تأثیر گلوتن، دمای اکسترودر و دمای خشک کردن روی چسبندگی و خمیری شدن ماکارونی

محمد شاهدی*، پیمان گلی خوراسگانی** و زهره حمیدی اصفهانی**

چکیده

یکی از مشکلات اساسی صنعت ماکارونی، چسبندگی و خمیری شدن محصول آن پس از پخت می‌باشد. در این تحقیق عوامل موثر روی خمیری شدن و چسبندگی ماکارونی ایرانی به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت:

۱- درصد گلوتن آرد درچهار سطح ۸/۵، ۱۰/۵، ۱۲/۵ و ۱۴/۵ درصد که بااضافه‌کردن گلوتن گندمهای سخت خریداری شده ازبازارتهیه شد.

۲- دمای خمیر خروجی از اکسترودر در سه سطح ۴۸، ۵۸ و ۶۸ درجه سانتیگراد که با تغییر دادن دمای آب مصرفی در تهیه خمیر، جریان و یا عدم جریان آب در جداره اکسترودر و تغییر در سرعت دورانی خمیردان و زمان ماندن خمیر در اکسترودر حاصل گردید.

۳- دمای خشک کردن در دو سطح ۵۰ و ۶۲ درجه سانتیگراد که با افزایش دمای سیستم گرمایش به‌کمک مشعلها وگرم‌کن برقی درگرمخانه ایجاد شد.

آرد باگلوتن ۱۴/۵٪ و ۱۲/۵٪ دمای اکسترودر ۴۸°C و دمای خشک کردن ۶۲°C باعث بهبودی کیفیت و جلوگیری از چسبندگی و خمیری شدن ماکارونی گردید. با توجه به این که اثر افزایش درصد گلوتن از ۱۲/۵ درصد به ۱۴/۵ درصد روی افزایش کیفیت قابل توجه نبود با ملحوظ کردن عامل اقتصادی تولید، آرد باگلوتن ۱۲/۵ درصد برای تولید ماکارونی ایرانی مناسب تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی - ماکارونی، اسپاگتی، چسبندگی، خمیری شدن، گلوتن

مقدمه

ماکارونی یکی از فرآورده‌های مهم و پرمصرف غلات می‌باشد. این محصول به دلیل دارا بودن ارزش غذایی بالا، قیمت مناسب، قابلیت نگهداری و انبارداری و سهولت در امر تولید، در برنامه غذایی اکثر کشورهای در حال توسعه جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده و در چند ساله اخیر نیز به دلیل افزایش قیمت برنج در ایران، مصرف آن افزایش یافته است.

در شرایط کنونی، تکنولوژی مورد استفاده برای تولید ماکارونی ضعیف است و استفاده از تکنولوژی پیشرفته در داخل کشور از نظر مسائل اقتصادی، به‌ویژه در کوتاه مدت، عملی نیست. همچنین به‌علت کشت بسیار کم گندم دوروم[1] در کشور

* - دانشیار صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

** - به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و مربی صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس

1- Durum

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]

و فقدان تکنولوژی مناسب برای تهیه سمولینا از این گندم، کیفیت ماکارونی‌های تولیدی کشور مطلوب نیست.

عدم برنامه ریزی برای واردات گندم دوروم و کمبود تولید گندم سخت، واحدهای تولیدی را مجبور به استفاده از آرد گندم نرم و یا نیمه سخت نموده است. عوامل فوق باعث تولید ماکارونی با کیفیت نامناسب و دارای بافت چسبنده و خمیری پس از پخت می‌شود و به هیچ وجه کیفیت آن با کیفیت محصول تولیدی از سمولینای گندم دوروم و یا فارینای گندم سخت قابل قیاس نمی‌باشد.

کیفیت نامناسب ماکارونی صادراتی ایران به کشورهای آسیای میانه باعث شد که به رغم ارزان‌تر بودن ماکارونی ایرانی، ترکیه بتواند با محصول مرغوب‌تر جای ایران را در بازار آن کشورها بگیرد.

تحول کیفی در تولید ماکارونی در ایران، استفاده از تکنولوژی جدید و مواد اولیهٔ مناسب و مدت زمان طولانی را طلب می‌نماید، بنابراین باید کیفیت ماکارونی‌های تولیدی در شرایط موجود و با مواد اولیه مورد استفاده فعلی ارتقاء داده شود. پژوهشگران اثر عوامل مختلف از قبیل رقم، میزان پروتئین گندم، نوع آماده سازی گندم، اندازه ذرات آرد و درصد اجزاء مواد خام اولیه، دمای خشک کردن ماکارونی، کیفیت آب پخت ماکارونی، زمان پخت ماکارونی، مدت زمان بین آبکش کردن ماکارونی طبخ شده و انجام آزمایش و رطوبت نسبی محیط را بر روی کیفیت ماکارونی گزارش کرده‌اند (۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۱۶).

در این پژوهش تأثیر درصد گلوتن آرد، دمای خمیر خروجی از اکسترودر (دمای اکسترودر) و دمای خشک کردن ماکارونی روی خصوصیات کیفی، به‌ویژه چسبندگی و خمیری شدن ماکارونی طبخ شده، مورد توجه قرار گرفته و تلاش شده‌است شرایط بهینه برای تولید ماکارونی ایرانی مشخص گردد.

مواد و روشها

به‌طور کلی در این پژوهش سه عامل درصد گلوتن آرد در چهار سطح، دمای اکسترودر در سه سطح و دمای خشک کردن در دو سطح، در مجموع ۲۴ ترکیب تیماری و برای هر تیمار ۳ تکرار مورد توجه قرار گرفت و در نتیجه ۷۲ نمونه ماکارونی به‌دست آمد. برای بررسی آماری این تیمارها از آزمایش فاکتوریل، در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی استفاده شد (۱).

نحوه ایجاد سطوح مختلف در هر عامل

درصد گلوتن آرد: در این تحقیق از آرد کارخانه آرد اراک با گلوتن ۸/۵٪ براساس رطوبت ۱۴ درصد آرد استفاده شد. درصد خاکستر آرد مورد استفاده ۰/۶۹ درصد بود و از گلوتن خریداری شده از کارخانه نشاسته و گلوکز یاسوج با رطوبت ۲/۷٪ جهت تهیه آرد با مقدار ۱۰/۵، ۱۲/۵ و ۱۴/۵ درصد گلوتن استفاده گردید. این گلوتن از نوع واسرشت نشده بود که از گندمهای سخت استخراج گردیده بود. ماکارونی تولید شده از نوع رشته‌ای بود و ۱/۷ میلیمتر قطر داشت.

دمای اکسترودر

الف - برای ایجاد دمای ۴۸°C از جریان آب سرد ۱۱°C در جدار اکسترودر استفاده گردید. زمان ماندن خمیر در سیلندر اکسترودر ۳ دقیقه و سرعت دورانی مارپیچ آن ۵۵ دور در دقیقه بود.

ب - برای ایجاد دمای ۵۸°C، سرعت دورانی مارپیچ اکسترودر مانند حالت قبل ۵۵ دور در دقیقه منظور شد. ولی از آب جاری در جداره سیلندر اکسترودر استفاده نگردید. زمان ماندن خمیر در اکسترودر ۳ دقیقه بود.

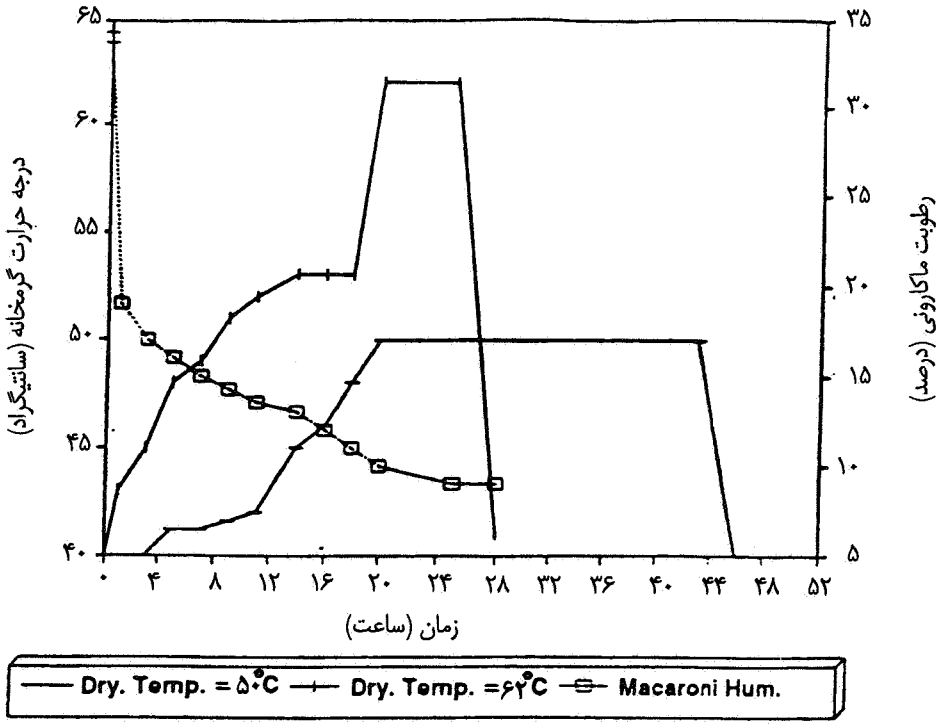
ج - برای ایجاد دمای ۶۸°C در تهیه خمیر، از آب ۳۰°C استفاده شد و با تغییر قطر پولی گیربکس مارپیچی اکسترودر، سرعت دورانی آن به ۳۵ دور در دقیقه تغییر داده شد. بنابراین با سرعت جریان کمتری نسبت به دو حالت قبل (حدود ۵ دقیقه)، از اکسترودر عبور کرد و در نتیجه درجه حرارت خمیر به ۶۸°C رسید.

دمای خشک کردن

الف- دمای ۵۰°C : عمل خشک کردن در این دما ۴۶ ساعت طول کشید. منحنی تغییرات دما در شکل ۱ نشان داده شده است. این دما، دمای معمول مورد استفاده اکثر کارخانجات تولید

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]



شکل ۱- فرایند درجه حرارت گرمخانه و رطوبت ماکارونی در طی خشک کردن (در دمای ۶۲°C)

ماکارونی در ایران می‌باشد. در کارخانه برای تأمین این دما از سیستمی شبیه سیستم شوفاژ خانه‌ها استفاده می‌کنند.

ب - دمای ۶۲°C: کل زمان خشک کردن در این دما ۲۸ ساعت بود که البته حدود ۶-۴ ساعت از آن را ماکارونی در دمای ۶۲°C قرار داشت. برای تامین این دما، از افزایش درجه سیستم گرمایش و همچنین گرم کن برقی در قسمت خشک کن، برای گرم کردن هوا استفاده شد.

اندازه‌گیری چسبندگی

برای اندازه‌گیری چسبندگی از دستگاه اندازه‌گیری خصوصیات بافت[1] استفاده شد. اساس این روش، تحت فشار قرار دادن رشته‌های ماکارونی طبخ شده تحت یک استوانه توپر و سپس برداشتن آن از سطح ماکارونی است. هنگام برداشت استوانه از سطح ماکارونی، قلم دستگاه منحنی نیروی چسبندگی را رسم می‌کند. ماکزیمم بلندی منحنی ثبت شده روی کاغذ ثبات هنگام جداشدن استوانه از سطح ماکارونی، مشخص کننده ماکزیمم نیروی چسبندگی است.

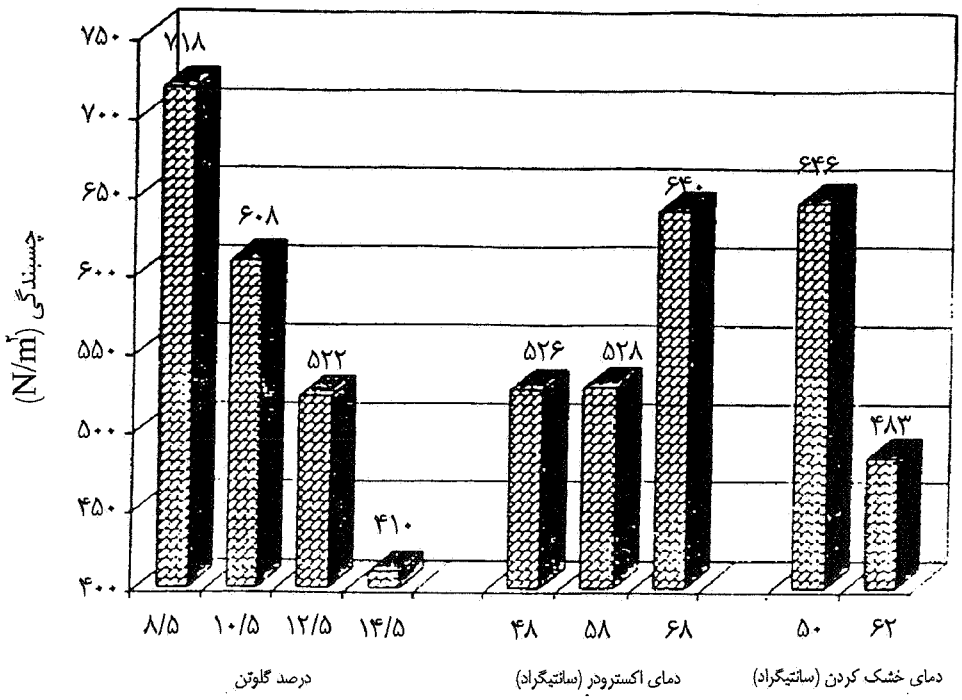
روش آزمایش

حداقل ۶ گرم ماکارونی به طولهای ۵ سانتیمتر شکسته و در زمان پخت مناسب (۱۳ دقیقه) طبخ، سپس آبکش و به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری گردید. در این مدت برای ممانعت از خشک شدن ماکارونی‌ها، روی رشته‌ها با آلومینیوم فویل پوشیده شد. بعد رشته‌ها را روی صفحه میز اینستران کنار هم چیده، یک صفحهٔ شیشه‌ای که دارای سوراخی به اندازه سطح مقطع استوانه بود برای نگهداری رشته‌ها روی آنها گذاشته شد. استوانه با نیروی ۵۲۰۰ نیوتن بر متر مربع روی سطح رشته‌های ماکارونی فشار وارد آورد. سپس با ایجاد حرکت برعکس در پلانژر نیروی چسبندگی پلانژر به ماکارونی تعیین و ثبت گردید (۸، ۱۱ و ۱۲).

1- Instron

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]



نمودار ۱- تاثیر درصد گلوتن آرد مصرفی، دمای اکسترودر و دمای خشک کردن بر چسبندگی ماکارونی طبخ شده

ارزیابی حسی خمیری شدن ماکارونی طبخ شده

این آزمایش شامل سه نوع ارزیابی بود که مجموعهٔ این سه ارزیابی توسط اعضاء گروه چشایی به صورت داده کیفی در نظر گرفته شد. در نهایت این داده‌های کیفی به داده‌های کمی تبدیل و آنالیز آماری صورت گرفت. این سه ارزیابی عبارت بود از:

الف - احساس چشمی (چسبندگی ظاهری): چسبندگی رشته‌ها به یکدیگر و ایجاد یک حالت توده‌ای و گلوله‌ای شکل و حالت خراش خوردگی در سطح ماکارونی به عنوان شاخص خمیری بودن منظور شد.

ب - احساس دهانی (قابلیت جویدن): ایجاد یک حالت نرم و بدون مقاومت زیر دندان و چسبندگی رشته‌ها به دندانها و کام در موقع جویدن نمایانگر خمیری شدن بود.

ج - احساس با دست: پس از فشردن رشته‌ها بین دو انگشت حالت برگشت پذیری (خاصیت الاستیکی) و نیز لغزندگی رشته‌ها در دست اندازه‌گیری گردید که گویای عدم خمیری بودن ماکارونی می‌باشد (۲ و ۱۸).

روش آزمایش

۲۴ نمونه ماکارونی تهیه شده به طور تصادفی انتخاب و به چهار گروه شش تایی تقسیم شد و به صورت اتفاقی کدگذاری گردید. هر گروه شش تایی به فواصل زمانی مختلف در شش عدد بشر حاوی آب معمولی، در مدت زمان مناسب ۱۳ دقیقه طبخ و آبکشی شد. ماکارونی آبکش شده، در شرایط محیطی یکسان از نظر نور و رطوبت قرار گرفت و توسط چهار عضو گروه چشایی (کارشناسان ارشد صنایع غذایی) ارزیابی گردید. اعضاء گروه چشایی به بیشترین حالت خمیری بودن ماکارونی در هر گروه خیلی بد و به کمترین حالت خمیری بودن خیلی خوب دادند. ارزیابی کیفی این افراد به ارزیابی کمی تبدیل شد. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای به نمودار تبدیل شد (۱۷).

نتایج و بحث

چسبندگی

نمودار ۱ نشان می‌دهد که سطوح مختلف گلوتن در میزان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]

چسبندگی تاثیر معنی داری دارد. کمترین چسبندگی در تیمار ۱۴/۵٪ گلوتن و بیشترین چسبندگی در تیمار ۸/۵٪ گلوتن اتفاق افتاده است. یعنی با افزایش درصد گلوتن موجود در آرد، چسبندگی کاهش یافته است. نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده توسط وایلاند و اپولونیا (۱۹) هماهنگی دارد. ایشان نتیجه گرفته‌اند که با افزایش پروتئین (گلوتن) در سمولینای مصرفی در تهیه ماکارونی، شبکه ماتریکس پروتئین - نشاسته مستحکم‌تر شده، باعث کاهش خروج نشاسته و به وجود آمدن منفذ در سطح ماکارونی و به تبع آن کاهش چسبندگی می‌گردد (۱۹). ماتسو و ایروین (۱۵) نیز علت چسبندگی را تا حدی به درجهٔ خرد شدن و متلاشی شدن رشته‌ها در طی پخت نسبت داده‌اند. بنابراین با افزایش درصد گلوتن آرد مورد استفاده، قدرت و استحکام ماکارونی بالاتر رفته، خرد شدن ماکارونی طبخ شده کمتر و به‌دنبال آن چسبندگی کمتر خواهد شد.

تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو دمای اکسترودر (۴۸°C و ۵۸°C) مشاهده نمی‌شود. در صورتی که چسبندگی ماکارونی تولید شده در دمای ۶۸°C به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.آبکاسیز و همکاران (۳) به این نتیجه رسیدند که دمای آب جاری شده بین دو لایه جداره استوانه (سیلندر) اکسترودر، یا به عبارت دیگر دمای خمیر خروجی از اکسترودر، بیشترین اثر را روی کیفیت پخت ماکارونی، به‌ویژه افت پخت و چسبندگی آن دارد. دمای زیاد خمیر خروجی از اکسترودر باعث عمل واسرشتی در گلوتن شده و اجازه تشکیل یک شبکه مناسب از نشاسته و گلوتن را نمی‌دهد. بنابراین موقع پخت، نشاستهٔ بیشتری از سطح ماکارونی جداشده، چسبندگی آن بیشتر می‌شود.

طبق نتایج به دست آمده از مطالعات گرانت و همکاران (۱۰) با افزایش فعالیت آلفا آمیلاز در خمیر و تبدیل نشاسته‌های تخریب شده به قند ساده و محلول در آب، عوامل اصلی چسبندگی در ماکارونی (آمیلوز و قندهای ساده) از سطح ماکارونی خارج شده، در آب پخت حل می‌گردد و باعث کاهش چسبندگی می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که چسبندگی کم در دمای اکسترودر ۴۸°C و ۵۸°C به همین علت است و شاید افزایش چسبندگی در دمای اکسترودر در ۶۸°C، به سبب کاهش فعالیت آلفا آمیلاز در طی اکسترودر کردن و باقی ماندن بیشتر مولکول‌های آمیلوز (ناشی از تخریب نشاسته‌ای آرد) در ماکارونی باشد.

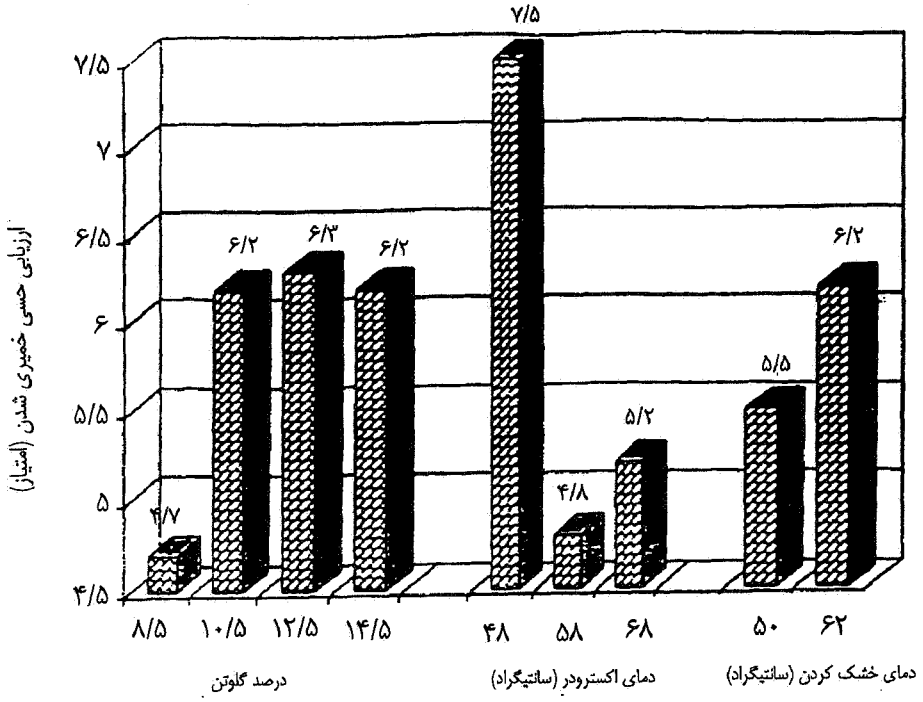
از نمودارهای ۱، ۲ و ۳ استنباط می‌شود که با افزایش دمای خشک کردن از ۵۰ به ۶۲ درجه سانتیگراد چسبندگی به طور معنی داری کاهش می‌یابد. دکستر و همکاران (۸) به این نتیجه رسیدند که چسبندگی ماکارونی با افت پخت ارتباط معنی داری دارد و نیز گزارش کردند که افزایش درجه حرارت خشک کردن باعث واسرشتی بیشتر پروتئین‌ها شده، این امکان فراهم می‌گردد که طی عمل خشک کردن در دمای بالاتر، لایه ای از پروتئین روی سطح ماکارونی استحکام یابد و باعث ممانعت از تخریب رشته و نتیجتاً کاهش چسبندگی شود. این نتیجه با نتیجهٔ به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

از نمودار ۲ چنین برداشت می‌شود که در سطح دمای خشک کردن ۶۲°C، با افزایش دمای اکسترودر، چسبندگی افزایش می‌یابد. در همین نمودار مشهود است که با افزایش دمای خشک کردن از ۵۰°C به ۶۲°C، چسبندگی ماکارونی در دمای ۴۸°C به طور معنی داری کاهش می‌یابد، ولی در دماهای ۵۸°C و ۶۸°C این کاهش معنی دار نیست و در موقع خشک کردن در دمای ۵۰°C، دمای اکسترودر ۵۸°C یک اثر بهبود بخش در چسبندگی ایجاد کرده‌است.

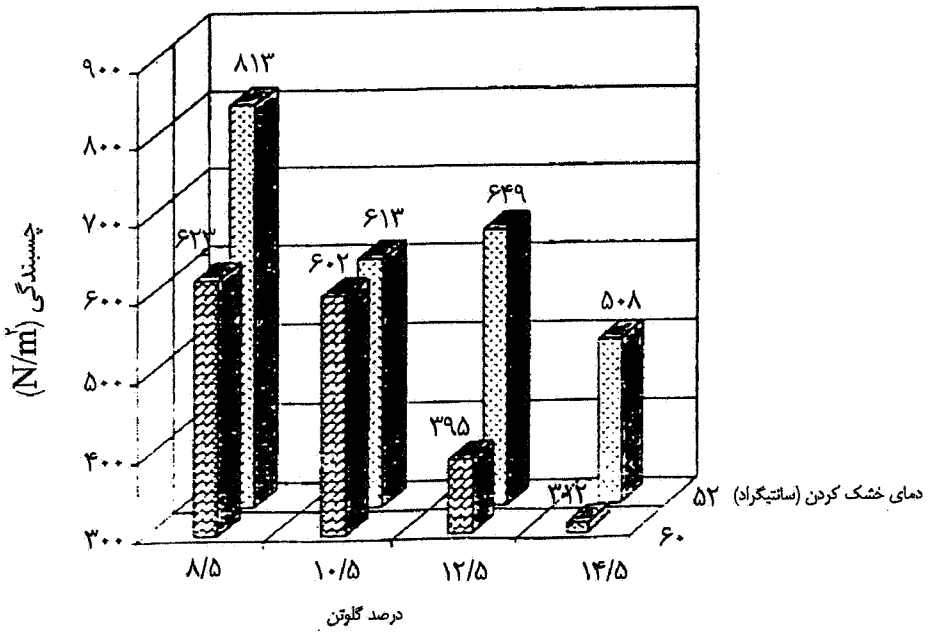
طبق گزارش دکستر و همکاران (۸)، برای به‌دست آوردن یک ماکارونی با کیفیت بالاتر، بهتر است همراه با افزایش پروتئین آرد مصرفی، از دمای خشک کردن بالاتر استفاده شود. این نتایج با نتایج به‌دست آمده در نمودار ۲ کاملاً همسویی دارد، یعنی مقدار کاهش چسبندگی در دو تیمار گلوتن آرد مصرفی ۱۰/۵٪ و ۱۲/۵٪، در سطح دمای خشک کردن ۶۲°C بیشتر از سطح دمای خشک کردن ۵۰°C است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]



نمودار ۲- تأثیر درصد گلوتن آرد مصرفی، دمای اکسترودر و دمای خشک کردن بر ارزیابی حسی خمیری شدن ماکارونی طبخ شده (امتیاز ۱۰ = بهترین حالت، امتیاز ۱ = بدترین حالت)



نمودار ۳- اثر متقابل درصد گلوتن آرد مصرفی و دمای خشک کردن بر چسبندگی ماکارونی طبخ شده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]

خمیری شدن ماکارونی طبخ شده

اطلاعات نمودارهای ۱ و ۲ نشان می‌دهد که در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری بین ارزیابی حسی خمیری بودن ماکارونی تولید شده با درصد گلوتن ۱۰/۵، ۱۲/۵ و ۱۴/۵ وجود ندارد. ولی بین خصوصیت خمیری بودن این ماکارونی‌ها با ماکارونی تولید شده با ۸/۵ درصد گلوتن اختلاف معنی دار دیده می‌شود.

هرچه میزان گلوتن آرد پایین‌تر باشد، نسبت گرانول‌های (سالم و تخریب شده) نشاسته در واحد وزن بیشتر خواهد بود. نتیجتاً علاوه بر این که شبکه نشاسته -گلوتن به خوبی تشکیل نمی‌شود، در موقع طبخ ماکارونی، نشاسته آب زیادتری جذب کرده، متورم شده و از شبکهٔ گلوتنی راحت‌تر جدا می‌شود (۳). بنابراین انسجام رشته‌ها به هم خورده و حالت نرم و خمیری به خود می‌گیرند و در موقع خوردن به سقف دهان و یا حتی به یکدیگر و ظرف غذا می‌چسبند (۱۴). در صورتی که از تیمار گلوتن ۱۰/۵٪ به بالا استفاده شود، شبکهٔ گلوتن- نشاسته به خوبی تشکیل شده و از خروج گرانول‌های نشاسته ممانعت می‌نماید.

دکستر و همکاران (۷ و ۹) نتیجه گرفتند که واریته گندم (دوروم یا قرمزبهاری سخت) و مقدار پروتئین آرد مصرفی و دمای خشک کردن ماکارونی و همچنین اندازهٔ ذرات آرد، روی نرمی و سفتی ماکارونی در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی داری دارد. به عبارت دیگر آنها نتیجه گرفتند که هر چه پروتئین آرد بیشتر شود ماکارونی حاصله، سطحی محکم‌تر داشته و قابلیت ارتجاعی مناسب‌تری پیدا می‌کند. این نتایج با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

از نتایج به‌دست آمده استنباط می‌شود که تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد بین دمای اکسترودر ۵۸°C و ۶۸°C دیده نمی‌شود. ولی تفاوت بین این دو دما ودمای ۴۸ درجه سانتیگراد معنی دار است. کمترین حالت خمیری شدن و چسبندگی ظاهری در دمای اکسترودر ۴۸°C به‌دست آمده است، که احتمالاً به این علت است که در این دما فعالیت آمیلولیتیکی پایین‌تر بوده، در نتیجه تجزیهٔ آمیلوز کمتر صورت گرفته، افت پخت و در نهایت خمیری شدن ماکارونی طبخ شده کمتر شده است. با افزایش دمای اکسترودر تا ۵۸°C، چسبندگی ظاهری رشته‌ها به یکدیگر به‌علت افزایش افت پخت زیادتر می‌شود. اثر دمای اکسترودر ۶۸°C، زیادتر واسرشت شدن گلوتن در این دما و عدم ایجاد یک شبکهٔ قوی و منظم گلوتن- نشاسته در اکسترودر می‌باشد. عدم تشکیل شبکه منظم گلوتنی باعث می‌شود در موقع پخت، نشاستهٔ بیشتری به آب پخت وارد شده، سطح ماکارونی ریش ریش و چسبندگی رشته‌ها به یکدیگر و حتی ظرف و داخل دهان زیادتر گردد (۶).

آبکاسیس و همکاران (۳) نتیجه گرفتند که افزایش سطح سوراخهای قالب انتهای اکسترودر، افزایش سرعت مارپیچ (برای کاهش زمان ماندن خمیر در اکسترودر)، افزایش جذب آب در خمیر و اثر متقابل افزایش سرعت مارپیچ و افزایش دمای اکسترودر باعث افزایش معنی داری در خصوصیات سطحی ماکارونی (از جمله عدم چسبندگی و خمیری شدن) طبخ شده می‌گردد و افزایش دمای خمیر خروجی از اکسترودر باعث افزایش معنی داری در خمیری شدن و چسبندگی ظاهری می‌گردد.

دکستر و همکاران (۹) نتیجه گرفتند که با افزایش دمای خشک کردن، لایه‌ای از پروتئین روی سطح ماکارونی استحکام می‌یابد و باعث ایجاد مقاومت در برابر تخریب سطحی رشته‌ها و جلوگیری از نرمی بیش از حد رشته‌ها در آب پخت می‌شود. همچنین دکستر و همکاران (۸) در گزارش دیگری پیشنهاد کردند که به کارگیری دمای بالا در مراحل خشک کردن انتهایی باعث کاهش چسبندگی ظاهری و خمیری شدن می‌گردد. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات فوق هماهنگی دارد.

از نمودار ۲ چنین برمی‌آید که در دمای اکسترودر ۴۸°C، بهترین حالت درصد گلوتن مصرفی (با توجه به هزینه‌ها و ارزیابی حسی) ۱۰/۵٪ می‌باشد و در دمای اکسترودر ۵۸°C، بهترین درصد گلوتن آرد ۱۲/۵٪ و در دمای اکسترودر ۶۸°C، بهترین درصد گلوتن آرد ۱۴/۵٪ است. به عبارتی، با افزایش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]

دمای اکسترودر در کارخانجات، بهتر است از آرد با پروتئین بالاتر استفاده شود.

از نتایج به دست آمده استنباط می‌شود که دمای خشک کردن ۵۰°C با آرد ۸/۵ و ۱۰/۵ درصد گلوتن و دمای خشک کردن ۶۲°Cبا آرد ۱۲/۵ و ۱۴/۵ درصد نتایج بهتری می‌دهد. شاید علت این باشد که اگر در دمای خشک کردن ۵۰°C از گلوتن بالا استفاده کنیم، به علت کافی نبودن این دما برای عمل واسرشتی کامل گلوتن‌ها در سطح ماکارونی و عدم ایجاد یک لایه سخت در سطح ماکارونی، خمیری شدن سطحی ماکارونی بیشتر می‌شود. در صورتی که اگر از دمای بالا (۶۲°C) استفاده شود با افزایش میزان گلوتن (۱۲/۵% و ۱۴/۵%) لایهٔ قوی در سطح ماکارونی بهتر حاصل شده، باعث کاهش خمیری شدن و افزایش قابلیت ارتجاع و سفتی در ماکارونی طبخ شده می‌گردد. به عبارت دیگر دمای خشک کردن پایین (۵۰°C) تاثیر بهتری در تیمار گلوتن پایین (۸/۵% و به‌خصوص ۱۰/۵%) و دمای خشک کردن بالا (۶۲°C) تاثیر بهتری در تیمار گلوتن بالا (۱۴/۵% و به خصوص ۱۲/۵%) می‌گذارد.

نتیجه‌گیری

برای کاهش چسبندگی ماکارونی، بهترین تیمار حاصله از اثر متقابل درصد گلوتن و دمای اکسترودر، به کارگیری ۱۴/۵ درصد گلوتن و دمای اکسترودر ۶۸°C می‌باشد و بهترین تیمار حاصله از اثر متقابل دمای اکسترودر با دمای خشک کردن، به‌کارگیری دمای اکسترودر ۴۸°C و دمای خشک کردن ۶۲°C است. به طور کلی تیمار گلوتن ۱۲/۵ درصد و دمای اکسترودر ۴۸°C و دمای خشک کردن ۶۲°C توصیه می‌شود. با توجه به این که تفاوت اثر گلوتن ۱۴/۵ و ۱۲/۵ درصد زیاد نیست، از نظر اقتصادی استفاده از گلوتن درحد ۱۲/۵ درصد ترجیح داده می‌شود و به همین دلیل توصیه می‌گردد.

برای کاهش خمیری شدن ماکارونی، بهترین تیمار حاصله از اثر متقابل درصد گلوتن آرد و دمای اکسترودر به کارگیری گلوتن ۱۰/۵ درصد و دمای اکسترودر ۴۸°C بوده و بهترین تیمار حاصله از اثر متقابل درصد گلوتن با دمای خشک کردن، به‌کارگیری گلوتن ۱۲/۵ درصد و دمای خشک کردن ۶۲°C است. بهترین تیمار حاصله از اثر متقابل دمای اکسترودر با دمای خشک کردن، به کارگیری دمای اکسترودر ۴۸°C و دمای خشک کردن ۶۲°C می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱ ـ بصیری، ع. ۱۳۵۷. طرحهای آماری در علوم کشاورزی. دانشگاه شیراز، ص. ۱۰۶-۹۴و ۳۵۸-۲۹۶.

۲- رجب زاده، ن.، ژ. کیهان پور، و ا. باقرزاده. ۱۳۶۹. ارزیابی کیفیت ماکارونی در ایران. نشریه شماره ۴۵، تهران، پژوهشکدهٔ غله و نان ایران.

3- Abeccassis, J., R. Abbou, R. M., Chaurand, and P. Vernopux. 1994. Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature and pressure in the extruder and on pasta quality. Cereal Chem. 71(3):247-253.

4- Binnington, D.S., H. Johannson and W.J. Geddes. 1939. Quantitative methods for evaluating the quality of macaroni products. Cereal Chem. 6:149.

5- Dexter, J.E., G.T. Sadaranganey, J. Michaelids, N. Mathieson, J.J. Tkac and B.A. Marchylo 1994. Effects on durum milling and spaghetti making quality. Cereal Chem. 71(1):10-16.

6- Dexter. J.E., B.L. Dranzek and R.R. Matsuo. 1978. Microscopy of cooked spaghetti. Cereal Chem. 55(1):23-30.

7- Dexter, J.E., R.H. Kilborn, B.C. Morgan and R.R. Matsuo. 1983. Grain research laboratory compression tester: Instrumental measurement of cooked spaghetti stickiness. Cereal Chem. 60(2):139-142.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]

8- Dexter, J.E., R.R. Matsuo and B.C. Morgan. 1981. High temperature drying: Effect on spaghetti properties. J. Food Sci. 48:1741-1746.

9- Dexter, J.E., R.R. Matsuo and B.C. Morgan. 1983. Spaghetti stickiness: Some factors influencing and relationship to other cooking quality characteristics. J. Food Sci. 48:1545-1551.

10- Grant, L.A., J.W. Dick and D.R. Shelton. 1993. Effects of drying temperature, starch damage, sprouting and additives on spaghetti quality characteristics. Cereal Chem. 70(6):676-684.

11- Guan, F. and P. Selb. 1994. Instrumental probe and method to measure stickiness of cooked spaghetti and noodles. Cereal Chem. 71(4):330-337.

12- Jowitt, J. 1984. Extrusion Cooking Technology. Elsevier Applied Science Publishers, New York, pp.181-204.

13- Marshall, S. and R. Wasik. 1974. Communication to the editor: Gelatinization of starch during cooking of spaghetti. Cereal Chem. 51: 146-147.

14- Matsuo, R.R. and G.N. Irvine. 1970. Effects of gluten on the cooking quality of spaghetti. Cereal Chem. 47:173-180.

15- Matsuo, R.R. and G.N. Irvine. 1967. Macaroni brownness. Cereal Chem. 44:78-85.

16- Oh, N.H., P.A. Seib, C.W. Deyoe and A.B. Ward. 1985a. Noodles. II. The surface of cooked from soft and hard wheat flours. Cereal Chem. 62:431-436.

17- SAS Institute. 1987. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

19- Wyland, A.R. and B.L. D'Appolonia. 1982. Influence of drying temperature and farina blending on spaghetti quality. Cereal Chem. 259(3):199-201.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1378.3.2.5.3]