

# تعیین زمان بهینه رسیدن پنیر سفید ایرانی با استفاده از روش سطح پاسخ

رزیتا سالاری<sup>۱\*</sup>، سید علی مرتضوی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه، فردوسی مشهد

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

## چکیده

به منظور تعیین اثر شرایط دمایی و زمانی مختلف دوره رسانیدن پنیر بر روی توسعه عطر و طعم و بافت آن و مطلوبیت آن برای مصرف کننده و نیز انتخاب بهترین شرایط رسانیدن برای پنیر، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بر روی ۴ نوع پنیر با شرایط رسیدگی متفاوت، شامل: پنیروستی A = دو هفته در دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد و یک ماه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد - پنیروستی B = یک هفته در دمای محیط ۲۲ درجه سانتی‌گراد و یک ماه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد - پنیروستی C = UF-D = یک روز در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و ۱۰ روز در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و دو هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد - پنیروستی D = UF-D = یک روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۴ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، اجرا گردید. خصوصیات شیمیایی از قبیل میزان درصد NPN/TN و ADV(mg KOH/g fat) و همچنین پذیرش کلی نمونه‌ها در زمانهای مختلف نگهداری (در فواصل زمانی یکسان) پنیروستی، اندازه‌گیری و آنالیز آماری شد. رابطه بین متغیرهای اندازه‌گیری شده با استفاده از رگرسیون‌های دو متغیره مطالعه شد و جهت بهینه‌سازی خصوصیات بر اساس امتیاز پذیرش کلی، از نمودار سه بعدی استفاده شد. نتایج آزمایشات نشان داد که پنیروستی A و پنیروستی UF-D به ترتیب، بیشترین و کمترین مقادیر درصد NPN/TN و ADV و پذیرش کلی را دارا بودند. تأثیر افزایش درصد NPN/TN و ADV بر افزایش خصوصیات حسی و پذیرش کلی پنیروستی تنها در مورد پنیروستی UF-D معنی‌دار نبود و افزایش پذیرش کلی در بقیه پنیروستی‌ها در دو هفته اول، بیشترین مقدار را از خود نشان داد. در مقایسه بین پنیروستی‌های UF در شرایط دمایی و زمانی یکسان، پنیروستی دارای مقدار درصد NPN/TN بیشتر و پنیروستی UF دارای مقدار درصد ADV بیشتری بودند. نتایج مدلسازی و کمی کردن روابط بین متغیرها حاکی از آن بود که تأثیر افزایش مقادیر ADV (لیپولیز) در شدت فرآیند رسانیدن پنیر و افزایش پذیرش کلی، بیشتر از افزایش درصد NPN/TN (پروتئولیز) بود و در نهایت، در بین چهار نوع پنیر در زمان عرضه به بازار، شرایط بهینه رسانیدن، شرایط رسانیدن پنیروستی B بدست آمد.

کلید واژگان: پنیر سفید، پروتئولیز، لیپولیز، خواص ارگانولپتیک، رسیدن پنیر

## ۱- مقدمه

نگهداری می‌شود. طعم پنیر فتا کمی تیز، اسیدی و نمکی و بافت آن نرم، صاف و خامه‌ای بوده آنرا قابل برش می‌سازد. هیچ حفره‌گازی در آن وجود

پنیر فتا نوعی پنیر سفید آب نمکی است که با کیفیت عالی از شیر گاو، گوسفند و یا مخلوط شیر گوسفند و بز تهیه شده و به صورت برش درون آب نمک

\* مسئول مکاتبات: r\_salari2001@yahoo.com

لیپولیز واکنشی مهم برای ایجاد طعم در پنیر است. فعالیت لیپولیتیکی در پنیر ممکن است ناشی از باکتریهای لاکتیکی، باکتریهای اکتسابی یا آنزیمهای افزوده شده به شیر باشد. لیپاز موجود در شیر فقط در پنیر حاصل از شیر خام فعال است. طعمهای مشتق شده از چربی در رابطه با رسیدن پنیر، نتیجه آزادسازی اسیدهای چرب توسط لیپولیز و تغییر بعدی اسیدهای چرب توسط میکروارگانیسمها به ترکیبات دیگر می باشد. بیشتر مردم مصرف پنیرهای چرب را ترجیح می دهند زیرا کیفیت عطر و طعم در پنیرهای چرب بهتر است و مواد معطر پنیر اساساً ناشی از تجزیه چربی ها در هنگام فرایند رسیدن است [۲ و ۳].

گولر و همکاران (۲۰۰۴) رابطه بین فعالیتهای پروتئولیتیک و لیپولیتیک و خواص حسی پنیر سفید سنتی ترکی را مورد مطالعه قرار دادند [۴]. پیتسو و همکاران (۲۰۰۰) تأثیر دوره رسیدگی را بر میزان اسیدهای چرب آزاد و پروتئین کل و بافت پنیر فتای حاصل از شیر دامهای مختلف بررسی نمودند [۵]. آذرینا و همکاران (۱۹۹۷) خصوصیات فیزیکی-شیمیایی دلمه را در طول دوره رسیدگی پنیر آب نمکی ایرانی ارزیابی کردند [۶]. در هر سه مطالعه در طی دوره رسیدگی پنیر افزایشی در میزان اسیدهای چرب آزاد، ازت غیرپروتئینی و خصوصیات حسی پنیر مشاهده شد که نشان دهنده افزایش فعالیتهای لیپولیتیک و پروتئولیتیک بود. راو و همکاران (۱۹۹۸) ترکیبات شیمیایی و خصوصیات حسی پنیر چدار تولید شده به روش سنتی و UF را مورد مقایسه قرار دادند. در این مطالعه نشان داده شد که میزان درصد NPN در پنیر سنتی بالاتر از پنیر UF و میزان اسیدهای چرب آزاد در پنیرهای UF بالاتر از پنیر سنتی بود. همچنین نشان داده شد که خصوصیات حسی در پنیر سنتی دارای امتیاز بالاتری نسبت به پنیر UF بود [۷]. گلایز و همکاران (۱۹۹۱) [۸] و گامز و همکاران (۱۹۹۸) [۹] تأثیر افزایش دما و زمان را در طول دوره رسیدگی بر افزایش مقدار درصد ازت غیرپروتئینی و اسیدهای آلی پنیر نشان دادند.

هدف از این تحقیق، یافتن زمان بهینه رسیدن پنیر می باشد. از آنجا که در حال حاضر دوره رسیدگی پنیر در کارخانجات مختلف، متفاوت بوده بطوریکه هر یک از

ندارد اما وجود شکافهای مکانیکی کوچک نا منظم در آن مطلوب است. رنگ آن هم در کناره ها و هم در سطح پنیر، سفید می باشد و فاقد پوسته سخت سطحی است [۱].

رسانیدن پنیر به معنی ایجاد تغییرات فیزیکی، شیمیایی، بیوشیمیایی و میکروبیولوژیکی در دلمه می باشد که باعث بهبود طعم و بافت آن می گردد. از لحاظ علمی پنیرهای رسیده فرآورده هایی هستند که بر حسب مورد در دماهای بالا یا در دمای پایین در مدتی طولانی قرار داده شوند تا باکتریها و آنزیمها بتوانند دلمه تازه را به پنیری که رایحه ای مخصوص و ظاهری مشخص دارد، تبدیل کنند. دوره رسیدن از صفر برای پنیر تازه تا ۲ سال برای پنیرهای رسیده سخت متغیر است. تغییرات بیوشیمیایی پنیر در طول رسیدن به ۲ گروه رسانیدن اولیه (لیپولیز، پروتئولیز، متابولیسم لاکتوز باقیمانده و لاکتات و سترات) و رسانیدن ثانویه (متابولیسم اسیدهای چرب آزاد و اسیدهای آمینه آزاد) تقسیم می شود. اسیدهای چرب آزاد و اسیدهای آمینه آزاد ترکیباتی بسیار مهم برای طعم پنیر هستند. غلظت این ترکیبات دائماً در طی دوره رسانیدن پنیر فتا افزایش می یابد [۲].

پروتئولیز مهمترین فرآیند در رسانیدن پنیر است. رنت کازئین پنیر را به پپتیدها آبکافت می کند و این پپتیدها بوسیله سلولهای میکروبی به اسیدهای آمینه تبدیل می شوند. اسیدهای آمینه در نهایت به ترکیبات معطر از قبیل آمین ها، آلدئیدها و الکلها و به ترکیبات گوگردی تبدیل می گردند. پروتئولیز در تغییرات بافتی شبکه پنیر در جهت شکستن شبکه پروتئین، کاهش aw از طریق اتصال آب به گروههای آمیدی و کربوکسیل و افزایش pH شرکت دارد. رنت اثر پروتئولیتیک ضعیفی دارد و پروتئین را فقط تا حد پروتئوز تجزیه می کند. پروتئولیز اصلی تا شکل گیری اسیدهای آمینه آزاد بوسیله باکتریهای آغازگرو غیر آغازگر انجام می پذیرد. در طول مدت رسیدن پنیر به غلظت پپتیدها، اسیدهای آمینه آزاد و آمونیاک افزوده می شود. هرچند رایحه و بوی ویژه پنیر بطور اخص به حضور اسیدهای آمینه آزاد بستگی ندارد اما گفته می شود، این ترکیبات احتمالاً در برگزیده موادی هستند که به آنها پیش ساز رایحه گفته می شود.

1. Free Fatty Acids (FFA)
2. Free Amino Acids (FAA)

گردید. آنگاه دمای آن تا ۳۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد، ۱٪ آغازگر لاکتیکی (*Lactobacillus bulgaricus* و *Streptococcus thermophilus*) به آن افزوده شد و بعد از گذشت ۳۰ دقیقه، ۰/۲٪  $CaCl_2$  و ۱٪ رنت تجاری افزوده و ۶۰-۳۰ دقیقه فرصت داده شد تا تشکیل دلمه انجام شود. سپس دلمه برش خورد و همزده شد تا آب پنیر خارج شود و به مدت ۵-۴ ساعت وارد قالب شد تا آگیری انجام شود. سپس به اندازه‌های مناسب بریده شد و به مدت ۴-۳ ساعت وارد آب نمک ۲۲٪ شد و در نهایت در آب نمک ۱۱٪ دوره رسیدگی خود را طی کرد.

#### ۲-۱-۲- روش تولید پنیر UF (فراپالایش شده)

در این روش نیز ابتدا چربی شیر استاندارد شد، آنگاه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ ثانیه پاستوریزه شد، سپس تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و برای تغلیظ وارد دستگاه UF گردید. شیر تغلیظ شده در فشار ۵۰ بار و دمای ۶۸ درجه سانتی‌گراد هم‌وزن شد و سپس در دمای ۷۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه پاستوریزه شده و تا دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد خنک شد، آغازگر لاکتیکی و مایه پنیر به آن اضافه شد و بطور هم‌زمان وارد ظروف بسته‌بندی شد و به مدت ۲۰ دقیقه وارد مرحله تشکیل دلمه شد. نمک بر روی کاغذ موجود بر روی سطح دلمه ریخته شد و سپس دربندی ظروف با فویل آلومینیوم صورت گرفت و پنیرها وارد مرحله رسیدگی شدند.

#### ۲-۲- آزمون‌های شیمیایی

نیترژن محلول در اسید تری کلرو استیک ۱۲٪ (NPN<sup>1</sup>) در زمانهای مختلف دوره رسانیدن براساس روش مورد استفاده توسط آناگامز و همکاران (۱۹۹۸) استخراج شد [۹] و براساس استاندارد AOAC ۹۹۱،۲۰ با روش کلدال اندازه‌گیری شد و نسبت NPN/TN به صورت درصد گزارش شد. چربی پنیر در زمانهای مختلف دوره رسیدگی براساس روش مورد استفاده توسط رنر (۱۹۸۶) استخراج شد [۱۰]. و <sup>1</sup>ADV (اندیس اسیدی) بر اساس استاندارد AOAC ۹۶۹،۱۷ با روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد.

یافته‌های تجربی خود برای تعیین دوره رسیدگی پنیر استفاده می‌کنند لذا تعیین زمان بهینه رسیدن توسط آزمایشات علمی می‌تواند راهکاری در جهت بهبود مطلوبیت آن برای مصرف‌کننده و نیز استفاده بهینه از انبارها برای تولیدکننده (از جنبه اقتصادی) باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- تولید پنیر

پنیرهای مورد آزمایش بصورت آماده از کارخانجات در حال تولید خریداری شد. با توجه به این که پنیرهای مورد آزمایش باید از شرایط تولیدی یکسانی برخوردار می‌بودند، لذا طی بازدیدهای به عمل آمده از کارخانجات مختلف، نمونه‌ها از کارخانجاتی خریداری شد که شرایط تولیدی مشابه اما دوره‌های رسیدگی متفاوت داشتند که عبارت بودند از:

**پنیر سنتی A** = دو هفته در دمای ۱۶ درجه سانتی‌گراد و یک ماه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد

**پنیر سنتی B** = یک هفته در دمای محیط ۲۲ درجه سانتی‌گراد و یک ماه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد

**پنیر UF-C** = یک روز در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد و ۱۰ روز در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و دو هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد

**پنیر UF-D** = یک روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۴ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد

نمونه‌ها پس از خریداری، در شرایط دمایی و زمانی مشابه با شرایط آن کارخانجات جهت گذراندن دوره رسیدگی نگهداری شدند. نمونه برداری از تمام نمونه‌ها و انجام کلیه آزمایشات بر روی آنها بصورت هفتگی انجام شد. استثنائاً بدلیل این که نمونه پنیر UF-D تنها به مدت ۵ روز دوره رسیدگی را طی می‌کرد، نمونه‌گیری در این پنیر در روز اول و پنجم صورت گرفت.

روش تولید پنیرها در آن کارخانجات بصورت زیر بوده است:

### ۲-۱-۱- روش تولید پنیر سنتی

نخست مقدار چربی شیر گاو تا ۲/۵٪ رسانده شد، سپس در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ ثانیه پاستوریزه

## ۲-۳-آزمونهای حسی

خصوصیات حسی پنیر از نظر طعم، عطر و بو، بافت و شکل ظاهری در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط ۸ عضو تیم چشایی مورد ارزیابی قرار گرفت. سنجش ویژگیهای حسی بر اساس مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (۵-۱) انجام شد. این آزمون‌ها نیز همزمان با آزمایشات شیمیایی به صورت هفتگی بر روی نمونه‌ها صورت گرفت.

## ۲-۴-آنالیز آماری

آزمایشات شیمیایی بر روی هر تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در زمانهای مختلف نگهداری پنیرهای تولیدی صورت گرفت. آنالیز واریانس برای چهار نوع پنیر (چهار تیمار) در هر زمان بطور جداگانه انجام شده است زیرا زمان ۴۲ روز برای چهار نوع پنیر یکسان اعمال نشده است.

پس از جمع‌آوری نتایج آزمون‌های حسی، پذیرش کلی نمونه‌ها با احتساب وزن و ضریب هر یک از مؤلفه‌های اندازه‌گیری شده در پذیرش کلی [۱۱]، بصورت زیر محاسبه شد.

$$+ (0.22 * \text{امتیاز شکل ظاهری}) + (0.18 * \text{امتیاز بافت}) + (0.1 * \text{امتیاز عطر و بو}) + (0.5 * \text{امتیاز طعم}) = \text{پذیرش کلی}$$

جهت برآورد روابط کمی بین مدت نگهداری و صفات شیمیایی از آنالیز رگرسیون استفاده شد. جهت بهینه سازی خصوصیات بر اساس امتیاز پذیرش کلی، از نمودار سه بعدی استفاده شد. به این منظور ابتدا مدل رگرسیون دو متغیره بین امتیاز پذیرش کلی (y) و مقادیر بدست آمده ADV و درصد NPN/TN (x2, x1) به فرم زیر برآزش داده شد:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

Y = متغیر وابسته، در اینجا امتیاز پذیرش کلی است که از طریق آزمون‌های حسی به دست آمده است.

X1 و X2 = متغیرهای مستقل، در اینجا ADV و NPN/TN % است.

a و b1 و b2 ضرایب معادله رگرسیون می باشند. پس از بدست آوردن ضرایب، نمودار سه بعدی برای

1. Acid degree value (mg KOH/g fat)

هر یک از پنیرهای تحت بررسی رسم گردید.

## ۳-نتایج و بحث

### ۳-۱-پروتئولیز

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می شود با افزایش زمان، مقدار درصد NPN/TN در هر چهار نوع پنیر روند افزایشی داشته است. اما این افزایش در چهار نوع پنیر تحت بررسی بصورتی متفاوت نمایان می شود. در واقع در سه پنیر سنتی A و سنتی B و UF-C مدل اشباعی موند حاصل شد.

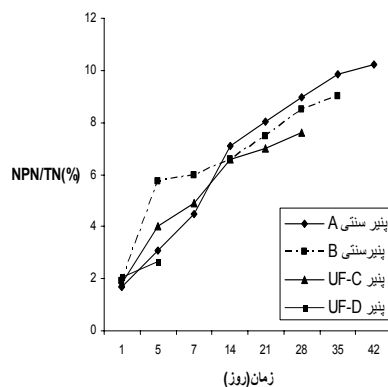
$$Y = a * [1 - b * \exp(-c * x)]$$

موندولکولار

$$\text{NPN/TN} \% = Y \quad \text{زمان} = X$$

a و b و c = ضرایب معادله اند که a حداکثر مقدار Y (مجانب تابع)، b ضریب انحنای معادله و c سرعت نسبی تغییرات Y بر حسب زمان است.

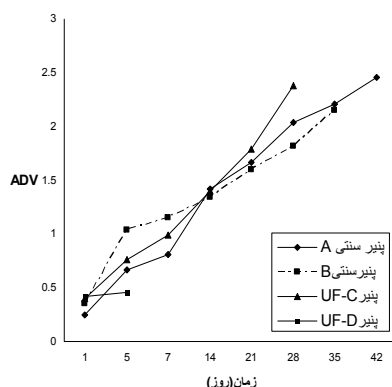
در پنیر UF-D تغییرات درصد NPN/TN، بسیار کم بود و برای این پنیر مدل خطی  $y = a + bx$  حاصل شد.



شکل ۱ نمایش تاثیر زمان رسیدگی بر روی میزان نیتروژن غیرپروتئینی/ نیتروژن کل (NPN/TN) پنیرهای مختلف

همچنین در تمام نمونه‌های مورد آزمایش، با افزایش دما، میزان درصد NPN/TN افزایش یافت، بطوریکه در هفته‌های ابتدایی که دمای نگهداری و رسانیدن بالاتر است تغییرات درصد NPN/TN با سرعت بیشتری روی داده است. زمان ماکزیمم تغییرات درصد

روند افزایشی بصورت صعودی می باشد و مدل خطی حاصل شد.



شکل ۲ نمایش تاثیر زمان های مختلف رسیدگی بر روی شاخص اسیدی پنیرهای مختلف

افزایش دما بطور معنی داری میزان ADV را نیز افزایش داده است. بطوریکه در هفته های ابتدایی که دمای نگهداری و رسانیدن بالاتر است تغییرات ADV با سرعت بیشتری روی داده است که با نتایج تحقیقات گلابیز و همکاران (۱۹۹۱) و گامز و همکاران (۱۹۹۸) مطابقت دارد [۸ و ۹]. زمان ماکزیمم تغییرات ADV در پنیر سنتی A و سنتی B تقریباً در یک زمان (روز ۲۱) مشاهده شد.

با شرایط دمایی و زمانی مختلف دوره رسانیدن در پنیرها، در نهایت بین ۴ نوع پنیر عرضه شده به بازار پنیر سنتی A دارای بیشترین مقدار ADV (۲/۴۶) می باشد و پنیر UF-D دارای کمترین مقدار ADV (۰/۴۶) می باشد. پنیر سنتی B (۲/۱۵) و پنیر UF-C (۲/۳۸) در حد واسطه ایندو قرار دارند. مشاهده می شود که اثر همزمان زمان و دما در پنیر سنتی A مناسب ترین حالت بوده است و لیپولیز کاملتر بوده است.

به نظر می رسد پنیرهای سنتی تحت شرایط دمایی و زمانی مشابه دارای ADV کمتری نسبت به پنیرهای UF می باشند. این نتیجه از مقایسه پنیر سنتی B با پنیر UF-C در روز اول که دمای نگهداری در هر دو ۲۲ درجه سانتی گراد می باشد، حاصل شد. راو و همکاران (۱۹۸۸) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند [۷].

اگر چه ضریب همبستگی بین زمان رسانیدن و ADV برای هر چهار نوع پنیر، بالا و معنی دار است ولی

NPN/TN (خط مماس بر شیب منحنی) برای پنیر سنتی A تقریباً در روز ۲۱ و برای پنیر سنتی B و UF-C تقریباً در روز ۱۵ مشاهده شد. بنابراین سرعت تغییرات درصد NPN/TN در پنیر سنتی B و UF-C بیشتر از سنتی A بوده است دلیل آن اینست که افزایش دما باعث افزایش سرعت پروتئولیز می شود که این موضوع در منابع علمی نیز مورد تأیید قرار گرفته است [۳، ۸ و ۹]. در صورتی که در هفته های انتهایی که دما پایینتر می باشد تغییرات درصد NPN/TN آهسته تر پیش می رود.

با شرایط دمایی و زمانی مختلف دوره رسیدگی در پنیرها، در بین پنیرهای عرضه شده به بازار، پنیر سنتی A دارای بیشترین درصد NPN/TN (۱۰/۲۱) و پنیر UF-D دارای کمترین درصد NPN/TN (۲/۶۸) می باشد. پنیر سنتی B (۹/۰۱) و پنیر UF-C (۷/۶) در حد واسطه ایندو قرار دارند. مشاهده می شود که اثر همزمان زمان و دما در پنیر سنتی A مناسب ترین حالت بوده است و پروتئولیز کاملتر بوده است.

به نظر می رسد که پنیرهای سنتی تحت شرایط دمایی و زمانی مشابه دارای درصد NPN/TN بیشتری نسبت به پنیرهای UF می باشند. این نتیجه از مقایسه پنیر سنتی B با پنیر UF-C در روز اول که دمای نگهداری در هر دو ۲۲°C می باشد، حاصل شد که با نتایج تحقیقات راو و همکاران (۱۹۸۸) مطابقت دارد [۷].

اگر چه ضریب همبستگی بین زمان رسیدگی و درصد NPN/TN در هر چهار نوع پنیر، بالا و معنی دار است ولی بیشترین همبستگی برای پنیر سنتی A ( $r^2=0/99$ ) و کمترین آن برای UF-C ( $r^2=0/81$ ) بدست آمد. ضریب همبستگی برای پنیر سنتی B ( $r^2=0/96$ ) و برای پنیر UF-D ( $r^2=0/92$ ) می باشد.

### ۳-۲- لیپولیز

همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می شود با افزایش زمان، مقدار ADV در هر چهار نوع پنیر روند افزایشی داشته است. اما این افزایش در چهار نوع پنیر تحت بررسی بصورتی متفاوت نمایان می شود. به عبارت دیگر در پنیر سنتی A و سنتی B با افزایش زمان، مدل اشیاعی موند حاصل شد ولی در پنیر UF-C و UF-D این

D دارای پایین‌ترین امتیاز پذیرش کلی (۲/۶۷) می‌باشند و پنیر سنتی B (۴/۱۸۳) و پنیر UF-C (۳/۷۸۸) در حد واسطه ایندو قرار دارند که با توجه به امتیازهای داده شده به صفات به روش هدونیک (۱=بد ۲=خیلی بد ۳=قابل قبول ۴=خوب ۵=خیلی خوب)، پنیر سنتی A و B از لحاظ پذیرش کلی، خوب بوده و درجه ۱ محسوب می‌شوند. پنیر UF-C قابل قبول بوده و درجه ۲ محسوب می‌شود و پنیر UF-D بد بوده و درجه ۳ محسوب می‌شود.

### ۳-۴- مدل ریاضی

مدل رگرسیون دو متغیره بین امتیاز پذیرش کلی و مقادیر بدست آمده درصد NPN/TN و ADV به فرم‌های زیر برآزش داده شد. این مدل‌ها کارایی معنی‌داری در تعیین امتیاز پذیرش کلی داشته و قادرند درصد بالایی از تغییرات امتیاز پذیرش کلی را توصیف کنند. همانطور که مشخص است تغییر هر واحد ADV تأثیر بیشتری در افزایش امتیاز پذیرش کلی نسبت به تغییر هر واحد NPN/TN دارد بنابراین اهمیت عمل لیپولیز را نسبت به عمل پروتئولیز در فرآیند رسانیدن پنیر نشان می‌دهند. مدل‌ها بصورت زیر می‌باشند.

پنیر سنتی A:

$$- \text{ پذیرش کلی} = 1.55 + (1.66 * \text{ADV}) - (0.123 * \% \text{NPN/TN})$$

$$R^2 = 0.982$$

پنیر سنتی B:

$$+ \text{ پذیرش کلی} = 1.35 + (1.00 * \text{ADV}) + (0.0742 * \% \text{NPN/TN})$$

$$R^2 = 0.999$$

پنیر UF-C:

$$+ \text{ پذیرش کلی} = 1.67 + (0.603 * \text{ADV}) + (0.0895 * \% \text{NPN/TN})$$

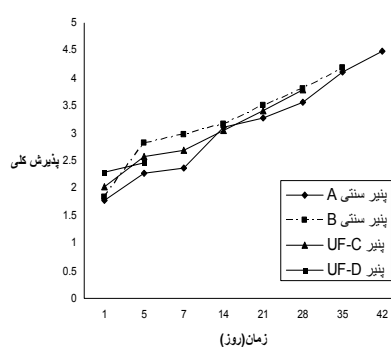
$$R^2 = 0.992$$

بیشترین همبستگی برای پنیر سنتی A ( $r^2 = 0.99$ ) و کمترین آن برای پنیر UF-D ( $r^2 = 0.91$ ) بدست آمد. ضریب همبستگی برای پنیر سنتی B ( $r^2 = 0.96$ ) و برای پنیر UF-C ( $r^2 = 0.98$ ) می‌باشد.

### ۳-۳- پذیرش کلی

همانگونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود با افزایش زمان رسیدگی، پذیرش کلی روند افزایشی داشته است اما این افزایش در هر پنیر بصورتی متفاوت نمایان می‌شود. دلیل این افزایش با توجه به آنالیز داده‌های حسی در اینست که تمام صفات حسی مورد بررسی (طعم-عطر و بو-بافت-ظاهر) در طول دوره رسیدگی روند افزایشی از خود نشان داده‌اند. نتایج حاصل مشابه نتایج اسپریر در سال ۱۹۸۸ می‌باشد [۱۱].

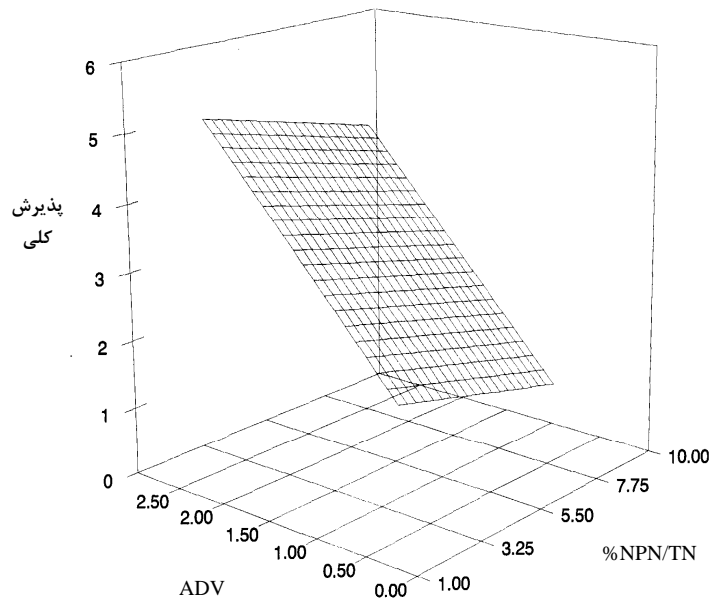
در ۲ نوع پنیر سنتی A و B و نیز تقریباً در پنیر UF-C دامنه تغییرات امتیاز پذیرش کلی در ۲ هفته اول برابر با مقدار تغییرات در کل هفته‌های بعدی می‌باشد بنابراین سرعت تغییرات در دو هفته اول بیشتر است. با این تفاوت که با گذشت دو هفته از زمان نگهداری، پنیر سنتی B دارای بالاترین امتیاز (۳/۱۶۵) و پنیر UF-C دارای پایین‌ترین امتیاز (۳/۰۵۰) می‌باشند و پنیر سنتی A (۳/۱۰۳) در حد واسطه ایندو قرار دارد.



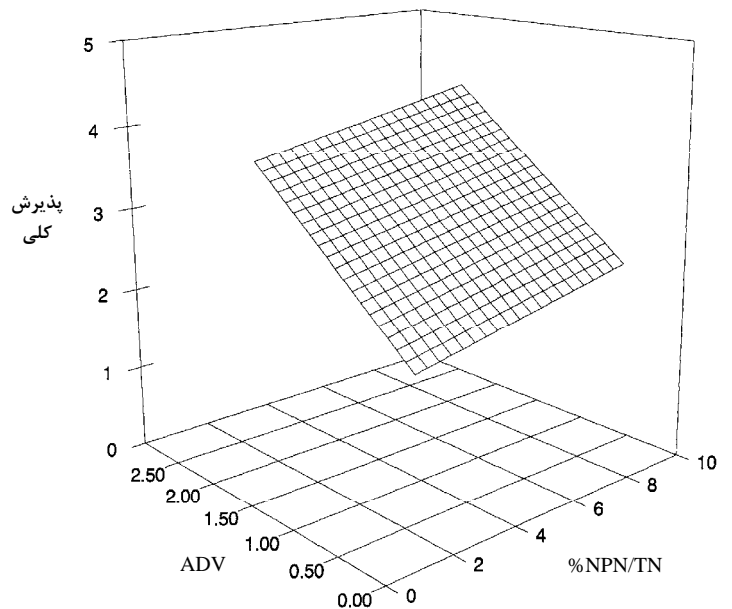
شکل ۳ نمایش تاثیر زمان‌های مختلف رسیدگی بر روی پذیرش کلی پنیرهای مختلف

در ضمن با کاملتر شدن عمل پروتئولیز و لیپولیز در هر یک از پنیرها امتیاز پذیرش کلی نیز افزایش پیدا می‌کند بصورتی که در زمان عرضه پنیرها به بازار، پنیر سنتی A دارای بالاترین امتیاز پذیرش کلی (۴/۴۹۵) و پنیر UF-

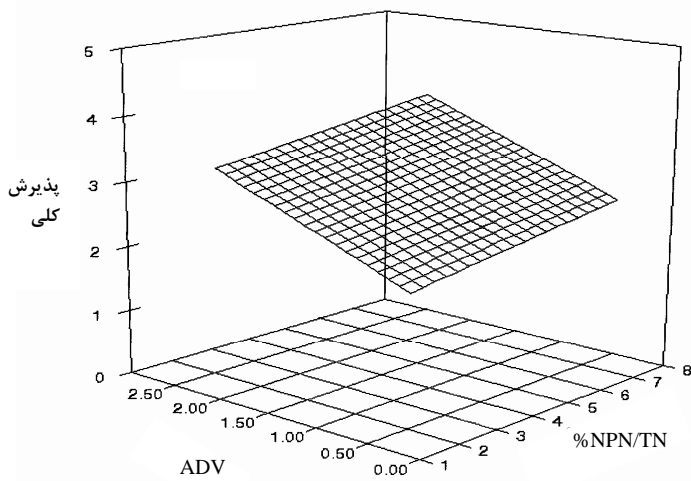
(الف)



(ب)



(ج)



شکل ۴ نمایش ارتباط شاخص های  $\%NPN/TN$  و ADV بر روی پذیرش کلی درالف) پنیر سنتی A، ب) پنیر سنتی B، ج) پنیر UF-C

در شکل ۴ (الف-ب-ج) برازش مقدار پذیرش کلی بر حسب مقادیر درصد  $\%NPN/TN$  و ADV در پنیرهای مختلف توسط رگرسیون چندگانه، نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود با افزایش درصد  $\%NPN/TN$  و ADV مقدار پذیرش کلی برای پنیرهای مختلف افزایش می یابد. این روند برای پنیر سنتی A بیشتر از بقیه بود و بدین ترتیب افزایش درصد  $\%NPN/TN$  و ADV در این پنیر بیشترین اثر را بر روی پذیرش کلی داشته است.

در پنیر UF-D نمودار سه بعدی رسم نشد زیرا بدلیل کوتاه بودن مدت رسانیدن، این پنیر فقط شامل دوزمان نمونه گیری (روز اول و پنجم) می باشد و از دو نقطه فقط یک خط راست عبور می کند و نمی توان برای دو نقطه نمودار سه بعدی رسم کرد.

#### ۴-نتیجه گیری

با توجه به این که در طی دوره رسیدگی درصد  $\%NPN/TN$  و ADV هر دو روند افزایشی داشته اند لذا می توان با توجه به سهولت اندازه گیری ADV، ابتدا آنرا اندازه گرفت. سپس درصد  $\%NPN/TN$  را بدست آورد

بطور کلی، در بین چهار نوع پنیر مورد آزمایش، پنیر سنتی A از لحاظ میزان درصد NPN/TN و ADV بهترین حالت بدست آمد که با توجه به نمودارهای سه بعدی، پنیر سنتی A ۳۵ روزه از نظر امتیاز پذیرش کلی مانند پنیر ۴۲ روزه می‌باشد در نتیجه می‌توان مدت رسیدگی پنیر سنتی A را یک هفته کاهش داد که اقتصادی‌تر است. حال با توجه به اینکه هر دو پنیر سنتی A و B، ۳۵ روزه تولید می‌شوند و با توجه به امتیاز پذیرش کلی این دو پنیر در روز ۳۵ (پنیر B امتیاز بیشتری دارد) بهتر است که پنیری با شرایط B تولید شود که هم زمان رسیدگی کاهش یافته و هم پذیرش بیشتری دارد. در زمان رسیدگی پنیر UF-C تغییری ایجاد نشد که بین این سه نوع پنیر، پایین‌ترین پذیرش را نیز داشت.

## ۵-منابع

- [1] Kosikowski, F.V., and Mistry V.V. 1997. Cheese and Fermented Milk Foods. Volume 1: Origin and Principles. 3rd ed. Westport, Conn.
- [2] McSweeney P.L.H 2004. Biochemistry of cheese ripening. International Journal of Dairy Technology, 57 (2/3): 127-140.
- [3] Fox P. F. and McSweeney P. L. H 1996. Proteolysis in cheese during ripening. Food Reviews International, 12: 457-509.
- [4] Guler Z. and Uraz T. 2004. Relationships between proteolytic and lipolytic activity and sensory properties of traditional Turkish white cheese. International Journal of Dairy Technology, 57 (4): 237-242.
- [5] Pitso S. And Bester B. H. 2000. Quality aspects of Feta cheese manufactured from mixtures of cow's and goat's milk. Milchwissenschaft, 55 (8): 454-458.
- [6] Azarnia S., Ehsani M.R., Mirhadi S.A. 1997. Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd during the ripening of Iranian brine cheese. International Dairy Journal, 7 : 473-478.
- [7] Rao D. V. and Renner E. 1988. Studies on the application of ultrafiltration for the manufacture of cheddar cheese. Milchwissenschaft, 43 (11): 708-711.
- [8] Gelais D. and Doyon G. 1991. Sugar and organic acid concentrations during ripening of Cheddar cheese-like

و در نهایت توسط این دو فاکتور، مقدار پذیرش کلی را از این منحنی‌ها بدست آورد در نتیجه نیاز به اندازه‌گیری مداوم پذیرش کلی (توسط آزمونهای حسی) در جهت تعیین زمان رسیدن نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری می‌شود که برای رسیدن به پذیرش قابل قبول (امتیاز پذیرش کلی ۳) در پنیر سنتی A، با توجه به شکل ۳، باید حداقل ۲-۳ هفته رسیدگی در پنیر سنتی A طی شود که در اینجا ADV با توجه به شکل ۲، حدود ۱/۵ می‌باشد و برای رسیدن به بهترین پذیرش کلی در پنیر سنتی A (حدود ۴ امتیاز) پنیر سنتی A در هفته پنجم قرار دارد (شکل ۳) که در اینجا با توجه به اشکال ۲ و ۱  $ADV=2/21$  و  $NPN/TN\% = 9/86$  بدست می‌آیند.

در نتیجه برای رسیدن به یک پنیر سنتی A خوب، حداقل دوره رسیدگی ۵ هفته لازم است. در هفته‌های بعدی نیز پذیرش کلی در حدود همین سطح باقی می‌ماند. بدین معنی که هر چند در هفته‌های بعدی امتیاز پذیرش کلی به مقدار کم افزایش می‌یابد اما چون تمامی امتیازها در محدوده ۴-۵ که با توجه به روش هدونیک محدوده بسیار خوب می‌باشد، قرار دارند لذا پذیرش کلی در هر نقطه از این محدوده، بهترین شرایط را خواهد داشت بنابراین بهتر است نقطه‌ای از این محدوده را انتخاب کرد که از نظر مدت زمان رسیدگی برای تولید کننده اقتصادی باشد. در نتیجه می‌توان دوره رسیدگی را تا ۵ هفته کاهش داد.

این قضیه برای پنیرهای سنتی B و UF-C نیز صادق است و بدین ترتیب می‌توان اپتیمم مدت رسیدگی را برای آنها بدست آورد که البته تغییری در مدت رسیدگی آنها ایجاد نشد. در پنیر سنتی B و UF-C در یک امتیاز پذیرش کلی ثابت، حالت‌های مختلفی از مقادیر ADV و درصد NPN/TN را داریم بطوریکه با کاهش یکی، دیگری زیاد می‌شود. حال با توجه به اینکه ما بخواهیم اپتیمم سازی درجه جهتی باشد و نیز اینکه تغییر کدامیک از این دو فاکتور از نظر بهداشتی، اقتصادی، کیفیت و سهولت اندازه‌گیری مقرون به صرفه‌تر است، تسریع در رسانیدن را در آن جهت پیش می‌بریم، که بهتر است ADV را تغییر داد زیرا هم اثر بیشتری بر عطر و طعم و آروما دارد و هم اندازه‌گیری راحت‌تری دارد.



- [11] Spreer E. 1988. Technologie der milch verarbeitung. VEB Fachbuchverlag Leipzig, pp: 210-212
- [12] Sagdic O. and Simsek B. 2003. Microbiological and physicochemical characteristics of van herby cheese, a traditional Turkish dairy product. *Milchwissenschaft* 58 (7/8): 382-385.
- [13] Khaton J. A. and Hossain M. A. (1990). Biochemical changes during ripening of cheddar cheese made from cow and goat milk. *Milchwissenschaft* 45 (7): 436-439.
- products. *Milchwissenschaft*, 46 (5): 288-290.
- [9] Gomes A. M. P. and Silva M. P. 1998. The effects of ripening temperature and relative humidity on proteolysis and lipolysis. *Zlebens Munters Forsch A*, 207: 386- 394.
- [10] Renner, E. 1986. Nutritional aspects - part I - biochemical composition. In, *Monograph on pasteurized milk*. Bulletin of the International Dairy Federation, Brussels. No. 200.

## Determining the Optimum Ripening Time of Iranian White Cheese by Response Surface Method

Salari, R.<sup>1\*</sup>, Mortazavi, S. A.<sup>2</sup>

1- PhD. Student of Food Science and Technology - Ferdowsi University of Mashhad (FUM) , Iran.  
2-Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad (FUM) , Iran.

In order to determine the effect of different ripening time and ripening temperature conditions on the flavor, aroma and texture development and its acceptability for consumer and also selecting the optimum conditions of cheese ripening, an analysis was done with CRD test and three replications on 4 types of cheese having different ripening conditions including: traditional cheese A (two weeks at 16 °C and one month at 4 °C) - traditional cheese B (one week at room temperature and one month at 14 °C) - UF-C cheese (one day at room temperature and 10 days at 18 °C and two weeks at 4 °C) - UF-D cheese (one day at 25 °C and 4 days at 4 °C). Chemical properties such as NPN/TN (non protein nitrogen to total nitrogen), ADV (acid degree value) and total acceptance at different storage time analyzed. The results showed that traditional cheese A and UF-D had the largest and lowest contents of NPN/TN, ADV and total acceptance, respectively. The effect of increasing NPN/TN, ADV on sensorial characteristics and total acceptance of cheese was not significant for UF-D only, and total acceptance increase showed the maximum amounts at the initial two weeks in the other samples. At the same time and temperature, traditional cheese had larger amounts of NPN/TN but UF type cheese had larger amounts of ADV. Modeling of the results by Response Surface Method indicated that the effect of increasing values of ADV (lipolysis) was greater than NPN/TN (proteolysis) on the intensity of cheese ripening process and total acceptance, and therefore between 4 types of cheese optimum ripening conditions was for traditional B.

**Key words:** White cheese, Proteolysis, Lipolysis, Organoleptic properties, Cheese ripening

---

\*Corresponding author E-mail address: r\_salari2001@yahoo.com