنها برقرار شده به صورت شبکه همگن در آمده‌اند که با سخت و سفت شدن این شبکه همگن، بافت نان پس از سه روز سخت می‌شود. میزان در هم فشرده شدن ساختمان میکروسکوپی نان بربری بخوبی نشان دهندهٔ سفت و یا سخت شدن بافت آنست که بیان کننده بیاتی نان است.

1. Retrogradation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]



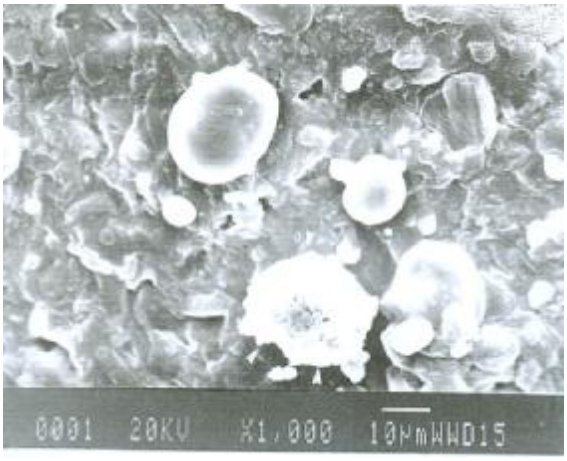
شکل 1 ساختمان میکروسکوپی نان بربری تازه، در هم رفتگی شبکه گلوتنی مشاهده می شود که در آن گرانولهای نشاسته نمایان است



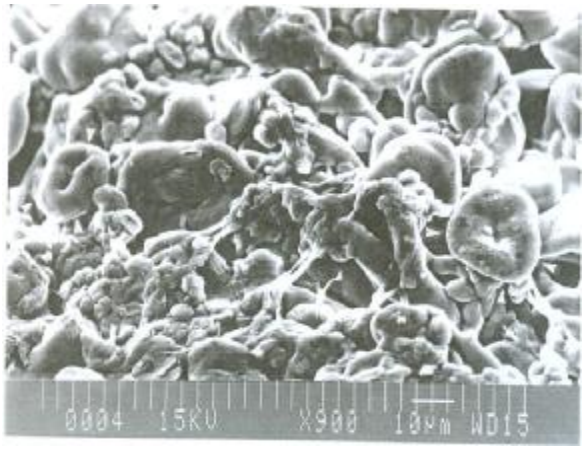
شکل 2 ساختمان میکروسکوپی دیگری از نان بربری تازه، رتروگراداسیون سریعتر گرانولهای نشاسته نمایان است

شکل 3 ساختمان میکروسکوپی نان بربری تازه، نواحی دارای شکاف روی گرانولهای نشاسته مشخص شده است

شکل 4 ساختمان میکروسکوپی نان بربری یک روز مانده، در هم رفتگی بیشتر شبکه گلوتنی نمایان است

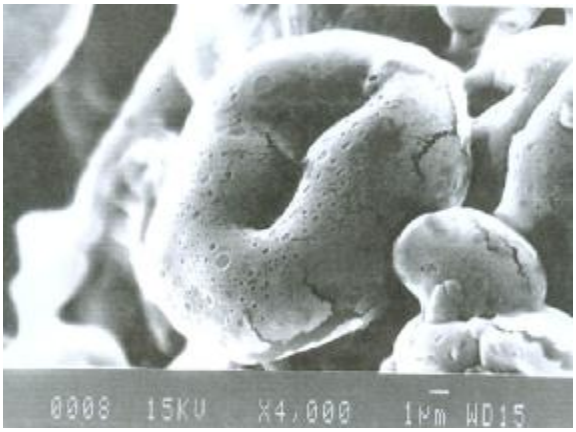


شکل 5 ساختمان میکروسکوپی نان بربری یک روز مانده، نمونه ای که حالت درخشندگی (رتروگرید) دارد به وسیله فلش ها نشان داده شده است.

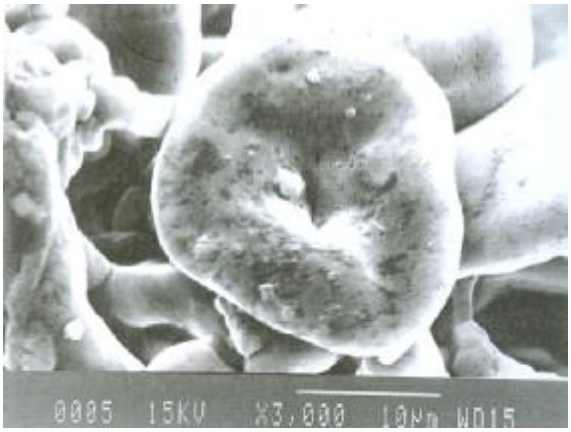


شکل 6 ساختمان میکروسکوپی نان بربری 2 روز مانده

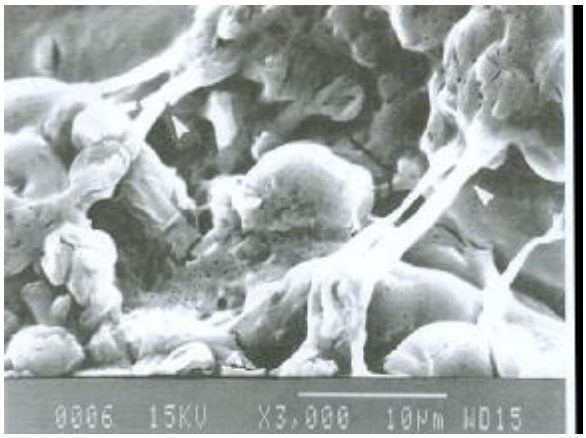
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]



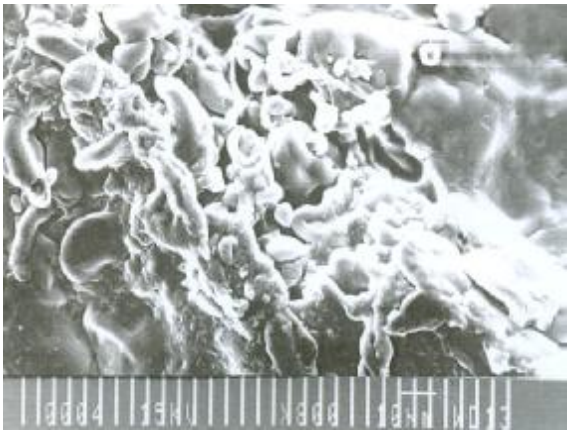
شکل 7 ساختمان میکروسکوپی نان بربری 2 روز مانده، گرانول نشاسته ناحیه سمت چپ تصویر قبل به صورت رترو گرید شده با شیار عمیق آن نمایان شده است



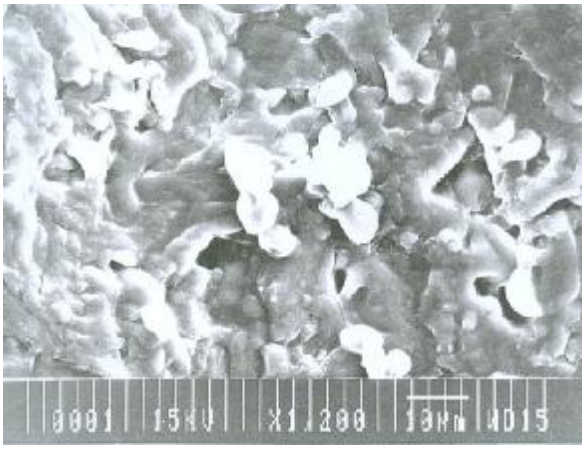
شکل 8 ساختمان میکروسکوپی نان بربری 2 روز مانده، گرانول نشاسته ناحیه سمت راست تصویر 8 به صورت مقایسه ای در حالیکه رترو گرید شده نمایان شده است



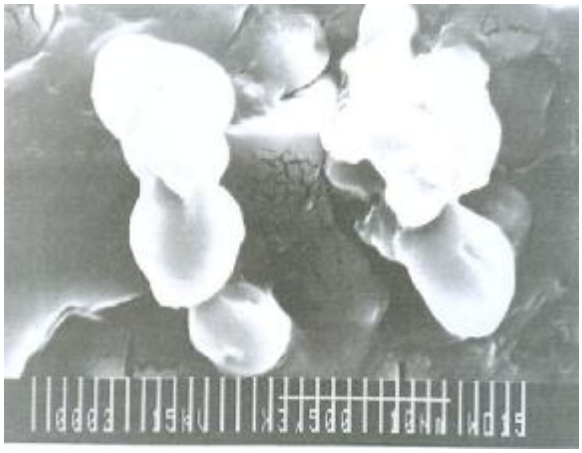
شکل 9 ساختمان میکروسکوپی نان بربری 2 روز مانده، کشیده شدن شبکه گلوتنی در دو ناحیه نشان داده شده است



شکل 10 ساختمان میکروسکوپی نان بربری 3 روز مانده



شکل 11 ساختمان میکروسکوپی نان بربری 3 روز مانده



شکل 12 ساختمان میکروسکوپی نان بربری 3 روز مانده، ناحیه مرکزی تصویر قبل با بزرگنمایی بیشتر نشان داده شده است

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]

ب ـ نان لواش

ساختمان میکروسکوپی نان لواش ظریف تر از نانهای دیگر است و تصاویر بدست آمده از نان لواش تازه حاکی از آن است که شبکه گلوتنی خوب تشکیل نشده و بیشتر گرانول های نشاسته یا به طور کامل متورم شده و یا اینکه کمتر تورم یافته‌اند و فرصت پاره شدن و آزاد کردن محتویات خود را نیافته اند لذا از نظر ساختمانی ژلاتینه شدن در ساختارنان بطورکامل صورت نگرفته است. که با توجه به محدود بودن فرصت پخت نان لواش نسبت به سایر نانها این حالت بیشتر اتفاق می‌افتد. در نان لواش حالت کواگولاسیون شبکه پروتئینی قابل مشاهده است (شکل13). البته گرانول‌های نشاسته هویدا نیستند. گرانولها در نان تازه به خوبی آماس کرده که در بعضی مواقع سطح آنها دچار ترک خوردگی می‌شود (شکل14).شبکه گلوتنی همچون ساختمان دیگر نانها گرانولهای نشاسته را در برمی‌گیرد (شکل15).

در نان لواش یک روز نگهداری شده چین خوردگی شبکهٔ گلوتنی و گرانولهای نشاسته مشخص می‌شود و پس از گذشت 24 ساعت از تازه بودن نان، گرانولهای نشاسته بهتر آشکار می‌شود و بتدریج حالت چروک خوردگی (Shrinkage) به خود می‌گیرند (اشکال15و16). در بعضی گرانولها اگر چه در اثر دمای پخت ویژگی مهم خود یعنی بازتاب دوباره نور (Birefringence) را از دست می‌دهند ولی به لحاظ آنکه در جهت کریستاله شدن پیش میروند تا حدودی درخشندگی کمی را از خود نشان می‌دهند که احتمالاً نشان دهنده آغاز مرحله Retrogradation است (شکل17) بخشی از شکل 17 با بزرگ‌نمایی بیشتری (x2200) نشان داده شده است که دو گرانول نشاسته یکی حالت متورم شده‌ای دارد در حالیکه ترک‌هایی روی آن است که حاکی از آمادگی آن برای ترکیدگی وآزاد کردن محتویات آن است و گرانول دیگر به صورت چروکیده‌ای در آمده که شکاف عمیقی در قسمت طولی گرانول پدیده آمده است و هر دو گرانول در یکی از شبکه‌های گلوتنی قرار گرفته‌اند.

در نان لواش دو شبانه روز نگهداری شده درخشندگی در بعضی گرانولهای نشاسته بیشتر دیده می‌شود. شکل18 نشان دهنده پیشرفت حالت کریستاله‌شدن یا رتروگراداسیون در گرانولهای نشاسته موجود در ساختمان بافت نان لواش می‌باشد.

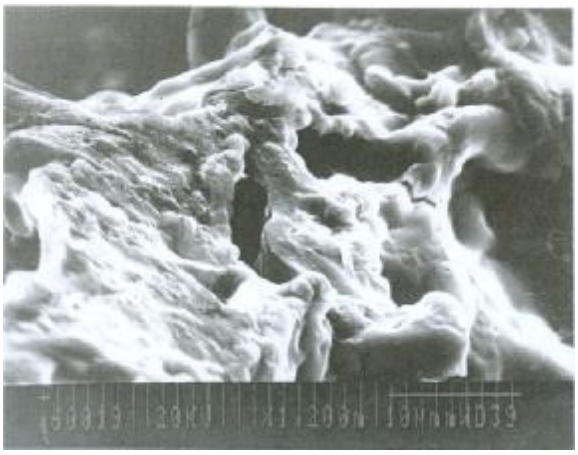
ولی تفاوت چندانی در ساختمان میکروسکوپی نان لواش یک روز مانده و دو روز مانده دیده نمی‌شود. در شکل19 ترک‌های بیشتری در سطح گرانول‌های متورم شده نشاسته مشاهده می‌شود که نشان دهنده آنست که دمای پخت تنها ایجاد تورم در نهایت ترک‌هایی در گرانول‌های نشاسته بوجود آورده ولی به مرحله پاره شدن گرانول‌ها نرسیده و محتویات گرانول‌ها به بیرون و در داخل شبکه گلوتنی نریخته و ژلاتینه شدن در بافت نان تشکیل نشده است. بیشترین تغییر در ساختمان بافت مربوط به کواگولاسیون پروتئین می‌باشد. پس از نگهداری نان لواش به مدت سه شبانه روز تنها تغییری که در ساختمان میکروسکوپی دیده می شود شامل درخشندگی گرانول‌ها به لحاظ حالت کریستاله‌شدن آنها بود و همین طور کمی چروکیدگی که در گرانول‌ها بوجود آمد ناشی از سخت شدن ساختمان بافت داخلی نان می‌باشد (تصویر20). اما روی همرفته این تغییرات نسبت به سایر نانهای مورد پژوهش کمتر بود.

ج ـ نان سنگک

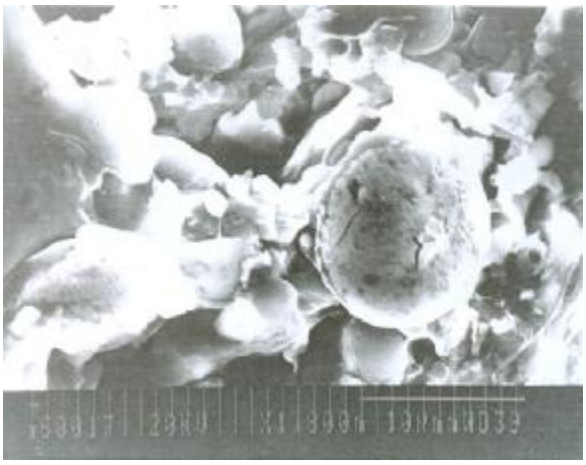
نان سنگک تازه دارای بافت یکنواختی است که کواگولاسیون در آن پدید آمده و حالت سه بعدی (شکل21) در آن بخوبی نمایان است. آنچه در ساختمان نان سنگک تازه به خوبی دیده می‌شود پدیدهٔ ژلاتینه شدن است که نسبت به نان بربری و نان لواش بهتر انجام گرفته است و در اثر وَر آمدن خمیر در مدت زمان متناسب در هنگام پخت (که یکی از شرایط الزامی در تهیه نان سنگک می‌باشد) گرانولهای نشاسته به میزان بیشتری محتویات خود را وارد محیط ساخته و کمپلکس‌های پروتئین ـ نشاسته به میزان زیادی در خمیر عمل آمده بوجود آمده است و بافت همگن و یکنواختی که حاصل کواگولاسیون شبکه گلوتنی است ایجاد شده و در آن ژلاتینه شدن بطور کامل و همزمان صورت گرفته است. لذا گرانولهای نشاسته به صورت منفرد در ساختمان نان تازه مشاهده نمی‌شوند. علاوه بر آن در هنگام پخت نان سنگک بستر حرارتی آن متفاوت از نانهای پر مصرف دیگر می‌باشد منظور از بستر دمایی ریگ کف تنور است که با دمای داخل تنور به صورت داغ در آمده که با پهن کردن خمیر بر روی آنها ریگ‌های بستر دمای خود را به خمیر منتقل می‌سازند و بدین ترتیب انتقال دما به صورت کامل‌تر توسط ریگ‌های بستر صورت می گیرد و به لحاظ نفوذ بیشتر دما به داخل بافت نان ژلاتینه شدن کاملتر انجام می‌گیرد.

بخش عمده‌ای از این امتیاز مربوط به زمان طولانی‌تر است. در ساختمان میکروسکوپی نان سنگک یک روز نگهداری شده تفاوت چندانی با تصویر نان تازه دیده نمی‌شود (شکل22). یعنی باز هم بافت یکنواختی که حاکی از کواگولاسیون منظم گلوتن در ساختار بافت داخلی است، نمایان است. با وجود اینکه گرانولهای نشاسته در اثر دمای پخت ویژگی بازتاب دوباره نور (Birefringence) خود را از دست داده اند ولی باز هم در ساختمان میکروسکوپی حالت درخشندگی ویژه‌ای دیده می‌شود که ممکن است مربوط به آغاز مرحله کریستاله شدن آنها باشد.

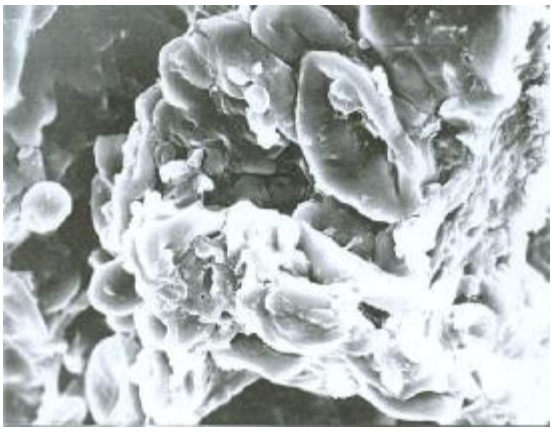
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]



شکل 13 ساختمان میکروسکوپی نان لواش تازه، شبکه گلوتنی کامل شکل نگرفته است

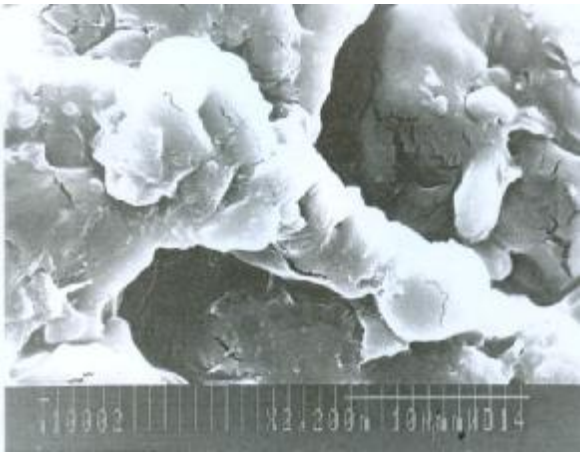


شکل 14 ساختمان میکروسکوپی نان لواش تازه، گرانول نشاسته کامل متورم شده اما محتویات آن آزاد نشده است

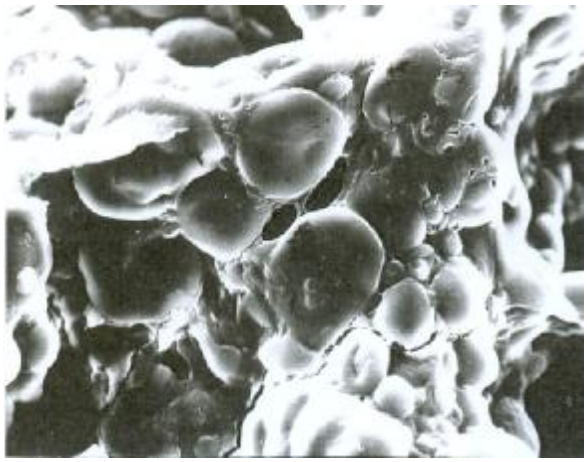


شکل 15 ساختمان میکروسکوپی نان لواش یک روز مانده، ساختار نامناسب شبکه گلوتنی نمایان است

شکل 16 ساختمان میکروسکوپی نان لواش یک روز مانده



شکل 17 ساختمان میکروسکوپی نان لواش یک روز مانده



شکل 18 ساختمان میکروسکوپی نان لواش 2 روز مانده

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]

در ساختمان نـان سـنگک نگهـداری شـده بـه مـدت یـک روز، گرانولهای نشاسته به خوبی دیده نمی‌شوند و به صورت بی شکل و نامنظم هستند، در حالیکه کمی کریـستاله شـده‌انـد نمایـان هـستند (شکل23).

در ساختمان نان سنگک دو روز نگهداری شـده، شـبکه کواگولـه شده پروتئینی بتدریج حالت درهم و فشرده‌ای پیدا می‌کند (شـکل 24) و در نتیجه آن گرانولهای نشاسته یا تکه‌هـایی از آنهـا نمایـان می‌شود. همان‌طوریکه دیده می‌شـود گرانولهـای نـشاسته بـه طـور مشخصی با شبکهٔ گلوتنی در هم آمیخته‌اند و حالت چروکیده‌ای به خـود گرفتـه‌انـد ولـی هنـوز بنـدرت حالـت کریـستاله شـدن و درخشندگی ناشی از آن در سـاختمان بافـت نـان سـنگک دو روز نگهداری شده مشاهده می‌شود. در شکل 25 کـه بـا بـزرگ‌نمـایی بیشتری تهیه شده است گرانول‌هایی از نشاسته ملاحظه می‌شود کـه از دو ناحیه طولی دچار چروکیدگی شده‌اند در حالی که اندازه آن‌ها به لحاظ متورم شدن چندین برابر شده است.

در نان سنگک سه روز نگهداری شده بتدریج آثار کریستاله شدن (Retrogradation) گرانولهـای نـشاسته دیـده مـی‌شـود. در شـکل26 و 27 حالـت کریـستاله شـدن گرانـول‌هـای نـشاسته در بزرگ‌نمایی بیشتر نمایان است.

در شکل28 حالت چین خوردگی شبکه گلوتن بنظر می‌رسد که بافت داخلی نان را به سمت سفت شدن بافت می‌بـرد و آثـاری در خواص ظاهری نان نیز از خود به جای می‌گذارد.

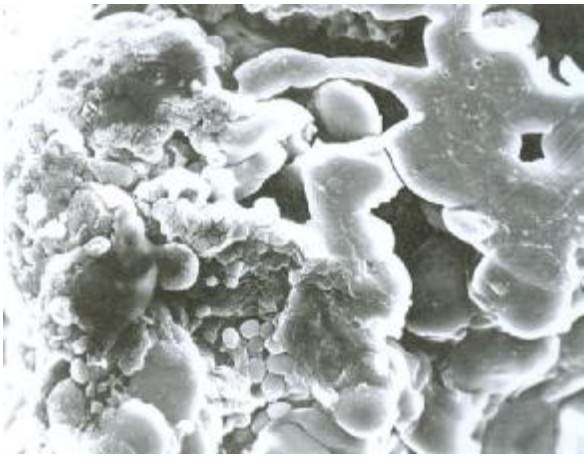
ناگفته نماند که بطور کلی مسأله جـذب آب خمیـر نـان سـنگک بیشتر از نانهای دیگر است که آن هم بـه دلیـل دارا بـودن سـبوس بیشتر و موادی مانند پنتوزان و سلولز در آرد مصرفی و شل تر بودن خمیر می‌باشد. بنابراین خمیر کشش پذیری بهتری به خود می‌گیرد و شبکهٔ سه بعدی بهتری را تشکیل می‌دهد و از طرف دیگر وجـود آب قابل دسترس بیشتر، در هنگام پخـت شـرایط بهتـری را بـرای متورم شدن نشاسته و جذب آب گرانولهای نشاسته فراهم می‌سـازد و بنابراین گرانولها به حداکثر تورم رسـیده و پـس از آن بـه دلیـل ترکیدن محتویات آنها وارد نان شده و عمل ژلاتینه شـدن بـه طـرز کامل‌تری انجام خواهد گرفت.

در تصاویر نان سنگک بیات شده کواگولاسیون پروتئین (گلوتن) و رتروگراداسیون گرانولهای نشاسته دیده می‌شود که در مقایسه بـا تصاویر نان بربری بیات شده از شدت کمتری برخوردار است.

رتروگراداسیون در گرانولهای نشاسته نان بربری بیات شده بیشتر از نان سنگک بیات شده است. به طوری که گاهی کریـستالیزاسیون و Shrinkage بصورت حفره‌هایی ظاهر مـی‌شـود و همـین طـور کواگولاسیون بیشتر است به همین لحاظ نان بربری بیشتر بیات شده و زودتر سفت می‌گردد چون از نظر ساختمانی تغییرات بیشتری را متحمل می‌شود . اما نان سنگک تغییرات ساختمانی کمتری دارد.

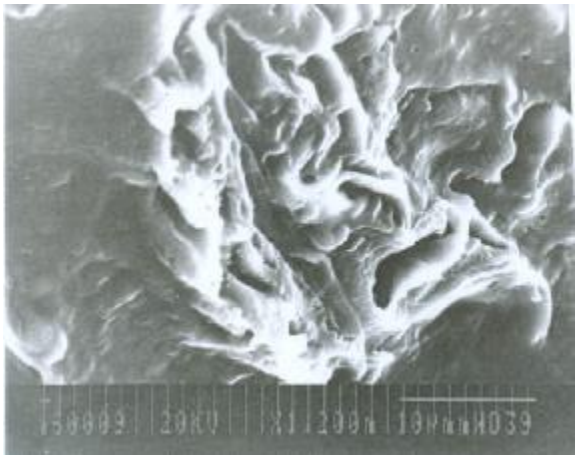
امـا آنچـه باعـث شـگفتی اسـت عـلاوه بـر رتروگراسـیون، Shrinkage گرانولهای نشاسته است که در نهایت منجر بـه پـاره شدن گرانول می‌شود. چون این امر به آزاد شدن محتویات گرانـول نشاسته که برابر یافته‌های پژوهش آمیلوز می‌باشد، کمک مـی‌کنـد، وجود آمیلوز بیشتر در بافت نان سبب بالا رفـتن ویـسکوزیته و در حین پخت حالت ژله‌ای بیشتر به ساختار بافت مـی‌دهنـد. بـدیهی است هر چه گرانولها فرصت بیشتری را برای متـورّم شـدن داشـته باشند، آمیلوز بیشتری در ساختمان نان وارد مـی‌شـود کـه در ایـن صورت سوبسترای بیشتری برای فعالیت آلفاآمیلاز فراهم می‌شـود. که این فعالیت آنزیمی در حین پخت با دمای بدست آمده ضمن آن می‌تواند در هضم محصول نهـایی کمـک قابـل تـوجهی بنمایـد.بـا افزایش دما میانگین قطر گرانولهای نشاسته نیز رو به افـزایش مـی گذارد.

شکل 19 ساختمان میکروسکوپی نان لواش 2 روز مانده

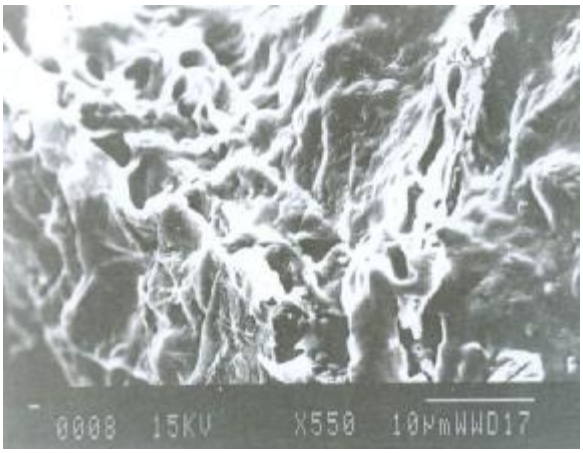


شکل 20 ساختمان میکروسکوپی نان لواش 3 رو مانده با بزرگنمایی

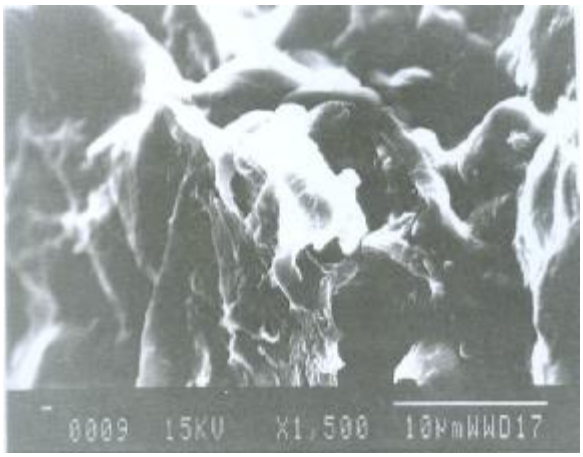
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]



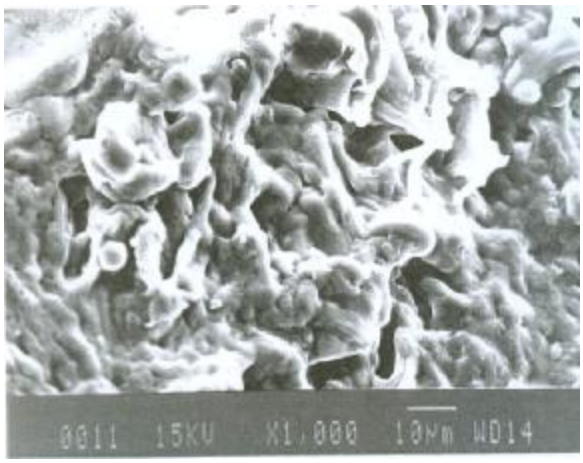
شکل 21 ساختمان میکروسکوپی نان سنگک تازه، یکنواختی بافت مشاهده می شود که در آن کواگولاسیون پدید آمده است



شکل 22 ساختمان میکروسکوپی نان سنگک یک روز مانده، کواگولاسیون در بافت یکنواخت مشاهده شده است

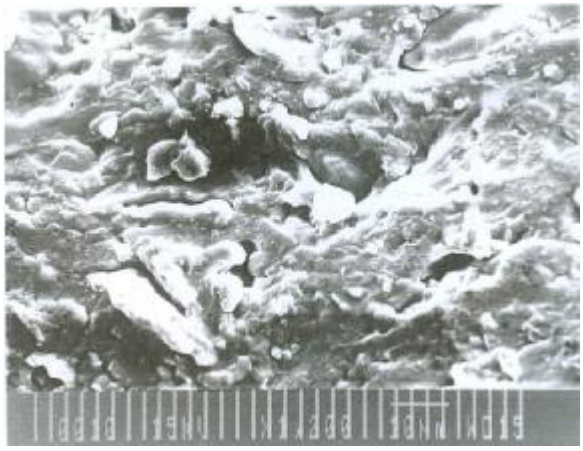


شکل 23 ساختمان میکروسکوپی نان سنگک یک روز مانده، با بزرگنمایی 1500، گرانول بی شکل و کریستاله نشاسته نمایان



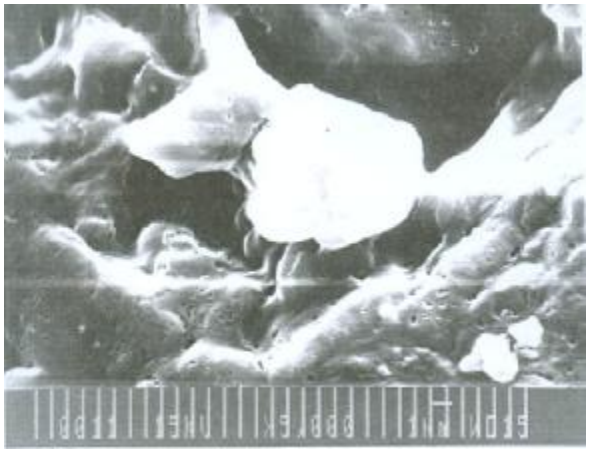
شکل 24 ساختمان میکروسکوپی نان سنگک 2 روز مانده

شکل 25 ساختمان میکروسکوپی نان سنگک 3 روز مانده، کریستاله شدن گرانول نشاسته با بزرگنمایی بزرگتر کاملاً مشهود است

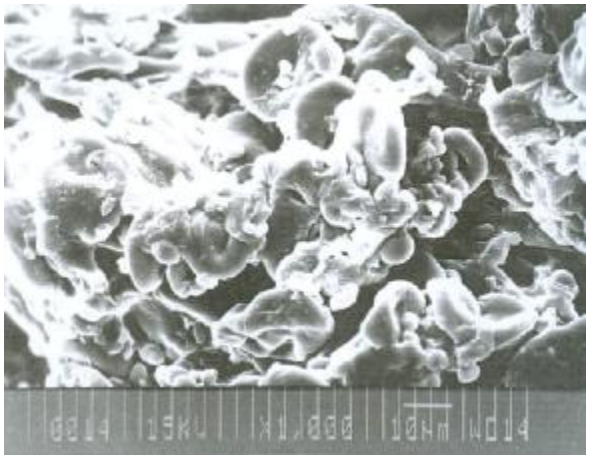


شکل 26 ساختمان میکروسکوپی نان سنگک 3 روز مانده، میزان در هم رفتگی بیشتر شبکه گلوتنی نمایان است

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]



شکل 27 ساختمان میکروسکوپی نان سنگک 3 روز مانده، گرانول کریستاله شده و بی شکل نشاسته با بزرگنمایی 5000 نمایان



شکل 28 ساختمان میکروسکوپی نان سنگک 3 روز مانده، میزان در هم رفتگی بیشتر شبکه گلوتنی نمایان است

4- نتیجه‌گیری کلی

در اثر ماندن نان بـه مـدت 24، 48 و 72 سـاعت، در سـاختمان میکروسکوپی کلیه نانها حالت رتروگراداسیون یعنی تبدیل نـشاسته بدون شکل (آمورف) به نشاسته کریستاله پدید می‌آید کـه یکـی از عواملی است که بیاتی نان را طی زمان نگهداری پدید می‌آورد. امـا در بعضی نانها ساختمان آنها شدت بیشتری را از نظر سرعت بیات شدن نشان می‌دهد که به ترکیبات آنها، شرایط پخت، زمان پخت و بستر پخت بستگی دارد و چون سرعت بیاتی در بعضی نان‌ها مانند سنگک کمتر است روند بیات شدن نان سنگک از نان لواش بیـشتر است و می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نـسبت بـه نانهـای دیگـر (نـان بربری و نان لواش) تازه‌تـر مـی‌ماننـد، کـه هـم از نظـر سـاختمان میکروسکوپی و هم از نظر بررسی ارگانولپتیک تائید شده است.

به طور کلی علایم بیاتی در کلیه نانهای پرمصرف ایرانی بـه سـه صورت ظاهر می‌گردد:

سفت شدن بافت، از دست دادن تُردی پوسته و مغز و در نهایـت خراب شدن مزه که این موارد به وضوح در نانهای تحـت بررسـی مشاهده گردید اما با توجه به آرد مصرفی و شرایط آماده سـازی و پخت، شدت و ضعف آن متفاوت بود.

با پدیدهٔ رتروگراداسیون که در تصاویر میکروسـکوپی بـه خـوبی نمایان است، آب به سوی پوسته هدایت می‌شود که در نهایت نـان به صورت چرم مانندی در مـی‌آیـد. برخـی از پژوهـشگران ماننـد Prentice [۱۲] عامل دیگری را برای بیاتی معرفی نموده‌اند و آن وجود پنتوزان‌ها است. مقدار پنتوزان در نان سنگک بیشتر است و کند بودن پد یدهٔ بیاتی این نوع نان را توجیه می‌کند.

پژوهـــــشگران دیگـــــری چـــــون Sandstet و Stradineg بررسی‌هایی بر روی تأثیر پروتئین در بیاتی نان انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که میزان پروتئین نقش مهمی در سرعت بیـاتی نـان دارد، بدین ترتیب از نظر آنها نانی که دارای پروتئین بالاتری اسـت دیرتر از نانی که دارای پروتئین پایین‌تـری اسـت بیـات مـی‌شـود. بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که میزان پروتئین اهمیت زیـادی در بیاتی نان دارد. در یافته‌های ارزیـابی حـسی اعـضاء پانـل نـان محتوی پروتئین بیشتر یعنی لواش را حتی پس از سه روز تـازه‌تـر تشخیص دادند. و پس از آن نان سنگک قرار داشت. از ایـن بابـت نظر پژوهشگران فوق در پژوهش انجـام گرفتـه مـورد تأییـد قـرار گرفـت. بـدنبال اثبـات ایـن مطلـب پژوهـشگران دیگـری ماننـد Bechtel و Meisner [11] بر روی نانی که از نشاسته و گلوتن با میزان پروتئین 10/8-17/2 درصد تهیه شده بود، بررسی به عمل آوردند و دریافتند که در سه روز اول نانها از نظـر بیـاتی اخـتلاف چندانی با یکدیگر نداشته ولی پس از این دوره نانها از نظر بیاتی با هم اختلاف چشم‌گیری پیدا می‌کنند. این بررسی نشان می‌دهـد کـه در اولین روز نگهداری تغییراتی در ژل نشاسته (از نظر بیاتی) پدید می‌آید در صورتیکه در روزهای بعد بیـاتی نـان بیـشتر مربـوط بـه گلوتن و نقش آن می‌شود. در پژوهش صورت گرفته نتایج به دست آمده این پژوهشگران را مورد تردید قـرار مـی‌دهـد و اختلافـی در بیاتی نانهای پر مصرف دیده می‌شود.

لازم به یادآوری است که این نکته درباره نان لواش به عنوان یکی از نانهای پرمصرف ایرانی مصداق پیدا نمی‌کنـد چـون نـان لـواش بسیار نازک تهیه می‌شود و دمای پخت آن بالاتر است و رطوبت نان از راه فیزیکی یعنی در اثر دمای بالا خارج می‌شود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]

5- منابع

[1] Varriano-Marston, E., Ke, V., Huang, G. and Ponte, J. (1980). Comparison of methods to determinestarch gelatinization in bakery foods. Cereal Chem, 57, 242-248.

[2] Bruhans, M. E. and Clapp, J. (1942) "A microscopic study of bread and dough. Cereal Chem., 19, 196-216

[3] Sandstedt, R. M. The function of starch in the baking of bread. The bakers Digest, 35, 36-44 (1961).

[4] Strandine, E. J., Carlin. G. T., Werner, G. A., and Hopper, R. P. (1951) Effect monoglycerides on starch, flour and bread, A microscopic and chemical study. Cereal chem.., 28, 449.

[5] Yasunaga, T., Bushuk, W and Irvine,G. N. (1968) Gelatinization of starch during bread-baking. Cereal Chem. 45. 269-279.

[6] Moss, R. (1975). Bread microstructure as affected by cysteine, potassium bromate and ascorbic acid. Cereal Foods World, 20, 289-292

[7] Bechtel, D.B., Pomeranz, Y and De Francisco, A. Breadmaking studied by light transmission electron microscopy.(1978). Cereal Chem, 55, 392-401.

[8] Hug-Iten, S., Handschin, S., Conde-Petit and Escher, F. (1999) Changes in starch microstructure on baking and staling of wheat bread. Lebensum- Wiss. U- Technol, 32, 225-260.

[9]Azizi. M. H, Rajabzadeh, N. Riahi, E (2002) Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. Lebensm- Wiss. U- Technol. 36. 189-193.

[10] Jacobson, M. R., Obanni , M and Bemiller, J. N. (1997).Retrogradation of starches from different botanical sources. Cereal Chem, 74, 511-518.

[11]Bechtel ,W. G. and Meisner, D. F. (1954) Staling studies of bread made with flour fraction. II. Selection of the sensory test panel. Cereal Chem . 31. 171- 175

[12] Prentice, N. L. L., Cuendet, W. F., Geddes. (1954) Cereal chem.. 31. 188

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-07-16]