

## بررسی تاثیرات میزان نشاسته آسیب دیده در آرد بر کیفیت ماکارونی تولیدی

نسیم سالور<sup>۱</sup>، مانیا صالحی فر<sup>۲\*</sup>، محمد حسین عزیزی<sup>۳</sup>، رضا افشین پژوه<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- دکترای صنایع غذایی، عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

۴- کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی (واحد سبزوار)، استاد دانشگاه علمی و کاربردی زر

(تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۷. تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۲۳)

### چکیده

ماکارونی به گروهی از مواد اطلاق می شود که بوسیله خشک کردن خمیر حاصل از سمولینا، آرد دوروم، آرد گندم سخت، نرم یا مخلوطی از این مواد به همراه آب و احتمالاً یک یا چند ترکیب مجاز تهیه می گردد. در تولید ماکارونی و هر محصول غله ای دیگر آسیاب کردن گندم یکی از مراحل اساسی بوده و آسیابانی نامناسب گندم باعث ایجاد نشاسته آسیب دیده می گردد. نشاسته آسیب دیده ایجاد شده آب بیشتری جذب نموده، نقش مهمی در فرایند پخت ایجاد کرده و آثار مهمی بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر بر جای می گذارد. در این تحقیق جهت بررسی اثرات نشاسته آسیب دیده بر کیفیت ماکارونی، ۵ نوع آرد با میزان نشاسته متفاوت انتخاب شد و بر روی هریک از این آردها آزمون های رطوبت، خاکستر، پروتئین، گلوتن خشک و مرطوب و شاخص گلوتن و بر روی خمیر حاصل از آنها آزمون فارینوگراف انجام شد. همچنین آزمون های عدد پخت، عدد لعاب، چسبندگی، رنگ و ارزیابی حسی بر روی محصولات حاصل از این ۵ نوع آرد صورت گرفت. نتایج نشان داد که تفاوت در میزان نشاسته آسیب دیده بر ویژگی های شیمیایی آرد تاثیر نداشته و افزایش آن موجب افزایش جذب آب خمیر، کاهش زمان گسترش، زمان پایداری و عدد کیفیت گردید. همچنین نتایج آزمون های انجام شده بر روی ماکارونی های حاصل نشان داد که افزایش نشاسته آسیب دیده موجب افزایش عدد پخت، عدد لعاب و چسبندگی و رنگ محصول شده و کاهش امتیاز ارزیابی کیفی را به همراه داشت.

**کلید واژگان:** آرد گندم، ماکارونی، محصولات خمیری، نشاسته، نشاسته آسیب دیده

\*مسئول مکاتبات: m\_salehi1978@yahoo.com

## ۱- مقدمه

ماکارونی یک واژه عمومی است که طیف وسیعی از محصولات مشابهی را در بر می گیرد. البته لغت پاستا نیز به عنوان یک واژه کلی در برخی منابع استفاده می شود که در بر گیرنده کلیه فرآورده های شناخته شده در این گروه نظیر ماکارونی، اسپاگتی و نودل می باشد. بر اساس تعریف C.F.R<sup>1</sup> ماکارونی به گروهی از مواد اطلاق می شود که بوسیله خشک کردن خمیر حاصل از سمولینا، آرد دوروم، آرد گندم سخت، نرم یا مخلوطی از این مواد به همراه آب و احتمالاً یک یا چند ترکیب مجاز تهیه می گردد [۱]. گندم مخصوص جهت تولید ماکارونی از نوع گندم های سخت و یا دوروم با مقدار پروتئین بیش از ۱۲/۵٪ و گلوتن مرطوب بیش از ۳۰٪ بوده و خمیر حاصل از آن ها باید واکنش خوبی در هنگام پرس یا اکستروژن شدن از خود نشان دهد. محصول حاصل از این گندم ها باید در طی فرایند پخت شکل فیزیکی خود را حفظ کرده، وافرته و در هنگام جویدن به صورت خیلی سفت و لاستیکی در نیامده و به دندان نچسبد و ماده خشک خود را هنگام پخت در آب جوش کمتر از دست بدهد. خواص کیفی گندم دوروم مستقیماً به فرایندهای عمده صنایع مربوط به آن شامل آسیابانی و ساخت محصولات خمیری (ماکارونی) وابسته است [۲]. در تولید ماکارونی و هر محصول غله ای دیگر آسیاب کردن گندم یکی از مراحل اساسی جهت استفاده از گندم بوده و هدف از آن جداسازی آندوسپرم از پوسته و جوانه و همچنین نرم کردن ذرات آندوسپرم برای تولید آرد می باشد. چگونگی آسیابانی و نوع آسیاب در کیفیت آرد و محصول نهایی موثر است لذا برای تولید آردی با کیفیت مناسب انتخاب روش مناسب جهت آسیاب کردن ضروری می باشد. آسیابانی نامناسب گندم باعث ایجاد نشاسته آسیب دیده می گردد [۳].

عدم شناخت کامل ساختمان گرانول سالم نشاسته، ارائه تعریف ساده ای از آسیب دیدگی آن را غیر ممکن کرده است. اصطلاح "آسیب دیدگی نشاسته" تنها بیانگر یک تغییر نیست، بلکه مبین چندین تغییر است که با روش های مختلف قابل تشخیص هستند و لذا ارائه تعریفی برای آن دشوار می باشد. وقتی این اصطلاح در مورد نشاسته به کار می رود، کلمه "آسیب" به هرگونه تغییر در ساختمان گرانولی یا تغییرات خاصی در ساختمان اشاره می کند که دستاوردهای تکنولوژیکی مهمی در بردارد [۴].

آسیب دیده ایجاد شده نقش مهمی در فرایند پخت ایجاد کرده و آثار مهمی بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر بر جای می گذارد. وجود نشاسته آسیب دیده تا حدودی در آرد لازم و مطلوب است زیرا با افزایش مقدار آسیب دیدگی تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز بر ملکول های نشاسته سریع تر است در نتیجه این عمل قندهای ساده ای ایجاد میشوند که مورد استفاده مخمرها قرار می گیرند [۵]. به هنگام مخلوط کردن خمیر، میزان آب نقش اساسی دارد و کم و زیاد شدن آن اثرات متضادی بر کیفیت خمیر و محصول نهایی می گذارد یکی از آثار مهم آسیب دیدگی نشاسته افزایش جذب آب آرد است. در حالت عادی ۸ تا ۱۱ درصد آب گرانول های نشاسته به صورت آب پیوندی است، ۴۰ تا ۵۰ درصد نیز به صورت سطحی جذب گرانول ها شده و مابقی آن در فضای بین گرانول های آسیب دیده قرار دارد. ذخیره شدن این آب را می توان به یک اسفنج مرطوب تشبیه کرد که به اثرات موینیگی ماده خام مربوط است. افزایش آسیب دیدگی موجب افزایش جذب آب آرد می شود و به هنگام تخمیر و تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز آب جذب شده اضافی آزاد میگردد که این امر موجب شل شدن خمیر می گردد [۶]. جدای از اهمیت نشاسته آسیب دیده در مخلوط کردن خمیر، مستعد بودن نشاسته آسیب دیده برای هضم توسط آنزیم های هیدرولیتیک در فرایند تخمیر از اهمیت ویژه ای برخوردار است، به خصوص در فرایندهایی که زمان تخمیر طولانی دارند. در مراحل آخر، زمانی که قند های طبیعی موجود در آرد به وسیله مخمر مورد استفاده قرار می گیرند، قند های قابل تخمیر و به خصوص مالتوز در اثر آمیلولیز نشاسته آسیب دیده تولید شده و سوبسترای بیشتری تولید می شود. آسیب نشاسته موجب نشت آمیلوز به هنگام پخت از رشته ها شده و در نتیجه مقدار نشاسته در آب پخت افزایش می یابد و این عمل موجب بهم چسبیدن رشته ها می شود [۷].

سیستم آسیاب کردن گندم دروم دارای ۷-۶ غلتک خرد کننده و فاقد غلتک نرم کننده است. طی فرایند آسیاب کردن گندم برای تولید ماکارونی بایستی از آسیب دیدگی نشاسته جلوگیری شود به همین جهت تعداد غلطک های خرد کننده در سیستم افزایش داده می شود در غیر این صورت به دلیل سختی دانه ها، نشاسته تا حدود ۸-۶٪ دچار آسیب دیدگی می شوند.

عواملی که بر میزان آسیب دیدگی نشاسته اثر می گذارند عبارتند از:

1. Code of Federal Regulation

سمولینایی که نشاسته آسیب دیده زیادی داشته، چسبنده بوده و قوام زیادی نداشته است [۹].

مایک سشن نقش ترکیبات گندم دوروم را بر کیفیت پاستا و نان بررسی نمود. این بررسی نشان داد که ترکیبات گندم بر ویژگی های خمیر و محصول نهایی موثر بوده و پروتئین به عنوان مهم ترین ترکیب موثر بر کیفیت محصول نهایی شناسایی شد. همچنین این بررسی نشان داد که نشاسته آسیب دیده با تاثیر بر میزان جذب آب اثر زیادی بر کیفیت محصول داشته و با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده زمان گسترش و پایداری خمیر کاهش می یابد [۱۰].

باررا و همکارانش به بررسی اثر آسیب مکانیکی بر ساختار نشاسته و همچنین اثر نشاسته آسیب دیده بر ویژگیهای خمیر پرداختند. بررسی آنها نشان داد که آسیاب گندم واجد شرایط نشده منجر به شکاف بیشتر در گرانول نشاسته گردید. همچنین افزایش نشاسته آسیب دیده منجر به افزایش ناچیزی در حرارت اولیه خمیر و کاهش پیک ویسکوزیته، ویسکوزیته داغ خمیر و ویسکوزیته نهایی خمیر شد [۳].

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد اولیه

یک نوع گندم دوروم (بهرنگ) از کارخانه آرد زر کرج انتخاب و سپس با استفاده از تغییر میزان فشار غلطک ها به منظور دستیابی به ۵ نوع آرد با میزان نشاسته آسیب دیده متفاوت آسیاب گردید.

### ۲-۲- آماده سازی محصول

در ابتدا آرد گندم در داخل مخلوط کن دستگاه (Anselmo، ایتالیا) ریخته شد و سپس آب به صورت تدریجی به آن اضافه شد و عمل مخلوط کردن انجام گرفت تا در نهایت خمیری با میزان رطوبت ۳۶ درصد به دست آمد، بعد از آن خمیر به داخل دستگاه اکسترودر با فشار (۶۰ bar) و دمای (۶۵°C) ریخته شد و پس از آن ماکارونی با فرم رشته ای و با قطر ۱/۵ میلی متر تولید شد. سپس ماکارونی ها به بخش خشک کن فرستاده شد و در داخل خشک کن ماکارونی در دمای ۷۵ سانتی گراد و به مدت ۸ ساعت خشک شدند و در درون لفاف (PP پلی پروپیلن) بسته بندی شدند.

- نوع گندم: هرچه بافت آندوسپرم سخت تر باشد، نشاسته آسیب دیده بیشتری تولید خواهد شد.

- میزان ورود گندم به آسیاب: کاهش این میزان، موجب افزایش جدا شدن آندوسپرم از سیوس و افزایش نشاسته آسیب دیده می شود.

- سرعت غلطک ها: افزایش سرعت غلطک ها موجب افزایش نشاسته آسیب دیده می شود ولی بر میزان خروج آرد اثر کمی دارد.

- اختلاف سرعت غلطک ها: افزایش نسبت اختلاف سرعت غلطک ها، نشاسته آسیب دیده را افزایش می دهد، به ویژه در مورد موادی با بافت سخت تر.

- فشار غلطک ها: افزایش فشار، نشاسته آسیب دیده را افزایش می دهد، به ویژه در مورد مواد با بافت نرم.

- سطح غلطک ها: سطوح زبر نسبت به سطوح نرم، نشاسته آسیب دیده بیشتری تولید می کنند [۷].

مانتی و همکارانش ویژگی های فیزیکی و کیفیت پخت ماکارونی حاصل از گندم دوروم را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان نشاسته آسیب دیده حاصل از آسیاب گندم کامل بیشتر از آسیاب سمولیناست و نشاسته آسیب دیده ۴ تا ۵ برابر نشاسته سالم آب جذب می کند. همچنین مشخص شد که میزان بالای نشاسته آسیب دیده بر میزان جذب آب و به دنبال آن گسترش گلوتن در طی تولید ماکارونی موثر است و منجر به افزایش میزان چسبندگی در ماکارونی پخته شده گردید.

آرورا اثر نشاسته آسیب دیده را در آرد گندم بررسی کرد و نتایج این بررسی نشان داد که افزایش نشاسته آسیب دیده از ۵/۴٪ به ۱۲/۶٪ باعث افزایش جذب آب خمیر، سفتی و کاهش ضخامت و کدورت گردید [۶].

باررا و همکاران اثر نشاسته آسیب دیده بر شیرینی و کیفیت پخت نان را بررسی نمودند. این بررسی نشان داد که افزایش میزان محتوی نشاسته آسیب دیده منجر به افزایش جذب حلال توسط آرد، کاهش پایداری کیفیت شیرینی و کاهش کیفیت نان می گردد. همچنین مشخص شده که میزان پروتئین تحت تاثیر آسیاب کردن قرار نگرفت [۸].

بن هنیه و همکارانش تاثیر محتوی نشاسته آسیب دیده را در کیفیت پخت ماکارونی مورد بررسی قرار دادند. این بررسی نشان داد که در هنگام پخت بیش از اندازه، خمیر های حاصل از

**۲-۳- آزمایشات آرد**

آزمون تعیین رطوبت: این آزمون مطابق روش AACC شماره ۴۴-۱۵-۰۲ انجام شد.

آزمون تعیین خاکستر: این آزمون مطابق روش AACC شماره ۰۸-۲۱-۰۱ انجام شد.

آزمون کمیت پروتئین: این آزمون مطابق روش AACC شماره ۳۸-۱۰-۰۱ انجام شد.

آزمون کیفیت پروتئین: این آزمون مطابق روش AACC شماره ۳۸-۱۲-۰۲ انجام شد.

آزمون اندازه گیری نشاسته آسیب دیده: این آزمون مطابق روش AACC شماره ۷۶-۳۳ انجام شد.

**۲-۴- آزمایشات خمیر**

آزمون فارینو گراف: این آزمون مطابق روش AACC شماره ۵۴-۲۱ انجام شد.

**۲-۵- آزمایشات ماکارونی**

آزمون پخت: این آزمون مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۳ انجام شد.

آزمون لعاب(افت پخت): این آزمون مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۳ انجام شد.

آزمون چسبندگی: این آزمون مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۳ انجام شد.

آزمون رنگ: این آزمون مطابق روش AACC شماره ۲۲-۰۲-۱۴ انجام شد.

آزمون حسی: به منظور ارزیابی حسی نمونه های تولید شده، از ماکارونی های تولید شده نمونه ای در اختیار ۳۰ ارزیاب آموزش دیده قرار گرفت و ارزیاب ها ویژگی های کیفی شامل: چسبندگی ( مواد چسبیده به سطح پاستا پخته شده)، سفتی (مقاومت پاستا به جویده شدن توسط دندان ها)، بو، طعم و رنگ را با انتخاب گزینه های بسیار خوب، خوب، نه خوب، نه بد و بد ارزیابی نمودند. سپس جهت رتبه بندی نمونه ها برای نمونه بسیار خوب امتیاز ۴، نمونه خوب امتیاز ۳، نمونه نه خوب نه بد امتیاز ۲ و نمونه بد امتیاز ۱ در نظر گرفته شد و سرانجام مجموع این امتیازات به عنوان امتیاز کلی مشخص شد.

**۲-۶- آنالیز آماری**

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام و تجزیه و تحلیل واریانس داده های حاصله با کمک نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح ۰/۰۵)، صورت می گیرد.

**۳- نتایج و بحث****۳-۱- ارزیابی نتایج آزمون های آرد**

نتایج آزمون های شیمیایی تیمارهای مختلف در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ آزمون های آرد

تیمار	نشاسته آسیب دیده (%)	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)	گلو تن مرطوب (%)	گلو تن خشک (%)	شاخص گلو تن
T <sub>1</sub>	۱۶/۵۳ ± ۰/۸۹ <sup>a</sup>	۱۰/۳۶ ± ۱/۳ <sup>a</sup>	۰/۶۵ ± ۰/۰۹۱ <sup>a</sup>	۹/۶۴ ± ۰/۰۵ <sup>ab</sup>	۲۸/۹۷ ± ۰/۹۸ <sup>ab</sup>	۹/۶ ± ۰/۲۷ <sup>ab</sup>	۲۸/۱ ± ۰/۳۵ <sup>b</sup>
T <sub>2</sub>	۹/۶۵ ± ۱/۲۱ <sup>c</sup>	۹/۸۰ ± ۱/۱ <sup>a</sup>	۰/۶۲ ± ۰/۰۵۲ <sup>ab</sup>	۹/۱۵ ± ۰/۴۵ <sup>ab</sup>	۲۹/۱۵ ± ۰/۷۷ <sup>a</sup>	۹/۸۷ ± ۰/۵ <sup>ab</sup>	۲۹/۷۵ ± ۰/۹۳ <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	۱۰/۷۸ ± ۰/۶۳ <sup>c</sup>	۱۰/۲۳ ± ۰/۸۹ <sup>a</sup>	۰/۶۴ ± ۰/۰۳۶ <sup>ab</sup>	۱۰/۵۴ ± ۰/۳۳ <sup>a</sup>	۳۰/۳۲ ± ۱/۴۸ <sup>a</sup>	۱۰/۴۵ ± ۰/۳۲ <sup>a</sup>	۳۱/۳۲ ± ۰/۵۶ <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	۱۳/۹۵ ± ۱/۴ <sup>b</sup>	۱۰/۴۵ ± ۰/۷۷ <sup>a</sup>	۰/۶۶ ± ۰/۰۳۲ <sup>a</sup>	۹/۶۰ ± ۰/۵۶ <sup>ab</sup>	۲۸/۹۱ ± ۰/۵۴ <sup>ab</sup>	۹/۴ ± ۰/۵ <sup>ab</sup>	۲۸/۸ ± ۰/۸۵ <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	۸/۲۴ ± ۰/۸۷ <sup>d</sup>	۹/۶۷ ± ۰/۹۳ <sup>a</sup>	۰/۶۴ ± ۰/۰۱۹ <sup>ab</sup>	۱۰/۳۰ ± ۰/۷ <sup>a</sup>	۳۰/۸ ± ۰/۷۸ <sup>a</sup>	۱۰/۳۵ ± ۰/۴ <sup>a</sup>	۳۰/۹ ± ۰/۴۶ <sup>ab</sup>

هرستون مقادیر دارای حروف مشابه اختلاف معنا داری ندارند. ( $p < 0,05$ )

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار آماری در سطح ۹۵ درصد می باشد.

استخراج در آنها یکسان بوده است لذا میزان سبوس یکسان بوده و تاثیری بر میزان نشاسته آسیب دیده نداشته است.

نتایج حاصل از آزمون پروتئین در جدول ۱ نشان می دهد اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد میان تیمارها وجود ندارد. با توجه به اینکه گندم مورد استفاده در این تحقیق برای تمامی نمونه ها از یک واریته یکسان بوده است لذا ارتباط مشخصی بین میزان نشاسته آسیب دیده و محتوی پروتئین دیده نمی شود. چرا که محتوی پروتئینی نمونه ها یکسان بوده است.

نتایج حاصل از مطالعات باررا در سال ۲۰۰۷ نیز بیانگر این است که میزان پروتئین تحت تاثیر میزان نشاسته آسیب دیده قرار نگرفته و با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده میزان پروتئین تغییری نداشته است.

### ۳-۲- ارزیابی نتایج آزمون های خمیر

نتایج آزمون های خمیر در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

نتایج حاصل از آزمون رطوبت مندرج در جدول ۱ نشان می دهد اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد میان تیمارها وجود ندارد. این امر می تواند ناشی از یکسان بودن گندم مورد استفاده در تمام تیمارها و همچنین شرایط یکسان مشروط سازی و آسیابانی گندم باشد. لذا عدم وجود تفاوت معنی دار میان تیمارها امری منطقی به نظر می رسد.

همان طور که نتایج حاصل از آزمون خاکستر مندرج در جدول ۱ نشان می دهد اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد میان تیمارها وجود ندارد و با افزایش نشاسته آسیب دیده میزان خاکستر تغییری نکرده و با خاکستر رابطه مستقیمی ندارد. نتایج حاصل از مطالعات موس و مک کورکودیل در سال ۱۹۹۳ نشان می دهد که چنانچه افزایش خاکستر به دلیل میزان بالاتر سبوس باشد بر میزان نشاسته آسیب دیده اثر مستقیم داشته و منجر به افزایش آن می گردد. با توجه به اینکه در این تحقیق از سمولینای حاصل از یک نوع گندم با واریته یکسان استفاده شده و همچنین درصد

جدول ۲ آزمون خمیر

تیمار	میزان جذب آب (%)	زمان گسترش خمیر (دقیقه)	پایداری خمیر	درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه	درجه سست شدن خمیر پس از ۱۲ دقیقه	عدد فارینوگراف
T <sub>1</sub>	۵۷/۹۰ ± ۱ <sup>a</sup>	۰/۱۱۲/۵۰ ± <sup>d</sup>	۰/۲۱۳/۱۰ ± <sup>c</sup>	۱/۱۰۲۸ ± <sup>a</sup>	۱/۱۲۳۹ ± <sup>a</sup>	۲/۴۱۷ ± <sup>c</sup>
T <sub>2</sub>	۰/۵۲۴۵/۱۰ ± <sup>c</sup>	۰/۲۳۲/۷۰ ± <sup>b</sup>	۰/۳۲۳/۹۳ ± <sup>a</sup>	۲/۹۵۶ ± <sup>bc</sup>	۲/۱۱۴۴۲ ± <sup>bc</sup>	۲/۵۳۳ ± <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	۰/۵۲۸۷/۳۰ ± <sup>c</sup>	۰/۲۲۴/۴۰ ± <sup>bc</sup>	۰/۳۴۵/۷۱ ± <sup>a</sup>	۳/۹۴۰ ± <sup>bc</sup>	۲/۱۱۶۸۴ ± <sup>bc</sup>	۳/۵۰۱ ± <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	۰/۵۶۲۵/۵۰ ± <sup>b</sup>	۰/۲۴/۰۰ ± <sup>c</sup>	۰/۲۲۵/۲۷ ± <sup>b</sup>	۲/۹۸۳ ± <sup>b</sup>	۲/۱۱۹۱۲ ± <sup>b</sup>	۱/۴۳۹ ± <sup>c</sup>
T <sub>5</sub>	۰/۵۰۸/۴۰ ± <sup>d</sup>	۰/۳۶/۱۰ ± <sup>a</sup>	۰/۳۳۶/۷۶ ± <sup>a</sup>	۳/۸۹۴ ± <sup>c</sup>	۳/۱۰۹۱ ± <sup>c</sup>	۳/۵۵۰ ± <sup>a</sup>

هرستون مقادیر دارای حروف مشابه اختلاف معنا داری ندارند. ( $p \leq 0,05$ )

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار آماری در سطح ۹۵ درصد می باشد.

جدول ۲ مشاهده شد بالاترین جذب آب در تیمار T<sub>1</sub> با بیشترین نشاسته آسیب دیده و پایین ترین میزان جذب آب در تیمار T<sub>5</sub> با کمترین نشاسته آسیب دیده مشاهده می شود. نتایج حاصل از مطالعات بن هنیه در سال ۲۰۰۸ نشان می دهد که نشاسته آسیب دیده با جذب آب رابطه مستقیم داشته و با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده میزان جذب آب افزایش می یابد. همچنین بررسی های جوانوویچ در سال ۲۰۰۳، یوفنگ ماو در سال ۲۰۰۱، باررا

### ۳-۲-۱- جذب آب

نشاسته آسیب دیده ۲ تا ۴ برابر وزن خود آب جذب می کند که این میزان در مورد نشاسته طبیعی ۰,۴ است. گرانولهای سالم در کریستالهای خود باندهای درون زنجیری مستحکمی دارند لذا اجازه جذب آب زیادی را نمی دهند و آب فقط به منطقه ی غیر متبلور نفوذ می کند. در حالیکه آسیب رساندن به قسمت کریستالی منجر به نفوذ آب به تمام گرانول خواهد شد. همانگونه که در

در سال ۲۰۰۷ و لیون در سال ۲۰۰۶ نیز این نتیجه را تایید می کند.

### ۳-۲-۲- زمان گسترش خمیر

مطابق با نتایج ذکر شده در جدول ۲ بالاترین زمان گسترش در تیمار T5 با کمترین نشاسته آسیب دیده و پایین ترین میزان آن در تیمار T1 با بیشترین نشاسته آسیب دیده بوده است. نتایج نشان داده است با افزایش نشاسته آسیب دیده زمان گسترش خمیر کاهش یافته و زمان گسترش خمیر با نشاسته آسیب دیده رابطه عکس دارد. که این امر با در نظر گرفتن اینکه با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده خمیر میزان آب بیشتری جذب نموده لذا خمیر حاصل سست تر بوده و زمان گسترش کمتری خواهد داشت قابل توجه می باشد. نتایج حاصل از مطالعات لیو در سال ۱۹۹۶ و همچنین سیسون در سال ۲۰۰۸، نیز نشان می دهد که نشاسته آسیب دیده با زمان گسترش رابطه معکوس داشته و با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده زمان گسترش کاهش می یابد. [۱۱].

### ۳-۲-۳- پایداری خمیر

مطابق با نتایج ذکر شده در جدول ۲ بالاترین میزان پایداری خمیر در تیمار T5 با کمترین نشاسته آسیب دیده و پایین ترین میزان آن در تیمار T1 با بیشترین نشاسته آسیب دیده بوده است. نتایج نشان داده است با افزایش نشاسته آسیب دیده میزان پایداری خمیر کاهش یافته است با توجه به اینکه با افزایش میزان نشاسته

آسیب دیده جذب آب خمیر افزایش می یابد لذا خمیر حاصل شل تر بوده و بدیهی است که پایداری کمتری در این آزمون داشته و در واقع سست تر بوده است. نتایج حاصل از مطالعات فرزند در سال ۱۹۷۲، لیو در سال ۱۹۹۶ و همچنین سیسون در سال ۲۰۰۸، نیز نشان می دهد که نشاسته آسیب دیده با پایداری خمیر رابطه معکوس داشته و با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده پایداری خمیر کاهش می یابد [۱۲ و ۱۳].

### ۳-۲-۴- درجه سست شدن خمیر

مطابق با نتایج ذکر شده در جدول ۲ بالاترین درجه سست شدن در تیمار T1 با بیشترین نشاسته آسیب دیده به دلیل جذب آب بالاتر خمیر شل تر با ویسکوزیته پایین تری ایجاد نموده و این خمیر نسبت به تیمار T5 با کمترین نشاسته آسیب دیده در طی ۱۰ و ۱۲ دقیقه سستی بیشتری نشان داده است. در واقع افزایش نشاسته آسیب دیده موجب کاهش تحمل مکانیکی خمیر شده و منجر به سست شدن خمیر می گردد.

### ۳-۳- ارزیابی نتایج آزمون های محصول

نتایج آزمون های محصول در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳ آزمون های ماکارونی

تیمار	عدد پخت	لغاب (%)	چسبندگی (%)
T <sub>1</sub>	۵۷/۱ ± ۲/۰۳ <sup>a</sup>	۷/۱۲ ± ۰/۲۴ <sup>a</sup>	۰/۴۵ ± ۰/۰۳۲ <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	۵۴/۱ ± ۱/۷ <sup>ab</sup>	۶/۱۲ ± ۰/۶۵ <sup>c</sup>	۰/۳۱ ± ۰/۰۵ <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	۵۵/۶ ± ۱/۵۴ <sup>a</sup>	۶/۴۵ ± ۰/۴۵ <sup>c</sup>	۰/۳۵ ± ۰/۰۴۲ <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	۵۶/۳ ± ۱/۵۵ <sup>a</sup>	۶/۸ ± ۰/۳۴ <sup>b</sup>	۰/۴۱ ± ۰/۰۴۵ <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	۵۲/۴ ± ۰/۹۸ <sup>b</sup>	۶/۰۱ ± ۰/۴۹ <sup>c</sup>	۰/۲۷ ± ۰/۰۳ <sup>c</sup>

هرستون مقادیر دارای حروف مشابه اختلاف معنا داری ندارند. ( $p < 0.05$ )

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار آماری در سطح ۹۵ درصد می باشد.

## ۳-۳-۱- عدد پخت

نتایج حاصل از مطالعات بن هنیه و همچنین سشن در سال ۲۰۰۸، نیز نشان می دهد که نشاسته آسیب دیده با لعاب رابطه مستقیم داشته و با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده میزان لعاب افزایش می یابد [۱۰].

## ۳-۳-۳- چسبندگی

همان گونه که گفته شد آسیب نشاسته موجب نشت آمیلوز به هنگام پخت از رشته ها شده و در نتیجه مقدار نشاسته در آب پخت افزایش می یابد و این عمل موجب بهم چسبیدن رشته ها می شود. مطابق با نتایج ذکر شده در جدول ۳ بیشترین میزان چسبندگی در تیمار T1 با بالاترین میزان نشاسته آسیب دیده و کمترین چسبندگی در تیمار T5 با پایین ترین میزان نشاسته آسیب دیده مشاهده می شود. بنابر این می توان نتیجه گرفت که با افزایش نشاسته آسیب دیده میزان چسبندگی افزایش می یابد که این امر بیانگر وجود رابطه مستقیم میان محتوی نشاسته آسیب دیده و چسبندگی محصول می باشد. نتایج حاصل از مطالعات بن هنیه در سال ۲۰۰۸، مانتی در سال ۲۰۰۲ و همچنین سشن در سال ۲۰۰۸ نشان می دهد که نشاسته آسیب دیده با چسبندگی رابطه مستقیم داشته و با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده میزان چسبندگی افزایش می یابد [۱۳].

## ۳-۴- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی محصول در جدول ۴ نشان داده شده است.

مطابق با نتایج مندرج در جدول ۳ بالاترین عدد پخت در تیمار T1 با بیشترین نشاسته آسیب دیده و پایین ترین عدد پخت در تیمار T5 با کمترین نشاسته آسیب دیده مشاهده می شود. نتایج نشان داده است با افزایش نشاسته آسیب دیده میزان عدد پخت ( جذب آب ماکارونی) افزایش یافته است و میزان عدد پخت به نشاسته آسیب دیده وابسته می باشد، این امر نشانگر وجود رابطه مستقیم میان عدد پخت و محتوی نشاسته آسیب دیده می باشد. نتایج حاصل از مطالعات بن هنیه در سال ۲۰۰۸ نیز نشان می دهد که نشاسته آسیب دیده با عدد پخت رابطه مستقیم داشته و با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده عدد پخت افزایش می یابد [۹].

## ۳-۳-۲- عدد لعاب

آسیب نشاسته موجب شکسته شدن باندهای درونی گرانولها شده و با تضعیف گرانول منجر به افزایش و سهولت خروج نشاسته می گردد. لذا با نشت آمیلوز به درون آب پخت میزان لعاب افزایش می یابد. همانطور که گفته شد مطابق با نتایج مندرج در جدول ۳ بالاترین میزان لعاب در تیمار T1 با بیشترین نشاسته آسیب دیده و پایین ترین میزان لعاب در تیمار T5 با کمترین نشاسته آسیب دیده مشاهده می شود. نتایج نشان داده است با افزایش نشاسته آسیب دیده میزان عدد لعاب افزایش یافته و میزان عدد لعاب به نشاسته آسیب دیده وابسته می باشد، این امر نشانگر وجود رابطه مستقیم میان میزان لعاب و محتوی نشاسته آسیب دیده می باشد.

جدول ۴ آزمون حسی محصول پخت شده

تیمار	رنگ	بو	طعم	بافت	امتیاز کلی
T <sub>1</sub>	۳/۱۷±۰/۴۲ <sup>a</sup>	۳/۶±۰/۵۳ <sup>a</sup>	۲/۷۱±۰/۳۷ <sup>b</sup>	۲/۸۰±۰/۳۹ <sup>b</sup>	۲/۹۰±۰/۶۱ <sup>b</sup>
T <sub>2</sub>	۲/۳۷±۰/۲۶ <sup>b</sup>	۲/۵۶±۰/۲۰ <sup>b</sup>	۲/۹۱±۰/۴۰ <sup>b</sup>	۳/۵۱±۰/۷۲ <sup>a</sup>	۱/۷۵±۰/۴۷ <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	۲/۹۲±۰/۳۱ <sup>ab</sup>	۳/۰۲±۰/۳۱ <sup>ab</sup>	۳/۲۱±۰/۶۲ <sup>ab</sup>	۳/۲۴±۰/۵۹ <sup>b</sup>	۳/۱۰±۰/۵۴ <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	۳/۴۰±۰/۶۱ <sup>a</sup>	۳/۱۲±۰/۴۱ <sup>a</sup>	۲/۸۷±۰/۳۹ <sup>b</sup>	۲/۷۳±۰/۳۶ <sup>b</sup>	۱/۵۴±۰/۳۹ <sup>ab</sup>
T <sub>5</sub>	۳/۰۳±۰/۳۸ <sup>a</sup>	۲/۸±۰/۳۵ <sup>b</sup>	۳/۶۲±۰/۷۴ <sup>a</sup>	۳/۷۸±۰/۳۹ <sup>a</sup>	۳/۲۶±۰/۶۶ <sup>a</sup>

هرستون مقادیر دارای حروف مشابه اختلاف معناداری ندارند. ( $p \leq 0,05$ )

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده ی اختلاف معنی دار آماری در سطح ۹۵ درصد می باشد.

**- آزمون رنگ**

مطابق با نتایج ذکر شده در جدول ۴ محصول حاصل از تیمار های T1 و T4 با میزان نشاسته آسیب دیده بالاتر نسبت به محصولات بدست آمده از تیمارهای T3, T2 و T5 که حاوی نشاسته آسیب دیده کمتر هستند امتیاز بیشتری کسب کرده اند. ولی به طور کلی با توجه به اینکه بین تیمار T1 با بیشترین و تیمار T5 با کمترین میزان نشاسته آسیب دیده تفاوت معنی داری از نظر رنگ مشاهده نشده است می توان گفت که تفاوت ظاهری در رنگ نمونه ها بارز نبوده است.

**- آزمون بو**

مطابق با نتایج ذکر شده در جدول ۴ محصول حاصل از تیمار های T1 و T4 با میزان نشاسته آسیب دیده بالاتر نسبت به محصولات بدست آمده از تیمارهای T3, T2 و T5 که حاوی نشاسته آسیب دیده کمتر هستند امتیاز بیشتری داشته اند. این امر بیانگر این است که میزان نشاسته آسیب دیده می تواند بر میزان بوی محصول نهایی تاثیر گذار باشد.

**- آزمون طعم**

مطابق با نتایج ذکر شده در جدول ۴ محصول حاصل از تیمارهای T3, T2 و T5 که حاوی نشاسته آسیب دیده کمتر هستند نسبت به محصولات بدست آمده از تیمار های T1 و T4 با میزان نشاسته آسیب دیده بالاتر امتیاز بیشتری کسب نموده اند. با توجه به اینکه تیمار T5 که دارای کمترین میزان نشاسته آسیب دیده بوده با اختلاف معنی داری بیشترین امتیاز را کسب نموده لذا می توان نتیجه گرفت که چنانچه میزان نشاسته آسیب دیده زیاد گردد می تواند اثر نامطلوبی بر طعم محصول داشته باشد.

**- آزمون بافت**

با توجه به نتایج بدست آمده همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می شود محصولات حاصل از تیمارهای T3, T2 و T5 که حاوی نشاسته آسیب دیده کمتر هستند نسبت به محصولات بدست آمده از تیمار های T1 و T4 با میزان نشاسته آسیب دیده بالاتر امتیاز بیشتری کسب نموده اند. این امر با توجه به اینکه تیمار حاوی نشاسته آسیب دیده بیشتر خمیر شل تری داشته ، بافت آن نرم و چسبنده بوده و لذا امتیاز کمتری

کسب کرده قابل توجه می باشد. بنا بر این می توان نتیجه گرفت که افزایش میزان نشاسته آسیب دیده به طور معنی داری بر بافت محصول نهایی موثر بوده و باعث کاهش کیفیت بافت می گردد.

**۳- نتیجه گیری**

امروزه اهمیت ماکارونی در تغذیه اکثریت مردم، برکسی پوشیده نیست. در همین ارتباط، این صنعت با قابلیت سازگاری و بهینه نمودن روش تولید خود در جهت تأمین نیازهای موجود، با روش های مدرن همسو گردیده است. استفاده از ماشین آلات و تجهیزات مناسب و به کارگیری آنان، در تولید ماکارونی با بهره گیری از مواد اولیه به صورت سمولینا و یا آرد، استاندارد بالایی را در صنعت تولید این محصول کسب نموده است. آزمون های انجام گرفته بر روی آرد نشان داد که با توجه به یکسان بودن واریته گندم مورد استفاده تفاوت در میزان نشاسته آسیب دیده تاثیری بر ویژگیهای آرد اعم از رطوبت ، خاکستر و پروتئین نداشته است. در آزمون فارینوگراف به منظور بررسی تاثیر نشاسته آسیب دیده بر جذب آب ملاحظه گردید که، تیمار T1 با بالاترین میزان نشاسته آسیب دیده بالاترین مقدار آب را جذب کرد و همچنین مشخص شد که میزان نشاسته آسیب دیده با زمان گسترش و پایداری خمیر نسبت معکوس داشته و به طور کلی خمیر حاصل از آرد با نشاسته آسیب دیده بالاتر، عدد کیفیت پایین تری داشته است. در رابطه با آزمون های صورت گرفته بر روی محصول مشخص شد که با افزایش میزان نشاسته آسیب دیده عدد پخت، عدد لعاب و چسبندگی محصول افزایش یافته است. در ارزیابی حسی صورت گرفته بر روی تیمارها، تیمار T5 با کمترین میزان نشاسته آسیب دیده بیشترین امتیاز را کسب کرد. به طور کلی در بررسی انجام گرفته بر روی ۵ نمونه آرد با محتوی نشاسته آسیب دیده متفاوت، می توان دریافت با توجه به تاثیر بسیار زیاد نشاسته آسیب دیده بر جذب آب، افزایش آن موجب افزایش هزینه انرژی در خشک کن شده و با افزایش میزان چسبندگی محصول منجر به کاهش کیفیت محصول نهایی می شود. لذا چنانچه میزان نشاسته آسیب دیده کنترل نگردد عدم رضایت تولید کننده و مصرف کننده را به دنبال خواهد داشت. همچنین با توجه به بررسی انجام شده می توان نتیجه



- [8] Barrera GN , Leon AE , Ribotta PD. 2011. Effects of damaged starch on wheat starch properties, CIGR Section VI International Symposium, pp: 1-6
- [9] Ben hania G , Damergi C ,Saadi MM,Ghodbane N, Chahed A, Ayechi F. 2008.The Influence of Starch damage content in Durum wheat Semolina on the culinary quality of Pasta ,International durum wheat symposium.Bologna, Italy, June 30 - July 3,pp: 1-2.
- [10] Sissons MJ. 2008.Role of Durum wheat composition on the quality of pasta and bread ,Food(Global science Books),350p.
- [11] Barrera GN, P´erez GT, Ribotta PD, Le´on AE. 2007 .Influence of damaged starch on cookie and bread-making quality, Eur Food Res Technol , 225p: 1–7
- [12]Le´on AE, Barrera GN, P´erez GT, Ribotta PD, Rosell CM. 2006 . Effect of damaged starch levels on flour-thermal behavior and bread staling, Eur FoodRes Technol, 224: 187–192p.
- [13] Jovanovich G, Capana L , Cardos M , Lupano CE. 2003. Correlation between starch Damage, Alveograph parameters , water absorption and gelatinization enthalpy in flours obtained by industrial milling of Argentinian wheats ,Journal of Food Technology ,pp:168-172

گرفت که استفاده از آردی با میزان نشاسته آسیب دیده کمتر از ۱۰ درصد بهترین نتیجه را در کیفیت ماکارونی تولیدی به همراه خواهد داشت.

#### ۴- منابع

- [1] Lorenz KJ, Kulp k. 1991. Handbook of Cereal Science and Technology,Marcel deker,930 p.
- [2] Kill R, Turnbull K.2001.Pasta &Semolina Technology,London: BlackwellScience Ltd Editorial Offices, 238 p.
- [3] Barrera GN, P´erez GT, Ribotta PD, Le´on AE. 2007 .Influence of damaged starch on cookie and bread-making quality, Eur Food Res Technol , 225p: 1–7
- [4] Farrand EA.1972. Controlled levels of starch damage in commercial United Kingdom bread flour and effects on absorption,sedimentation value and loaf quality. AACC, 49:479-488.
- [5] Lin PY, Czuchajowska Z. 1966. Starch damage in soft wheats of the pacific northwest. Cereal
- [6] Arora S. 2003.The effect of enzymes and starch damage on wheat flour Tortilla quality, MSc thesis, Texas A&M University,Texas, USA.
- [7] Evers AD, Stevens DJ. 1985. Starch damage. Advances in Cereal Science and Technology, 5:321-349.

## Effect of damaged starch on macaroni quality

Salour, N. <sup>1</sup>, Salehifar, M. <sup>2\*</sup>, Azizi, M. H. <sup>3</sup>, Afshinpajouh, R. <sup>4</sup>

1. M.Sc. Student of Food Science & Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Food Science Phd, Member of Food Science & Technology Department, TarbiatModarresUniversity
4. M.Sc. Food Science & Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University

(Received: 91/7/17 Accepted: 94/3/23)

Pasta is a combination of ingredients is produced by drying a mixture of semolina, durum wheat, hard wheat flour with water or other allowed mixture. Used Wheat for pasta should be provided from hard or durum wheat containing more than 12/5% protein and 30% wet gluten ratios, this product should keep it's physical appearance while cooking and must not be waned, hard and elastic while chewing, stick to tooth and lose less dry material while cooking in boiled water. In pasta or other corny product, milling is one of the main procedures. Inappropriate wheat milling causes damaged starch. The damaged starch absorbs much more water, plays an important role in cooking procedure and has important effects on paste rheological features. In this research for considering the effects of the damaged starch on pasta quality, five flours with different starch ratios were selected. The content of moisture, ash, protein, dry, wet gluten and gluten index was determined on every flour, pasta rheological properties evaluation was performed using farinograph. Other tests such as; cooking value, cooking loss value, adherence, color and sensational assessment on products have been carried out. Results indicated that difference in the rate of damaged starch has no effect on the flour chemical features. The higher starch damage caused higher water absorption, lower development, stability time and lower quality score. Data indicated higher damaged starch caused higher cooking value, cooking loss value, higher adherence and increase the product darkness. Results showed lower quality assessment score by increasing damaged starch.

**Key Word:** Damaged Starch , Pasta, Paste Product, Starch, Wheat Flour

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: m\_salehi1978@yahoo.com