(مقاله پژوهشی)

تأثیرغنی‌سازی با ایزوله سویا، آرد عدس، آلبومین و اسپیرولینا پلاتنسیس بر ویژگی‌های کیفی نودل صنعتی

مونا رحیمی[۱]، امیرحسین الهامی‌راد [۱*]، مسعود شفافی‌زنوزیان[۱]، محمدآرمین[۲]، افشین‌جعفرپور[۳]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه‌آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۲- گروه مهندسی کشاورزی، واحد سبزوار، دانشگاه‌آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۲-گروه علوم و صنایع غذایی، واحدگرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۶/۲۶

DOI: 10.30495/jfst.2021.1935033.1732

چکیده

در پژوهش حاضر، غنی‌سازی نودل صنعتی با آرد عدس (در سطوح ۳۵-۷ ٪)، ایزوله سویا، آلبومین و *اسپیرولینا پلاتنسیس* (در سطوح ۱ تا ۵ ٪) و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی آن انجام گردید. مطابق نتایج، تیمارهای حاوی سطوح ۱ تا ۵ ٪ اسپیرولینا مقادیر بیشتری خاکستر، رطوبت، چربی و پروتئین در مقایسه با تیمارهای محتوی آلبومین، آرد عدس، ایزوله سویا و نمونه کنترل داشت. بیشترین و کمترین میزان pH در کل تیمارها به ترتیب مربوط به تیمار حاوی ۳۵ ٪ آرد عدس و ۲ ٪ ایزوله پروتئین سویا بود. افزایش سطح اسپیرولینا و آرد عدس به تنهایی کاهش عدد پراکسید را نتیجه داد. کمترین مؤلفه روشنایی، قرمزی و زردی به تیمارهای حاوی اسپیرولینا مربوط شد، در حالی که تیمارهای حاوی آرد عدس بیشترین مؤلفه قرمزی و زردی را داشتند و بیشترین مؤلفه قرمزی مربوط به تیمارهای حاوی آلبومین بود. در کلیه تیمارها، با افزایش سطح تمام افزودنی‌ها، میزان سفتی بافت افزایش یافت و تیمارهای حاوی ایزوله سویا، بیشترین سفتی را نشان دادند. بیشترین چسبندگی، کمترین پیوستگی، صمغیت و قابلیت جویدن مربوط به تیمارهای محتوی آرد عدس و بیشترین پیوستگی، صمغیت و قابلیت جویدن نیز مربوط به آلبومین بود. تیمارهای حاوی سطوح مختلف آلبومین بالاترین امتیاز رنگ را نشان دادند. بالاترین امتیاز طعم، بافت و پذیرش کلی متعلق به تیمارهای حاوی سطوح مختلف (۲ تا ۵ ٪) آلبومین بود. سطوح مختلف آلبومین بیشترین تأثیر معنیدار را بر خواص کیفی نمونه‌های نودل صنعتی گذاشت و در مقابل، تیمارهای حاوی اسپیرولینا نتایج قابل قبولی را در آزمون‌های کیفی مورد ارزیابی نشان ندادند.

واژه های کلیدی: آرد عدس، آلبومین، اسپیرولینا پلاتنسیس،ایزوله سویا، غنی‌سازی، نودل صنعتی.

[*] مسئول مکاتبات:elhamirad1974@gmail.com

۱- مقدمه

نودل نوعی فرآورده خمیری است که اساساً از آرد حاصل از گندم‌دوروم‌موسوم‌به‌سمولینا تشکیل‌می‌شود و طی فرآیندهایی نظیراکستروژن، ورقه‌کردن وبریدن‌خمیر حاصل از آرد سمولینا به دست می‌آید (۳۴). مصرف جهانی فرآورده‌های خمیری و نودل در سال‌های اخیر به دلیل سهولت حمل و نقل، پخت و پز، مکانیسم و توسعه زیرساخت‌ها افزایش یافته است، به طوری که در کشورهای آسیایی، نودل‌ها بخشی کامل از رژیم غذایی‌را تشکیل می‌دهند. همچنین این افزایش تولید و گرایش بیشتر مردم به مصرف نودل به علت ارزش غذایی بالا، پائین بودن قیمت نسبی، زمان ماندگاری طولانی، امکان غنی‌سازی، افزایش ارزش تغذیه‌ای و همچنین خصوصیات حسی مطلوب این ماده غذایی نیز می‌باشد (۱۸). غنی‌سازی نودل‌ها با منابع گیاهی حاوی ترکیبات زیست فعال مانند ریزجلبک‌ها و انواع ریزمغذی‌ها نظیرویتامین‌ها می‌تواند نقش بسیار مهمی را در بهبود کیفیت این فرآورده‌ها و ارتقاء سلامت مصرف‌کنندگان و در بعضی از موارد، جلوگیری از بیماری‌های مختلف ایفا نماید. ایزوله پروتئین‌سویا با توجه به میزان قابل توجه اسیدهای چرب امگا-۳، فیتوکمیکال‌های مفید، فیبرهای غذایی، فسفولیپیدها، ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای‌آمینه و پروتئین‌های آن، جزء موادغذایی‌سالم شناخته شده است (۳۵). استفاده از این ترکیب غذایی به دلیل دارا بودن مقدار پروتئین بالا (۹۵-۹۰ درصد) و عدم همراهی با ترکیبات دیگر می‌تواند به‌عنوان‌راهکاری‌مناسب‌جهت‌بهبودکیفیت نودل، مورد استفاده قرارگیرد. به‌دلیل درصد بالای پروتئین، می‌توان درصد کمتری از آن را به محصول اضافه نمود. اختلاف قیمت ناچیز آن با کنسانتره پروتئینی سویا و سهولت دسترسی، استفاده از آن را به جای سایر ترکیبات پروتئینی سویا توجیه می‌نماید (۳۷). در بین حبوبات، عدس با دارا بودن ۲۸ درصد پروتئین، منبع پروتئینی با ارزش محسوب شده و به واسطه قیمت پائین‌تر در مقایسه با منابع پروتئین‌حیوانی، میتواند به عنوان یک منبع پروتئینی مناسب برای اقشارکم درآمد توصیه گردد (۷). عدس غنی از ویتامین‌ها (فولات، ویتامینB_1 وB_6)، مواد معدنی (پتاسیم،کلسیم، فسفر، منیزیم، آهن و روی) و کربوهیدراتهای پری‌بیوتیک(فیبررژیمی،نشاسته‌مقاوم،الیگوساکاریدها می‌باشد (۲۳). مصرف عدس با انواع خواص درمانی مانند کاهش خطر ابتلاء به فشار خون بالا، دیابت نوع دوم، سرطان روده بزرگ و بیماری‌های‌قلبی-عروقی‌همراه‌است.آردعدس‌دارای کاربردهای مختلف در صنایع غذایی است و در مواد غذایی مختلف هم در فرمولاسیون به عنوان ماده اولیه و هم به عنوان جایگزین انواع دیگرآردها برای تولید محصولات آردی و اسنک‌های اکسترود شده استفاده می‌گردد (۶). *آرتروسپورا* پلاتنسیس موسوم به *اسپیرولینا* پلاتنسیس، یک ریزجلبک سبز -آبی، میانه دوست و متعلق به Cyanobacters و Photoautotrophic است (۲۵). سازمان بهداشت جهانی (WHO) از اسپیرولینا به عنوان برترین ماده غذایی بر روی زمین یاد کرده است و سازمان‌فضایی‌آمریکا (NASA) از زیست توده این ریزجلبک به عنوان غذای فشرده در سفرهای فضایی استفاده می‌کند (۲۷). اسپیرولینا به واسطه دارا بودن ویژگی‌های منحصر به فرد و کاربردهای‌گسترده در صنایع‌غذایی، تغذیه دام و طیور، مکمل رژیمی و به عنوان ماده غذایی فراسودمند به شکل‌های مختلف پودر، کپسول و قرص مورد توجه پژوهشگران صنایع غذایی، شیلات و تغذیه قرار گرفته است (۱۹). پروتئین‌های سفیده تخم مرغ حاوی ۱۰/۶-۹/۷ درصد پروتئین می‌باشند و ترکیبات‌اصلی‌آن‌هاشامل‌اووآلبومین،اووترانسفرین، اوواموکوئید و لیزوزیم است. پروتئین‌های سفیده تخم مرغ دارای خواص متعدد کاربردی مانند تشکیل کف، امولسیون، ژل و اتصال چسبندگی می‌باشند. با بهره‌گیری از ویژگی‌های مناسب ژل و کف، پروتئین‌های‌سفیده تخم‌مرغ‌به‌طورگسترده در محصولات غذایی‌مانند فرآورده‌های‌ذرت، فرآورده‌های‌گوشتی‌وکوکی‌ها استفاده می‌شوند (۱۵). Liu و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که تخم‌مرغ در نودل تازه می‌تواند افت پخت را کاهش و سختی و مؤلفه روشنایی را افزایش دهد و گزارش شد که آلبومین تخم‌مرغ، منجربه تقویت‌شبکه گلوتن در حفظ نشاسته

در حین پخت می‌گردد (۲۸). همچنین در سال ۲۰۰۴ بهبود قابل‌توجه‌ناشی از پروتئین‌های سفیده تخم‌مرغ در ویژگی‌هایی نظیر قابلیت جویدن، چسبندگی و خواص حسی در نودل‌های چینی را پیشنهاد دادند (۲۸). صالحی‌فر و همکاران (۱۳۹۱) طی افزودن اسپیرولینا پلاتنسیس در سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی بر خواص کیفی کلوچه سنتی، گزارش دادند که با افزایش سطح افزودنی، امتیازات حسی و عدد پراکسید به ترتیب افزایش و کاهش یافت(۳). صالحی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش کردندکه افزودن ایزوله پروتئین سویا به فرمولاسیون کیک اسفنجی موجب افزایش میزان‌رطوبت، وزن بعد از پخت ومؤلفه‌های‌قرمزی‌وزردی شد(۴). با توجه به آنچه ذکرشدونظر به‌اهمیّت‌غنی‌سازی‌نودل‌های‌صنعتی‌با ترکیبات ارزشمندگیاهی، حیوانی و دریایی، در پژوهش‌حاضر، تأثیر ایزوله سویا، آرد عدس،آلبومین و *اسپیرولینا* پلاتنسیس بر ویژگی‌های کیفی نودل صنعتی ارزیابی شده است.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

تمام مواد شیمیایی مورد استفاده از نمایندگی شرکت مرک آلمان‌خریداری‌شد. ایزوله‌سویا، آرد عدس، آلبومین از شرکت پرشین پروتئین پارس و *اسپیرولینا* پلاتنسیس ازشرکت سینا ریزجلبک قشم تهیه گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تولید نمونه‌های نودل غنی شده

در مرحله اول، آردگندم، آرد عدس در سطوح ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵درصدوزنی/ وزنی‌آردگندم، ایزوله‌پروتئین سویا، آلبومین و *اسپیرولینا* پلاتنسیس هرکدام درسطوح ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ درصد و نمک به صورت پودر اضافه شده و به خوبی با هم مخلوط گردید. سپس‌آب اضافه شد تا خمیر قوام و ویسکوزیته لازم را پیدا نماید. در مرحله بعد، خمیر رشته‌های نودل از غلطک‌هایی (مدلFM600، عرض ۶۰۰ میلی‌متر وحداکثر قدرت ۱۳۰کیلو وات) عبورکرد که از این طریق ضخامت آن‌ها یکسان شد. در ادامه، ورقه‌های نودل از تیغه‌های بُرش عبورداده شد تا به شکل و فرم دلخواه درآیند. سپس طی دو مرحله عملیات بخاردهی به دو صورت مرطوب و خشک انجام گردید و در مرحله بعد، دوباره‌نمونه‌های‌مختلف‌نودل به اندازه‌های دلخواه بُرش خورده و داخل بسته‌های مخصوص فلزی قرار داده شد. به بسته‌های حاوی نمونه‌های مختلف نودل، روغن اضافه شده و طی عمل سرخ‌کردن برشته گردید. در پایان، نمونه‌های مختلف نودل خنک شده و به قسمت بسته‌بندی نهایی و درب‌بندی منتقل گردید.

۲-۲-۲- آزمایشات شیمیایی

۲-۲-۲-۱- آزمون تعیین خاکستر

بوته‌های‌چینی‌مورداستفاده‌درآون‌با دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت۶۰ دقیقه خشک شدند و پس از خنک شدن در دسیکاتور، توزین‌گردیدند. سپس ۵/گرم از نمونه خشک شده در بوته‌های چینی ریخته شد و وزن بوته همراه با نمونه اندازه‌گیری‌شد. نمونه‌ها درکوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت سوزانده شدند و بعد به مدت ۳۰ دقیقه، درون دسیکاتور سرد شدند. سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند و درصد خاکستر نمونه‌ها، از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید (۹).

(رابطه ۱) ۱۰۰× (وزن اولیه/ وزن نهایی)= درصد خاکستر

۲-۲-۲-۲- آزمون تعیین رطوبت

جهت انجام این آزمون، میزان ۲ تا ۳گرم از نمونه با دقت ۰/۰۱گرم در پلیت‌هایی‌که از قبل به وزن ثابت رسیده‌اند، توزین‌شده و پلیت‌ها در آون با دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه قرار داده شد. پس از رسیدن نمونه‌ها به وزن ثابت در دسیکاتور، پلیت‌ها توزین شده و رطوبت با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (۵).

(رابطه۲) ۱۰۰× وزن نمونه ٫ گرم رطوبت حذف شده = درصد رطوبت

۲-۲-۲-۳- آزمون تعیین چربی

میزان چربی نمونه‌ها به روش کلدال و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۶۲ و رابطه ۳ انجام گرفت که در آن، m0= جرم نمونه (گرم)، m_1= جرم بالن (گرم) و m_2= جرم بالن و مواد باقیمانده در آن (گرم) بود (۲).

(رابطه۳) $$\text{درصد چربی کل نمونه دریافتی} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

۲-۲-۲-٤- آزمون تعیین pH

میزان۱۰گرم نمونه با ۱۰۰میلی‌لیترآب مقطر تازه جوشیده شده کاملاً مخلوط شد وسپس‌ته‌نشین گردید. در اد امه، بدون صاف کردن pH محلول فوقانی به وسیله pH متر الکتریکی که قبلاً با توجه به pH محلول با محلول بافر تنظیم شده بود، تعیین گردید(۱).

۲-۲-۲-۵- آزمون تعیین پروتئین

میزان پروتئین نمونه‌ها به روش کلدال اندازه‌گیری شد. برای تعیین‌درصدپروتئین موجود در نمونه‌ها، ۰/۵ گرم نمونه خشک در درون لوله مخصوص هضم نمونه ریخته شد. به هر لوله ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال، یک عدد قرص هضم حاوی سولفات مس و چند قطره اکتان نرمال به عنوان ضد کف اضافه گردید. حمام هضم قبلاً روشن و پس از قرار دادن لوله‌های حاوی نمونه در دستگاه مورد نظر، دمای آن به تدریج به ۴۲۰ درجه سلسیوس رسانده شد تا هضم صورت گیرد. بعد از ۴ ساعت (زمان لازم برای فرآیند هضم) نمونه‌ها سرد شدند. سپس‌مقداری‌آب‌مقطر به هر لوله اضافه و در قسمت تیتراسیون دستگاه کلدال قرار داده شد. پس از چند دقیقه تیتراسیون نمونه صورت گرفته و درصد نیتروژن نمونه‌ها، روی صفحه دستگاه نشان داده شد. با ضرب نمودن عدد حاصله در عدد ثابت ۶/۲۵، میزان پروتئین نمونه‌ها به دست آمد (رابطه۴) (۹).

(رابطه۴) درصد پروتئین = درصد نیتروژن × ۶/۲۵

۲-۲-۲-٦- آزمون خاکستر غیرمحلول در اسید

میزان ۲۵ میلی‌لیتراسید کلریدریک رقیق به خاکستر موجود در بوته اضافه شد. سپس سطح نمونه توسط شیشه ساعت پوشانده شد و روی حمام آب به مدت ۱۰ دقیقه تحت تیمار حرارتی قرارگرفت. بعد از سرد شدن، محتویات ظرف با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ فیلتر گردید. کاغذ صافی با آب مقطرشستشوداده شد تا محلول حاصله از شستشو عاری از اسید گردد.کاغذ صافی‌وباقیمانده روی آن مجدداً به بوته برگردانده شد. در ادامه، مخلوط ابتدا در دمای ۲±۱۳۵ درجه سانتی‌گراد درآون‌برای۳ ساعت و بعد درکوره۶۰۰-۵۵۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت یک ساعت سوزانده شد. سپس، ظرف به دسیکاتور انتقال‌یافته، خنک‌شده و در ادامه، توزین‌گردید. عمل سوزاندن سرد کردن ـ توزین نمودن در فواصل ۳۰ دقیقه‌ای تکرار شد تا اختلاف بین دو توزین متوالی کمتر از یک میلی‌گرم گردد. در پایان، مطابق با رابطه ۵ ، میزان خاکستر ناحلول در اسید محاسبه گردید که در آن، M وزن ظرف خالی (گرم)، M_1 وزن ظرف با ماده خشک شده موجود در آن (گرم) و M_2 وزن ظرف و خاکستر نامحلول در اسید (گرم) است (۹).

(رابطه۵) درصد وزنی خاکستر ناحلول در اسید = $(M_2\text{-}M) \times ۱۰۰ \div M_1\text{-}M$

۲-۲-۲-۷- آزمون تعیین عدد پراکسید

نمونه‌ای‌ازروغن استخراج شده از نمونه به دقت در ارلنمایر ۲۵۰ میلی‌لیتری‌سرسمباده‌ای‌وزن‌شده و حدود ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید استیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۲ :۳) به محتویات ارلن اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع، ۳۰ میلی‌لیتر از آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد به مجموعه افزوده و مقدار یُد آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم۰/۰۱ نرمال تیتر گردید. میزان پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی و بر اساس رابطه ۶ محاسبه شد (۹).

(رابطه۶)

عدد پراکسید = حجم مصرفی تیوسولفات× نرمالیته× ۱۰۰۰/وزن نمونه روغن

۲-۲-۲-۸- آزمون تعیین پارامترهای رنگی

برای‌اندازه‌گیری‌رنگ‌نمونه‌های‌ماست‌ازدستگاه‌هانترلب استفاده شد. قبل از انجام آزمون، ابتدا رنگ سنج با استفاده از کاشی سفیدکالیبره گردید و در ادامه، نمونه‌ها به داخل دستگاه منتقل و مورد آزمون قرار گرفت. اساس رنگ‌سنجی در این سیستم سنجش‌شاخص‌های*L (روشنایی)، *a (سبزی) و*b (زردی) بود که به ترتیب نشان‌دهنده روشنی، رنگ سبز تا قرمز و آبی تا زرد هستند. بر اساس بازتاب نور، شاخص‌های رنگی اندازه گیری و یادداشت گردید (۲۶).

۲-۲-۲-۹- آزمون تعیین بافت

نمونه‌های‌نودل‌به‌وسیله‌دستگاه‌آنالیزور بافت (Testometric M350-10CT، انگلستان) ارزیابی شد. جهت ارزیابی بافت نمونه‌های نودل ازآزمون فشردن استفاده شد. جهت انجام آزمون، نمونه‌های نودل بر روی صفحه مخصوص جای‌گیری نمونه قرارگرفت و پروب مناسب با سرعت تنظیم شده به نمونه نیرو وارد کرد. حداکثر نیروی لازم به عنوان شاخصی از سفتی در نظرگرفته شد. بدین معنی که نیروی کمتر به مفهوم سفتی کمتر و نیروی بیشتر به مفهوم سفتی بیشتر است. نیروی لازم جهت نفوذ یک پروب با انتهای گرد با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر دردقیقه و سلول بارگذاری ۵۰۰ نیوتن به داخل نودل، محاسبه گردید. در این آزمون، n-point برابر با ۱۵ و Extention Rang برابر با۲۰ بود. میزان نیروی فشاری وارد شده به نمونه برحسب نیوتن گزارش گردید (۵).

۲-۲-۲-۱۰- ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نظیر رنگ، طعم، عطر، بافت و پذیرش کلی با استفاده ازروش‌هدونیک ۵نقطه‌ای‌توسط ۱۲ ارزیاب آموزش دیده (۶ مرد و۶ زن در بازه سنی۳۰ تا ۳۵ سال) با تکمیل پرسشنامه، ارزیابی گردید. در این آزمون، عدد ۱ نشان‌دهنده پائین‌ترین و عدد ۵ بالاترین امتیاز داده شده توسط ارزیاب‌ها بود (۳۱).

۲-۲-۲-۱۱- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از سه بار تکرار آزمایشات این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با آرایش فاکتوریل اجرا شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴، مقایسه میانگین‌ها بر اساس‌آزمون دانکن و ترسیم نمودارها در نرم افزار Excel 2007 انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

مطابق‌جدول۱اثرنوع‌افزودنی‌برمیانگین‌مقادیر رطوبت تیمارهای مورد ارزیابی معنی‌دار بود ($p<0/05$). میزان رطوبت موجود در تیمارهای حاوی ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* در مقایسه با آلبومین، آرد عدس، ایزوله پروتئین سویا و نمونه کنترل به طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین، با افزایش سطح ریزجلبک و نیز افزایش سطح آرد عدس، میزان رطوبت افزایش یافت. یکی‌ازاین‌دلایل‌می‌تواند به محتوی بیشتر رطوبت در ریزجلبک اسپیرولینا در مقایسه با سایر افزودنی‌های مورد بررسی مربوط شود. هم راستا با این نتیجه، کای و همکاران[1] (۲۰۱۶) اعلام کردند که مخلوط چهار آرد به ترتیب آرد گندم کامل، گندم ـ کاساوا، گندم ـ کاساوا ـ سویا، گندم ـ کاساوا ـ پودر هویج بر میزان رطوبت نودل‌های‌صنعتی تأثیر معنی‌داری داشتند (۱۴). میبا وهمکاران[2] (۲۰۰۷) نیزدر بررسی اثر آرد بارهنگ گزارش دادند که با افزایش سطح این‌آرد، ظرفیت جذب آب در پاستا افزایش یافت که علت آن، افزایش میزان کربوهیدرات و قندهای موجود درآرد و نیز کاهش محتوی گلوتن آرد بود (۳۰). این نتایج با یافته‌های تودوریکا و همکاران[3] (۲۰۰۲) همخوانی دارد. در مقابل، این روند در تیمارهای حاوی ایزوله سویا و آلبومین، متفاوت بود. کمترین میزان رطوبت بین کلیه تیمارها مربوط به تیمارهای حاوی ۳ و۳ درصد آلبومین بود. ترکیبات فیبری موجود در سویا به دلیل ویژگی آب‌دوستی،

1- Cai et al
2- Mepba et al
3- Tudorica et al

توانایی زیادی درجذب و نگهداری آب داشته و این خاصیت منجربه‌افزایش‌رطوبت‌محصول‌پس‌ازپخت‌وطی مدت نگهداری می‌گردد (۴۲). در مطالعه‌تانیا و همکاران[1] (۲۰۱۴)، بین سطوح صفر، ۱۰،۲۰و۳۰ درصد آرد سیب زمینی شیرین در جایگزینیِ آرد گندم، میزان ۲۰ درصد از افزودنی، رطوبت را کاهش داد (۴۱). اگرچه‌افزایش میزان جذب آب آرد از نظر تکنولوژیکی مناسب است، اما این افزایش جذب آب سبب شُل شدن خمیر و افت کیفیت پخت ماکارونی خواهد داشت که به واسطه ظرفیت جذب آب بیشتر افزودنی‌های مورد بررسی در این پژوهش بود. وجودگروه‌هایی نظیر هیدروکسیل در ساختار افزودنی‌ها می‌تواند سبب ایجاد اتصالات هیدروژنی بیشتر و در نتیجه تبادل بیشترآب می‌گردد و به همین دلیل، جذب آب افزایش می‌یابد. جدول۱اثرنوع افزودنی‌برمیانگین مقادیر چربی (درصد) کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). تیمار محتوی سطوح مختلف اسپیرولینا بیشترین میزان چربی را داشت و با نمونه کنترل و سایر تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$). کمترین‌میانگین کل میزان چربی مربوط به آرد عدس بود که تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد داشت ($p<0/05$)(جدول۱). این نتیجه به خوبی‌با محتوی بالای چربی و اسیدهای چرب به‌ویژه انواع اشباع نشده موجود در *اسپیرولینا* پلاتنسیس به عنوان یک منبع دریایی ارزشمند قابل توضیح است. در مقایل، در مورد آرد عدس و یا ایزوله پروتئین سویا، مقادیربالاترپروتئین‌و نشاسته به اثبات رسیده است. این تغییرات در اجزاء اصلی می‌تواند بر روی ترکیبات محصول تولیدی هم مؤثر باشد. مطابق گزارش آیدین و گوکمَن[2] (۲۰۱۱)، افزایش سطح آرد جو دو سر از ۱۰ به ۴۰، افزایش میزان خاکستر نودل صنعتی را نتیجه داد. با افزایش سطح ریزجلبک و آلبومین از ۱ تا ۵ درصد، میزان چربی تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافت (۱۱). در تضاد با این نتایج، ویجِی‌کومار و بوپاسی[3] (۲۰۱۴) اعلام‌کردندکه‌افزایش‌سطح آرد تاپیوکا و آرد سویای خام موجب افزایش میزان چربی نودل صنعتی شد (۴۴). در گزارش اومیِر و همکاران[4] (۲۰۱۴) نیز مخلوط آرد دانه آچا و سویا موجب افزایش میزان چربی نمونه‌های نودل گردید (۳۵). اثر نوع افزودنی بر میانگین مقادیر خاکستر کل کاملاً معنی‌دار بود. بیشترین وکمترین میانگین کل میزان خاکستر به ترتیب مربوط به نمونه‌های حاوی اسپیرولینا و آلبومین بود که با هم و با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت ($p<0/05$)(جدول۱). این‌نتیجه‌به‌دلیل محتوی بالاتر خاکستر در ریزجلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس در مقایسه با آرد عدس، آلبومین و ایزوله پروتئین سویا است که به نوبه خود بر روی نودل تولیدی هم اثرگذار خواهد بود. تیمارهای‌حاوی‌سطوح۱ تا ۵ درصد پودر اسپیرولینا مقادیربیشتری از خاکسترکل را در مقایسه با تیمارهای محتوی سطوح متفاوت‌آلبومین، آرد عدس، ایزوله سویا و نمونه کنترل داشت. باافزایش‌سطح‌ریزجلبک از۱تا۵ درصد، میزان خاکستر نیزافزایش‌یافت و در تیمارهای حاوی سطوح مختلف آلبومین، باافزایش‌سطح‌آلبومین، میزان خاکسترکاهش یافت (جدول۱). افزایش میزان خاکستر نمونه‌ها می‌تواند به واسطه وجود مواد معدنی بالا در افزودنی‌ها باشد (۲۹). هم راستا با این نتایج، با افزایش نسبت جایگزینی آرد گندم با آرد سیب زمینی شیرین در نودل فوری در مطالعه تانیا و همکاران (۲۰۱۴)(۴۱)، با افزایش آردجو دوسر از ۱۰ به ۴۰ درصد در نودل صنعتی در مطالعه‌آیدین‌وگوکمَن(۲۰۱۱)میزان‌خاکسترافزایش یافت(۱۱).

1-Taneya et al
2- Aydin & Gocman
3- Vijayakumar & Boopathy
4- Omerie et al

جدول۱ ـ مقایسه میانگین مقادیر رطوبت، چربی، خاکستر، پروتئین (درصد) و عدد پراکسید ($meqO_2/kg$) تیمارها.

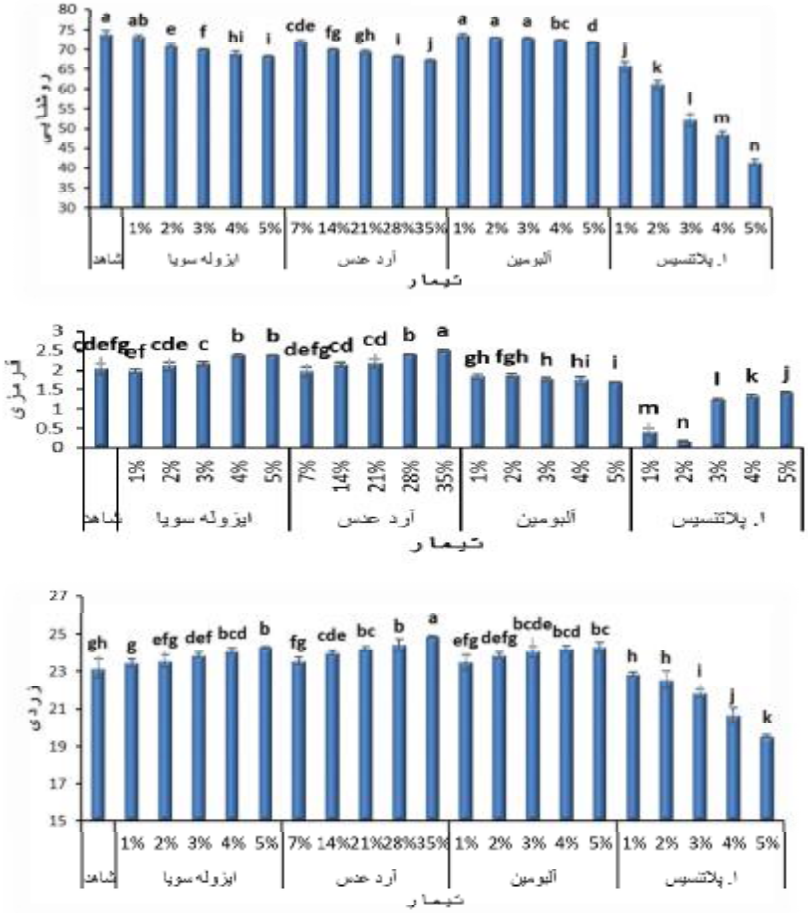
نوع افزودنی	میزان افزودنی (درصد)	رطوبت (٪)	چربی (٪)	خاکستر کل (٪)	پروتئین (٪)	اندیس پراکسید ($meqO_2/kg$)
شاهد		۵/۵۵ ± ۰/۴۷ ^{ijkl}	۳/۵۹ ± ۰/۳۴ ^{defg}	۰/۶۵ ± ۰/۰۶ ^{hi}	۰/۶۵ ± ۰/۰۶ ^{hi}	۱/۰۳ ± ۰/۰۲ ^{ab}
ایزوله سویا	۱	۵/۰۵ ± ۰/۰۴ ^{l}	۳/۳۷ ± ۰/۱۵ ^{gh}	۰/۷۳ ± ۰/۰۳ ^{h}	۱۲/۴۱ ± ۰/۱۱ ^{l}	۱/۰۲ ± ۰/۰۱ ^{ab}
	۲	۵/۴۸ ± ۰/۱۰ ^{j}	۳/۶۳ ± ۰/۱۱ ^{fg}	۰/۸۰ ± ۰/۰۲ ^{fg}	۱۲/۸۹ ± ۰/۱۰ ^{k}	۱/۰۰ ± ۰/۰۱ ^{bc}
	۳	۵/۷۵ ± ۰/۰۸ ^{i}	۳/۵۷ ± ۰/۲۵ ^{efg}	۰/۸۴ ± ۰/۰۲ ^{f}	۱۳/۵۴ ± ۰/۱۷ ^{ij}	۰/۹۸ ± ۰/۰۲ ^{c}
	۴	۵/۷۵ ± ۰/۰۹ ^{i}	۳/۶۵ ± ۰/۴۰ ^{defgh}	۰/۸۷ ± ۰/۰۵ ^{ef}	۱۴/۰۵ ± ۰/۱۶ ^{h}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{c}
	۵	۵/۷۶ ± ۰/۰۶ ^{i}	۳/۶۳ ± ۰/۱۲ ^{fg}	۰/۹۶ ± ۰/۰۱ ^{d}	۱۴/۸۱ ± ۰/۲۵ ^{fg}	۰/۹۹ ± ۰/۰۱ ^{c}
آرد عدس	۷	۶/۱۹ ± ۰/۰۹ ^{h}	۳/۲۱ ± ۰/۰۹ ^{hi}	۰/۷۲ ± ۰/۰۱ ^{h}	۱۲/۵۵ ± ۰/۳۲ ^{kl}	۱/۰۱ ± ۰/۰۱ ^{bc}
	۱۴	۶/۵۸ ± ۰/۱۱ ^{g}	۳/۱۶ ± ۰/۰۵ ^{i}	۰/۷۹ ± ۰/۰۱ ^{g}	۱۳/۸۵ ± ۰/۱۶ ^{hi}	۰/۹۸ ± ۰/۰۳ ^{bc}
	۲۱	۷/۱۰ ± ۰/۰۱ ^{e}	۲/۹۷ ± ۰/۰۷ ^{j}	۰/۸۱ ± ۰/۰۱ ^{fg}	۱۵/۴۱ ± ۰/۰۳ ^{e}	۰/۸۲ ± ۰/۰۲ ^{d}
	۲۸	۷/۲۹ ± ۰/۰۱ ^{d}	۲/۶۰ ± ۰/۱۰ ^{k}	۰/۸۸ ± ۰/۰۱ ^{e}	۱۶/۴۰ ± ۰/۴۰ ^{d}	۰/۷۲ ± ۰/۱۱ ^{def}
	۳۵	۸/۳۱ ± ۰/۲۷ ^{b}	۲/۳۷ ± ۰/۰۶ ^{l}	۰/۹۷ ± ۰/۰۳ ^{d}	۱۷/۰۸ ± ۰/۱۳ ^{c}	۰/۷۳ ± ۰/۰۸ ^{def}
آلبومین	۱	۵/۲۱ ± ۰/۱۰ ^{k}	۳/۴۵ ± ۰/۱۴ ^{g}	۰/۵۳ ± ۰/۰۶ ^{l}	۱۲/۶۴ ± ۰/۳۰ ^{kl}	۱/۰۲ ± ۰/۰۲ ^{abc}
	۲	۵/۱۹ ± ۰/۱۶ ^{kl}	۳/۵۵ ± ۰/۰۵ ^{g}	۰/۳۵ ± ۰/۰۵ ^{j}	۱۳/۷۹ ± ۰/۲۰ ^{hi}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{c}
	۳	۵/۱۷ ± ۰/۱۵ ^{kl}	۳/۶۸ ± ۰/۰۳ ^{f}	۰/۲۸ ± ۰/۰۳ ^{j}	۱۴/۲۹ ± ۰/۳۱ ^{gh}	۱/۰۴ ± ۰/۰۱ ^{a}
	۴	۵/۲۳ ± ۰/۲۵ ^{jkl}	۳/۷۵ ± ۰/۰۵ ^{ef}	۰/۱۹ ± ۰/۰۱ ^{k}	۱۴/۴۵ ± ۰/۱۵ ^{g}	۱/۰۵ ± ۰/۰۴ ^{ab}
	۵	۵/۲۵ ± ۰/۰۵ ^{k}	۳/۸۰ ± ۰/۰۱ ^{e}	۰/۱۷ ± ۰/۰۵ ^{k}	۱۴/۸۹ ± ۰/۱۲ ^{f}	۱/۰۳ ± ۰/۰۶ ^{abc}
اسپیرولینا پلاتنسیس	۱	۶/۸۴ ± ۰/۰۵ ^{f}	۳/۸۸ ± ۰/۰۴ ^{d}	۰/۷۶ ± ۰/۰۶ ^{fgh}	۱۳/۴۹ ± ۰/۰۸ ^{j}	۰/۸۳ ± ۰/۰۲ ^{d}
	۲	۷/۶۷ ± ۰/۱۹ ^{c}	۳/۹۷ ± ۰/۰۶ ^{d}	۰/۹۰ ± ۰/۰۲ ^{e}	۱۵/۰۹ ± ۰/۱۲ ^{f}	۰/۷۴ ± ۰/۰۱ ^{e}
	۳	۸/۲۷ ± ۰/۴۶ ^{bc}	۴/۲۲ ± ۰/۱۰ ^{c}	۱/۱۶ ± ۰/۰۶ ^{c}	۱۶/۶۱ ± ۰/۱۱ ^{d}	۰/۶۶ ± ۰/۰۲ ^{f}
	۴	۸/۶۹ ± ۰/۱۶ ^{b}	۴/۵۷ ± ۰/۱۱ ^{b}	۱/۳۰ ± ۰/۰۱ ^{b}	۱۸/۲۴ ± ۰/۱۳ ^{b}	۰/۵۸ ± ۰/۰۲ ^{g}
	۵	۹/۱۷ ± ۰/۲۱ ^{a}	۴/۸۳ ± ۰/۰۷ ^{a}	۱/۴۴ ± ۰/۰۵ ^{a}	۱۹/۹۴ ± ۰/۰۵ ^{a}	۰/۵۲ ± ۰/۰۱ ^{h}

*حروف انگلیسی مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر در سطح اطمینان ۵ درصد می‌باشد.

مطابق جدول۱، اثر افزودنی‌های مورد ارزیابی شامل اسپیرولینا، آلبومین، آردعدس‌وایزوله‌پروتئین‌سویا برمیزان پروتئین تیمارها معنی‌داربود و بین کلیه‌افزودنی‌ها با هم و با نمونه کنترل، تفاوت کاملاًمعنی‌داری‌وجودداشت($p<0/05$). تیمار حاوی اسپیرولینا و نمونه‌کنترل به ترتیب بیشترین و کمترین میزان پروتئین را نشان دادند (جدول۱). غنی بودن پودر ریز جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس‌که مطابق منابع مختلف تا حدود ۴۵ درصد هم اعلام شده‌است،می‌تواند مهمترین‌دلیل‌سطح‌بالای‌پروتئین‌درتیمارهای حاوی‌این‌ریزجلبک‌باشد.دراین‌راستا،De Marco و همکاران (۲۰۱۴)گزارش کردند که پودر *اسپیرولین اپلاتنسیس* موجب افزایش‌میزان‌پروتئین‌پاستای خشک گردید (۱۸). Tungland و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهش‌خودگزارش دادند که با افزایش‌سطح‌سمولینا، میزان‌پروتئین در آرد و ماکارونی افزایش یافت(۴۳). مطابق‌جدول۱، نمونه کنترل بالاترین عدد پراکسید را داشت که با تیمارهای حاوی پودر ریزجلبک و آرد عدس تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$). افزودنی اسپیرولینا کمترین‌عدد پراکسید را نشان داد که با سایر افزودنی‌ها و نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$). (جدول۱). افزایش سطح اسپیرولینا و آرد عدس به طور منفرد، کاهش عدد پراکسید را نتیجه داد، در حالی که برای دو افزودنی آلبومین و ایزوله سویا، روند تغییرات سطح افزودنی و عدد پراکسید، نامنظم بود. در این راستا، Baek و Lee (۲۰۱۴) طی ارزیابی نودل بدون گلوتن اکسترود شده حاوی آرد برنج قهوه‌ای‌گزارش‌کردند که نمونه های غنی شده، فعالیت آنتی اکسیدانی‌بالاتری نسبت به‌نودل‌های‌تهیه شده از آرد برنج سفید نشان دادند (۱۲).

۳-۲- پارامترهای رنگی (Lab)

مطابق‌شکل۱بالاترین‌وپائین‌ترین‌میزان مؤلفه روشنایی به ترتیب متعلق به نمونه کنترل و اسپیرولینا است. هم راستا با این یافته‌ها، در پژوهش Bhatt وهمکاران (۲۰۱۴)، افزودن آرد برنج واریته باریو و باسماتی به فرمولاسیون نودل برنجی، تأثیر معنی‌داری بر مؤلفه روشنایی- تیرگی داشت (۱۳). در حالت کلی، افزایش شدت روشنایی را می‌توان به افزایش‌انعکاس نور نسبت داد که در نهایت، عدد*L افزایش می‌یابد(۱۰). در بعضی از تحقیقات، گزارش‌شده است که کاهش پارامتر روشنایی و افزایش مؤلفه قرمزی می‌تواند نشان‌دهندهٔ تجمع آنتوسیانین باشد (۲۱). با افزایش سطح ریزجلبک از ۱ تا ۵ درصد، شدت روشنایی کاهش‌معنی‌داری‌یافت. این‌روند کاهشی در تیمارهای حاوی ایزوله پروتئین سویا (سطوح۱ تا ۵ درصد) نیز وجود داشت. در این راستا، Ritthiruangdej و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردندکه با افزایش سطح آرد موز سبز به نودل، شدت تیرگی‌رنگ‌نمونه‌هاافزایش یافت (۳۶). تیمار حاوی ۳۵ درصد آردعدس‌بالاترین‌شدت‌قرمزی‌را نشان داد که با تمام تیمارهای حاوی‌دیگرسطوح‌آردعدس،سطوح‌اسپیرولینا، آلبومین، ایزوله پروتئین‌سویاونیزنمونه‌شاهدتفاوت‌معنی‌داری‌داشت ($p<0/05$). کمترین‌میانگین‌شدت‌قرمزی‌متعلق‌به تیمارهای حاوی اسپیرولینا بودکه با افزایش سطح ریزجلبک، شدت قرمزی کاهش یافت.



شکل۱ـ مقایسه میانگین شاخص‌روشنایی ـ تیرگی‌تیمارهای مورد ارزیابی.

*حروف انگلیسی مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر در سطح اطمینان ۵ درصد می‌باشد.

در مقابل، در تیمارهای حاوی ایزوله پروتئین سویا (سطوح ۱ تا ۵ درصد)، آلبومین (سطوح ۱ تا ۵ درصد) و عدس (سطوح ۷ تا ۳۵ درصد)، با افزایش سطح افزودنی، شدت رنگ قرمزی به طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل۱). در تضاد با این نتایج، سریچوک ووراکیت و همکاران[1] (۲۰۱۵) گزارش دادند که افزودن آرد برنج به نودل موجب کاهش مؤلفه قرمزی شد. مقادیربالاتر پارامتر a* نشان‌دهنده تمایل رنگ نمونه‌های مورد بررسی به سمت قرمزی و کاهش رنگ سبزی است که ناشی ازحضوررنگدانه‌غالب کلروفیل است (۴۰). آرد عدس بیشترین شدت زردی را نشان داد که از نظر آماری با ایزوله پروتئین سویا تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0/05$). در مقابل، کمترین شدت زردی به اسپیرولینا مربوط‌شد که با سایر تیمارها و نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$). هم راستا با این یافته‌ها، در بَهات و همکاران[2] (۲۰۱۵)، افزودن آرد برنج واریته باریو و باسماتی به فرمولاسیون نودل برنجی، تأثیر معنی‌داری‌برمؤلفه‌روشنایی-تیرگی داشت (۱۳). ایزومریزاسیون کاروتنوئیدها که در طی فرایند حرارتی و با افزایش دما بیشتر هم میشود، باعث کاهش رنگ زرد این رنگدانه‌ها و در نتیجه محصول می‌گردد (۱۶). با توجه به حضور ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدها درپودر اسپیرولینا مورد استفاده در پژوهش حاضر، می‌توان‌بخشی‌ازتغییرات رنگی به ویژه تغییرات مرتبط با پارامتر «زردی ـ آبی:b*» را توجیه نمود.

۳-۳- پارامترهای بافتی

بین تمام افزودنی‌ها با هم و با نمونه‌کنترل تفاوت معنی‌داری وجودداشت ($p<0/05$). کمترین‌وبیشترین‌میانگین میزان سفتی بافت به ترتیب متعلق به نمونه شاهد و تیمارحاوی ایزوله پروتئین‌سویابودکه‌باهم تفاوت معنی‌داری داشتند ($p<0/05$). افزایش میزان سفتی بافت درحضور مقادیر مشخص ایزوله پروتئین‌سویا می‌تواند به واسطه تأثیر شبکه پروتئینی و اسیدهای آمینه‌موجوددر ایزوله سویا باشد که مطابق با ماهیت پروتئینی، افزایش سفتی را نتیجه می‌دهد. جز در تیمار حاوی ۲۱ درصد ایزوله سویا، درکلیه‌تیمارها، باافزایش سطح افزودنی (آلبومین، ایزوله‌سویا، آرد عدس و اسپیرولینا)، میزان سفتی بافت افزایش یافت (جدول۲). سِروات و همکاران[3] (۲۰۱۵) نشان دادند که افزودن آرد سویا به ماکارونی تهیه شده از آرد برنج موجب بهبود سفتی ماکارونی شده و بافت محصول قابل مقایسه با ماکارونی تهیه شده از آرد سمولینا بود (۳۸). در مقابل، عَمار و همکاران[4] (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی، اعلام کردند که با افزودن آرد تارو به آرد گندم، میزان سفتی کاهش یافت (۸). کمترین میزان چسبندگی به تیمار حاوی ۵ درصد ایزوله سویا مربوط شد که با نمونه کنترل و تمامی تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$) (جدول۲).

1- Sirichokworrakit
2-. Bhatt et al
3- Sereewat et al
4 - Ammar

جدول۲ ـ مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های بافت‌سنجی تیمارهای مختلف (میانگین±انحراف معیار)

نوع افزودنی	غلظت	سفتی بافت (N)	چسبندگی بافت (N)	ارتجاعی بودن (mm)	قابلیت جویدن (N)	صمغی بودن بافت (N)
شاهد		۲۲۰۲/۳ ± ۱۳/۷ klm	۱۰۳/٦۷ ± ۱/۵۳ gh	۰/۹۱۹ ± ۰/۰۰٦ f	۱۱٦۰/۲ ± ۲۳/۰ gh	۱۲۷۲/۳ ± ۲٤/۹ h
ایزوله سویا		۲۲٤٦/۹ ± ٦/٦ i	۹۱/۰۰ ± ۱/۳۲ k	۰/۸۵۵ ± ۰/۰۰۲ j	۱۱۱۳/۰ ± ۷/۳ i	۱۳۱۳/۵ ± ۲۵/٦ fgh
		۲۳٤۲/۲ ± ۱۲/۳ e	۸۸/۰۹ ± ۰/۹۷ l	۰/۸۳٦ ± ۰/۰۰٤ k	۱۱۱۹/۲ ± ۱۳/۷ i	۱۳۵۰/۸ ± ۲۷/٤ ef
		۲٤۳۸/۵ ± ۱/۸ b	۸۰/٤۸ ± ۰/۹۵ m	۰/۸۲۰ ± ۰/۰۰٤ l	۱۱٦۰/٦ ± ۵٦/۵ fghi	۱۳۸۱/۹ ± ٦/۸ de
		۲۵۵۹/۰ ± ۳۷/۰ a	۷٤/٦۰ ± ۲/۱۳ n	۰/۷۸۹ ± ۰/۰۰٤ m	۱۱۰۸/۵ ± ۸۵/٤ ghij	۱۳۲٤/۲ ± ٦/٦٦ f
آرد عدس		۲۱۳۳/۰ ± ۲/٦ p	۱۰٦/۰۰ ± ۲/٦۵ fgh	۰/۸۸۲ ± ۰/۰۰۸ gh	۱۰۱٤/۲ ± ٦۱/۱ jk	۱۱٤۷/۱ ± ۵۳/۸ ij
		۲۲۷۰/۷ ± ۲/۱ g	۱۱٤/۵۳ ± ۱/۲۹ d	۰/۸۹۳ ± ۰/۰۰٤ g	۱۰۳۷/٦ ± ۳۱/۸ j	۱۱۷۷/۱ ± ۱۰/۳ i
		۲۲٤۲/۰ ± ۳/٦ i	۱٦٦/۷۷ ± ۱/۹۷ c	۰/۸۵۵ ± ۰/۰۰٤ ij	۹۹۱/٦ ± ۱۰/۸ k	۱۱۵۱/۹ ± ۱/٤ j
		۲۳۸۸/۷ ± ۷/۵ d	۱۸۹/۳۳ ± ۳/۲۱ b	۰/۸٤٤ ± ۰/۰۰۵ k	۱۰۱۲/٤ ± ۷۱/۸ jk	۱۲۰۰/۷ ± ۳٤/٤ i
		۲٤۱۷/۳ ± ۲/۱ c	۲۰۰/۰۰ ± ۲/۰۰ a	۰/۸۷۰ ± ۰/۰۱۱ hi	۱۰۵٤/۷ ± ۳۷/٦ j	۱۲۱٤/٤ ± ۲۹/۳ i
آلبومین		۲۲۳٤/۳ ± ۲/۱ j	۱۰۳/۰۰ ± ۰/۹۲ h	۰/۹٦۳ ± ۰/۰۰۳ e	۱۳۰۹/۱ ± ۳٦/۵ de	۱۳۵۸/۵ ± ۲۹/۹ def
		۲۲٤٦/۷ ± ۱/۵ i	۱۰۰/٦۷ ± ۰/۵۸ i	۰/۹۷۱ ± ۰/۰۰۱ d	۱۳٦۳/۰ ± ۱۰/۷ c	۱٤۰۰/۱ ± ۲/۹ c
		۲۲٦۲/۳ ± ۲/۱ h	۱۰۰/۹۷ ± ۰/٤۹ i	۰/۹۸۲ ± ۰/۰۰۲ c	۱٤۰۰/۹ ± ٤۳/٤ bc	۱٤۲۰/٤ ± ۳۷/۸ bcde
		۲۲۷۰/۳ ± ۲/۵ g	۱۰۰/۳۱ ± ۰/۳۰ i	۰/۹۹۰ ± ۰/۰۰۱ b	۱٤٤۱/۲ ± ۳٦/۵ ab	۱٤۵۲/٤ ± ۳۰/٦ ab
		۲۲۹۲/۳ ± ۳/۲ f	۹۹/۵۷ ± ۲/۰۸ ij	۰/۹۹۷ ± ۰/۰۰۲ a	۱٤۷۲/۷ ± ٤/۷ a	۱٤۷٤/۸ ± ۵/۱ a
اسپیرولینا		۲۱٤۳/۷ ± ۱/۵ o	۱۰۵/٦۷ ± ۰/۵۸ g	۰/۹۲۳ ± ۰/۰۰٦ f	۱۱۷۸/۲ ± ۹/٤ g	۱۲۸۵/۳ ± ۱۸/۵ gh
پلاتنسیس		۲۱۸۲/۷ ± ۲/۵ n	۱۰۸/۳۳ ± ۰/۵۸ f	۰/۹۲۰ ± ۰/۰۱۰ f	۱۲۲۹/۰ ± ۲۱/٤ f	۱۳۲٦/۲ ± ۳۱/٦ fgh
		۲۱۹۷/۰ ± ۱/۷ m	۱۱۱/۰۰ ± ۱/۰۰ e	۰/۹۲۳ ± ۰/۰۰٦ f	۱۲٤۳/٦ ± ۳۳/۱ ef	۱۳٤۲/٤ ± ٤٤/۰ efg
		۲۲۰٤/۳ ± ٤/۰ l	۱۱٤/۰۰ ± ۱/۰۰ d	۰/۹۱۷ ± ۰/۰۰۵ f	۱۲۷۱/۹ ± ۲۰/٦ de	۱۳۸۲/۱ ± ۲۲/۸ cde
		۲۲۱٤/۷ ± ۳/۱ k	۱۱٤/۳۳ ± ۱/۵۳ d	۰/۹۲۷ ± ۰/۰۰۵ f	۱۲۹۰/۹ ± ۱/۰ d	۱۳۹۲/۷ ± ٦/۳ cd

*وجود حداقل یک حرف لاتین مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر در سطح اطمینان ۵ درصد می‌باشد.

اگرچه‌پروتئین‌ایزوله‌سویا همانند سایر پروتئین‌ها بر ویژگی‌های بافتی و رئولوژیکی‌مواد غذایی مؤثر هستند، اما درمقایسه با آرد عدس، *اسپیرولینا پلاتنسیس* و آلبومین، تیمارهای جاوی ایزوله سویا میزان چسبندگی‌کمتری را نشان دادند. غالباً منابع حاوی‌نشاسته همراه با پروتئین، اثرات بیشتری درمقایسه با منابع پروتئین(به‌تنهایی)برمیزان‌چسبندگی‌دارند. دراین راستا، وانگ[1] وهمکاران(۲۰۱۴)گزارش کردندکه‌به‌کارگیری سطوح مختلف نشاسته حاصل از نخود و عدس پخته موجب بهبود چسبندگی بافت‌نودل‌گردید (۴۵). تیمار حاوی بیشترین میزان (۳۵ درصد) آرد عدس بیشترین چسبندگی را داشت که از نظر آماری با سایرتیمارهاونمونه‌کنترل‌تفاوت معنی‌داری داشت ($p<0/05$). در تضاد با این نتیجه، ریتیرواندج و همکاران[1] (۲۰۱۱) طی ارزیابی خواص کیفی نودل حاوی سطوح مختلف آرد موز نارس (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و۵۰ درصد) نشان دادند که با افزایش سطح افزودنی، میزان چسبندگی کاهش یافت (۳۶). همچنین دِلا هِرا و همکاران[2] (۲۰۱۲) اعلام کردند که با افزودن آرد عدس به فرمولاسیون کیک لایه‌ای و کیک اسفنجی، چسبندگی بافت کاهش یافت (۱۷). مطابق جدول ۲ بین نمونه شاهد با *اسپیرولینا* پلاتنسیس از نظر میزان ارتجاعیت، تفاوت غیرمعنی‌داری وجود داشت ($p>0/05$)، اما تفاوت بین سایر تیمارها با هم و با نمونه شاهد معنی‌دار ارزیابی گردید ($p<0/05$). بیشترین و کمترین میانگین‌کل ارتجاعیت بافت به ترتیب مربوط به آلبومین و ایزوله پروتئین سویا بود (جدول۲). در تیمارهای حاوی ایزوله پروتئین سویا، با افزایش سطح این افزودنی، میزان ارتجاعیت کاهش یافت. در تیمارهای حاوی

1- Ritthruangdej et al

2- De la Hera et al

آلبومین، با افزایش سطح آلبومین از ۱ تا ۵ درصد، ارتجاعیت افزایش یافت. بین تیمارهای حاوی سطوح مختلف ریزجلبک، تفاوت‌معنی‌داری‌وجودنداشت($p>0/05$) (جدول۲). بر اساس جدول۲، بیشترین و کمترین میانگین صمغیت به ترتیب مربوط به آلبومین و آرد عدس بود که با سایر تیمارها و نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری داشتند ($p<0/05$). مطابق تحقیق کائور و همکاران (۲۰۱۳)،افزودن آرد برنج ژلاتینه شده به فرمولاسیون نودل فاقد گلوتن موجب بهبود صمغیت این فرآورده گردید (۲۴). بیشترین وکمترین‌قابلیت‌جویدن به ترتیب مربوط به تیمار حاوی آلبومین وآردعدس‌بودکه با نمونه کنترل و سایر تیمارها تفاوت‌معنی‌داری‌داشت($p<0/05$).در تیمارهای حاوی‌آلبومین واسپیرولینا، با افزایش‌سطح هردو افزودنی، قابلیت جویدن بافت افزایش معنی‌داری یافت. نمونه شاهد با تمام تیمارهای مورد بررسی کاملاً معنی‌دار بود.

۳-٤- ویژگی‌های حسی

مطابق‌جدول۳، غنی‌سازی‌نمونه‌های‌نودل صنعتی با افزودنی‌های موردبررسی، تأثیر معنی‌داری بر روی امتیازات رنگ گذاشت. تیمارهای حاوی سطوح مختلف آلبومین بالاترین امتیاز رنگ را در مقایسه با سایر تیمارها و نمونه‌کنترل داشتند، در حالی‌که تیمارهای محتوی *اسپیرولینا پلاتنسیس* در سطوح ۱ تا ۵ درصد کمترین امتیاز رنگ را کسب نمودند. در تضاد با این نتیجه، فرادیکووهمکاران (۲۰۱۰)اعلام‌کردندکه‌غنی‌سازی ماکارونی به‌وسیله*کلرلا وولگاریس* و *اسپیرولینا ماکسیما* موجب پایداری و تثبیت رنگ نمونه‌های ماکارونی بعد از پخت گردید (۲۲). در تحقیقی، افزودن آرد لوبیا چیتی موجب کاهش شاخص روشنایی و افزایش شاخص قرمزی و زردی رنگ و افزودن آرد کامل سویا موجب کاهش ارزش رنگ تیمارها گردید (۳۷). در مقابل، درمطالعات وانگ و همکاران (۲۰۱۴) نیز غنی‌سازی نودل صنعتی با آرد نخود و عدس به تفکیک، موجب روشنتر شدن رنگ نمونه‌ها گردید (۴۵). مطابق جدول ۲، تأثیر افزودنی‌های مورد بررسی بر امتیازات عطر و بو کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$).

جدول۳- مقایسه میانگین امتیازات ویژگی‌های‌حسی‌تیمارهای مختلف نودل صنعتی (میانگین±انحراف معیار)

نوع افزودنی	غلظت	امتیاز رنگ	امتیاز بافت	امتیاز عطر	امتیاز طعم	امتیاز پذیرش کلی
شاهد		٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٣/٤٧ ± ٠/٠٦ ^{c}	٣/٤٧ ± ٠/٠٦ ^{c}	٤/٢٧ ± ٠/٤٢ ^{bcd}
ایزوله سویا	١	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{g}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٨٣ ± ٠/٠٦ ^{d}
	٢	٣/١٠ ± ٠/١٠ ^{efg}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٧٠ ± ٠/١٧ ^{d}
	٣	٣/٠٧ ± ٠/٠٦ ^{f}	٣/٢٧ ± ٠/١٢ ^{f}	٢/٣٠ ± ٠/١٠ ^{gh}	٢/٣٣ ± ٠/١٥ ^{fg}	٣/٢٠ ± ٠/٢٠ ^{f}
	٤	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{g}	٣/٧٣ ± ٠/٠٦ ^{d}	٢/١٠ ± ٠/١٧ ^{hi}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{h}	٢/٨٧ ± ٠/٢٣ ^{fg}
	٥	٢/٤٧ ± ٠/١٢ ^{h}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٢/١٠ ± ٠/١٠ ^{gh}	٢/٥٣ ± ٠/١٥ ^{gh}
آرد عدس	٧	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{g}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{g}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{f}
	١٤	٣/٢٧ ± ٠/١٥ ^{def}	٣/٠٧ ± ٠/١٢ ^{fg}	٢/٦٧ ± ٠/١٣ ^{ef}	٢/٩٠ ± ٠/١٠ ^{de}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{f}
	٢١	٣/٤٧ ± ٠/١٥ ^{d}	٣/٥٣ ± ٠/٠٦ ^{e}	٢/٨٠ ± ٠/٠٠ ^{e}	٢/٨٠ ± ٠/٠٠ ^{e}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{f}
	٢٨	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{g}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٣٧ ± ٠/١٥ ^{e}
	٣٥	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{g}	٤/١٣ ± ٠/١٢ ^{b}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{d}	٣/٥٠ ± ٠/٠٠ ^{e}
آلبومین	١	٤/٥٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{b}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{b}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}
	٢	٤/٥٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}
	٣	٤/٤٠ ± ٠/٠٠ ^{b}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٤/٥٠ ± ٠/٠٠ ^{b}
	٤	٤/٥٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}
	٥	٤/٥٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}	٥/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{a}
اسپیرولینا پلاتنسیس	١	٣/٤٠ ± ٠/٢٠ ^{de}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}	٢/٥٠ ± ٠/١٠ ^{fg}	٢/٤٧ ± ٠/٠٦ ^{f}	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{f}
	٢	٣/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{g}	٤/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{c}	٢/٢٣ ± ٠/٠٦ ^{h}	٢/٢٣ ± ٠/٠٦ ^{g}	٢/٤٠ ± ٠/١٠ ^{h}
	٣	٢/٤٣ ± ٠/٠٦ ^{h}	٣/٧٣ ± ٠/١٢ ^{d}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{i}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{h}	٢/٥٠ ± ٠/١٠ ^{h}
	٤	٢/٤٠ ± ٠/١٠ ^{h}	٣/٥٣ ± ٠/٠٦ ^{e}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{i}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{h}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{i}
	٥	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{i}	٣/١٧ ± ٠/٢٩ ^{fg}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{i}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{h}	٢/٠٠ ± ٠/٠٠ ^{i}

*وجود حداقل یک حرف لاتین مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر درسطح اطمینان ۵ درصد می‌باشد.

هم‌راستا با این یافته‌ها، در پژوهش باهات و همکاران (۲۰۱۴)، افزودن آرد برنج واریته باریو و باسماتی به فرمولاسیون نودل برنجی، تأثیرمعنی‌داری برمؤلفه روشنایی ـ تیرگی داشت (۱۳). بالاترین میانگین‌ها مربوط به افزودنی آلبومین در سطوح ۲ تا ۵ درصد بود که از نظرآماری با سایر تیمارها و نمونه کنترل تفاوت‌معنی‌داری‌داشت($p<0.05$).با افزایش سطح ریزجلبک، از امتیازات عطر و بوکاسته شد. در تضاد با این نتیجه، مطالعه تانیا و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که در بین سطوح صفر، ۱۰، ۲۰ و۳۰ درصد آرد سیب‌زمینی شیرین، بالاترین میزان این افزودنی موجب افزایش بیشتر امتیازات طعم از نظرارزیابان حسی‌گردید (۴۱). شوگرِن و همکاران[1] (۲۰۱۶) نیز اعلام کرد که افزودن تا ۵۰ درصد آرد سویا به اسپاگتی، اثرات جانبی و نامطلوبی روی عطر و بوی محصول نداشت (۳۹). بالاترین امتیاز طعم متعلق به تیمارهای حاوی سطوح مختلف (۲ تا ۵ درصد) آلبومین بود که تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند ($p>0/05$)، اما تفاوت آن‌ها با سایر تیمارها و نمونه کنترل معنی‌دار بود ($p<0/05$). برخی‌از پژوهش‌های‌گذشته نشان داد که افزودن‌آردکامل سویا موجب کاهش امتیاز طعم و مزه ماکارونی‌می‌شود، به‌طوری که مقدار آن از ۴/۶۵ در ماکارونی معمولی(کنترل) به حدود ۱/۶۷ در نمونه حاوی ۲۷ درصد آرد سویا تغییر یافت (۳۲). در مقابل، تحقیقات موحد و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که با افزودن ۱۰ درصد آرد جوانه ذرت، ویژگی‌های حسی از جمله طعم و مزه ماکارونی نسبت به نمونه بدون آرد جوانه ذرت، بهتر می‌شد (۳۱). بالاترین امتیاز بافت متعلق به تیمارهای حاوی آلبومین بود که از نظرآماری بین سطوح مختلف این پروتئین تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$). از آن جایی‌که آرد عدس با جذب آب بیشتر موجب عدم تشکیل شبکه مناسب پروتئین و نشاسته شده و در نتیجه باعث‌کاهش‌امتیازات‌بافت‌نودل‌گردید. نتایج این پژوهش هم‌راستا با یافته‌های تانگلند[2] (۲۰۰۰) است (۴۳). در تحقیقات انجام‌شده قبلی، میزان سفتی ماکارونی‌حاوی سبوس برنج (۱۸) و آرد سویای بدون چربی (۳۷) پس از پخت بهینه و اضافی کمترازنمونه‌های شاهد(کنترل) بود. این پدیده به دلیل تشکیل خمیری غیریکنواخت در اثرکاهش مقدارگلوتن روی می‌دهد. اما افزودن آرد کامل سویا موجب تغییر قابل توجهی در بافت نمونه‌ها نشد. این‌درحالی‌است‌که امتیاز بافت ماکارونی معمولی بیشتر از نمونه حاوی آرد سویا بود (۳۳). سطوح ۱ تا ۵ درصد آلبومین بالاترین امتیاز پذیرش کلی را داشتند که تفاوت آنها با نمونه کنترل و سایر تیمارها معنی‌دار بود ($p<0/05$). در مقابل، تیمارهای‌حاوی‌سطوح‌مختلف(۱تا ۵ درصد) *اسپیرولینا* پلاتنسیس، کمترین امتیاز را نشان دادند که تفاوت آن‌ها با سایرتیمارهاونمونه‌شاهدکاملاًمعنی‌دارارزیابی‌گردید ($p<0/05$) مطابق مطالعه آیدین وگوکمَن (۲۰۱۱)، بین سطوح۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد آرد جو، میزان ۱۰ درصد از این افزودنی، افزایش قابلیت پذیرش کلی نمونه‌های نودل صنعتی را نتیجه داد (۱۱). در تضاد با این گزارشات، سریچوک‌ووراکیت و همکاران (۲۰۱۵) اعلام کردند که افزودن آرد نوعی برنج تایلندی (سطوح۱۰،۲۰،۳۰و۴۰درصد)به نودل صنعتی، کاهش امتیازات پذیرش کلی را به ویژه در بالاترین سطح (۴۰ درصد) به همراه داشت (۴۰).

٤- نتیجه‌گیری

مطابق نتایج پژوهش حاضر، تیمارهای حاوی سطوح ۱ تا ۵ درصد پودر *اسپیرولینا پلاتنسیس* مقادیر بیشتری خاکسترکل و رطوبت در مقایسه با سایر تیمارها داشت. تیمار محتوی سطوح مختلف اسپیرولینا و آرد عدس به ترتیب بیشترین و کمترین میزان چربی را داشتند. در تمام تیمارها، با افزایش سطح افزودنی‌ها، میزان پروتئین به طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش سطح اسپیرولینا و آرد عدس به طور منفرد، کاهش عدد پراکسید را نتیجه داد. بالاترین و پائین‌ترین میزان مؤلفه روشنایی به ترتیب متعلق به نمونه کنترل و اسپیرولینا است. با افزایش سطح ریزجلبک، شدت قرمزی کاهش یافت. آرد

1-Shogren et al
2- Tungland

عدس و اسپیرولینا به ترتیب بیشترین و کم‌ترین شدت زردی را نشان دادند. در کلیه تیمارها، با افزایش سطح افزودنی‌ها، میزان سفتی بافت افزایش یافت. اثر نوع افزودنی بر پارامترهای بافت کاملاً معنی‌دار بود. تیمارهای حاوی سطوح مختلف آلبومین بالاترین امتیازرنگ را در مقایسه با سایر تیمارها و نمونه کنترل داشتند. بالاترین میانگین‌ها مربوط به‌افزودنی‌آلبومین در سطوح ۲ تا ۵ درصد بود. سطوح ۱ تا ۵ درصد آلبومین بالاترین امتیاز پذیرش کلی‌راداشتند، درمقابل، تیمارهای‌حاوی‌سطوح مختلف (۱ تا ۵ درصد)اسپیرولینا، کمترین امتیاز را نشان دادند. سطوح مختلف‌آلبومین‌بیشترین‌تأثیرمعنی‌دار‌را‌برخواص کیفی‌نمونه‌های نودل صنعتی گذاشت.

۵-منابع

۱. سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۸۸. استاندارد بیسکویت ویژگی‌ها و روش‌های آزمون.، شماره ۳۷. انتشارات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۲. سازمان ملی استاندارد ایران. ۱۳۹۲. استاندارد شماره ۲۸۶۲. تعیین میزان چربی ـ غلات و محصولات غلات. انتشارات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۳. صالحی، ف.، امین اخلاص، س. و مهربانی، ز. ۱۳۹۸. تأثیر ایزوله پروتئین سویا و صمغ دانه مرو برخصوصیات رئولوژیکی، فیزیکی و حسی‌کیک اسفنجی. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، سال یازدهم، شماره سوم، ۳۸-۲۷.

٤. صالحی‌فر، م.، شهبازی‌زاده، س.، خسروی‌دارانی،ک.، بهمدی، ه. و فردوسی، ر. ۱۳۹۱. بررسی امکان استفاده از پودرریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در تولید کلوچه صنعتی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هفتم، شماره ٤، ۷۲-٦۲.

5. AACC Approved Methods of Analysis.2010. 11th Edition. Moisture - Air-Oven Methods. AACC Method 44-15.02.

6. Aguilar-Palazuelos, E., Zazueta-Morales, J. D. J., Harumi, E. N. and Martínez-Bustos, F. 2012. Optimization of extrusion process for production of nutritious pellets. *Food Science and Technology*, 32(1): 34-42.

7. Ahmadpour, R. and Hosseinzadeh, S. 2017. Change in growth and photosynthetic parameters of lentil (*Lens culinaris Medik.*) in response to methanol foliar application and drought stress. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 6(1):7-12.

8. Ammar, M. S., Hegazy, A. E. and Bedeir, S.H. 2009. Using of taro flour as partial substitute of wheat flour in bread making. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4(2): 94-99.

9. AOAC. 2000. International Standard. Determination of ash, protein and peroxide value.

10. Aryana, I., Kayanush, J. and McGrew, P. 2007. Quality attributes of yogurt with Lactobacillus casei and various prebiotics, *LWT - Food Science and Technology*, 40(10): 1808 – 18014.

11. Aydin, E. and Gocmen, D. 2011. Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour. *Food Science and Biotechnology*, 20(2): 507-511.

12. Baek, J. J. and Lee, S. 2014. Functional characterization of brown rice flour in an extruded noodle system. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*,57(4): 435-440.

13. Bhatt, D. K., Jatav, A. K., Kiledar, S. and Srivastava, A. K. 2015. Development and Evaluation of Physicochemical and Nutritional Properties of Protein Enriched Fortified Pulses Pasta. *IOSR Journal of Environmental Science Toxicology and Food Technology*, 9: 62-67.

14. Cai, J., Chiang, J. H., Tan, M. Y. P., Saw, L. K., Xu, Y. and Ngan-Loong, M. N. 2016. Physicochemical properties of hydrothermally treated glutinous rice flour and xanthan gum mixture and its application in gluten-free noodles. *Journal of Food Engineering*, 186:1-9.

15. Chang, C., Niu, F., Su, Y., Qiu, Y., Gu, L. and Yang, Y. 2016. Characteristics and emulsifying properties of acid and acid-heat induced egg white protein. *Food Hydrocolloids*, 54: 342-350.

16. Chutintrasri, B. and Noomhorm,A. 2007. Color degradation kinetics of pineapple puree during thermal processing, *LWT- Food Science and Technology*, 40: 300-306.

spirulina. Current *Pharmaceutical Biotechnology*, 6(5): 373-379.
28. Liu, L., Herald, T. J., Wang, D., Wilson, J. D., Bean, S. R. and Aramouni, F. M. 2016. Characterization of sorghum grain and evaluation of sorghum flour in a Chinese egg noodle system. *Journal of Cereal Science*, 55(1): 31-36.
29. Lu, T. M., Lee, C., Mau, J. L. and Lin, S. D. 2010. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry*, 119:1090-1095.
30. Mepba Horsfall, D., Lucy, E. and Nwaojigwa, S. U. 2007. Chemical Composition, Functional And Baking Properties Of Wheat-Plantain Composite Flours. *African Journal of Food Agriculture Nutrition Development*, 7(1):10-17.
31. Movahed, S., Masomikhah, Z. and Zargari, K. 2011. The effect of lean corn meal on rheological and sensory properties of macaroni. *Food Science and Nutrition*, 1(9): 31-23.
32. Nasehi, B., Jooyandeh, H. and Nasehi, R. 2011. Quality attributes of soy-pasta during storage period. *Pakistan J Nutr*, 10: 307-312.
33. Nasehi, B., Mortazavi, S. A., Razavi, S. M. A., Nasiri Mahallati, M. and Karim, R. 2009. Optimization of the extrusion conditions and formulation of spaghetti enriched with full fat soy flour based on the cooking and color quality. *Int J Food Sci Nutr*, 60(4): 205-214.
34. Novak, A. C. 2010. Evaluation of the cosmetic potential of the cyanobacterium Spirulina platensis. Ph. D Thesis. Curitiba - Parana – Brazil: 1-87.
35. Omeire, G. C., Umeji, O. F. and Obasi, N. E. 2014. Acceptability of noodles produced from blends of wheat, acha and soybean composite flours. *Nigerian Food Journal*, 32(1): 31-37.
36. Ritthiruangdej, P., Parnbankled, S., Donchedee, S. and Wongsagonsup, R. 2011. Physical, chemical, textural and sensory properties of dried wheat noodles supplemented with unripe banana flour. *Kasetsart J Nat Sci,* 45: 500-509.
37. Ryan, K. J. and Brewer, M. S. 2005. Purification and identification of interacting components in a wheat starch–soy protein system. *Food Chemistry*, 89(1): 109-124.
38. Sereewat, P., Suthipinittham, Ch., Sumathaluk, S., Puttanlek, Ch., Uttapap, D. and
17. De la Hera, E., Ruiz-Paris, E., Oliete, B. and Gomez, M. 2012. Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours. *LWT-Food Science and Technology*, 49(1): 48-54.
18. De Marco, E. R., Steffolani, M. E., Martínez, C. S., & León, A. E. (2014). Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 58(1):102-108.
19. Dia, A.T., Camara, M.D. and Ndiaye, P. 2009. Contribution of supplementation by spirulina to the performance of school children in an introductory course in Dakar (Senegal). Sante Pub, 21(3): 297–302.
20. Edwards, N. M., Izydorczyk, M. S., Dexter, J. E. and Biliaderis, C. G. 1993. Cooked pasta texture: Comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. Cereal Chem. 70: 122-126.
21. Fawole, O.A. and Opara, U. L. 2013. Developmental changes in maturity indices of pomegranate fruit: a descriptive review. *Scientia Horticulture*, 159: 152-161.
22. Fradique, M., Batista, A. P., Nunes, M. C., Gouveia, L., Bandarra, N. M. and Raymundo, A. 2010. Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima* biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation.Journal of the *Science of Food and Agriculture*, 90(10):1656-1664.
23. Hefnawy, T. H. 2011. Effect of processing methods on nutritional composition and anti-nutritional factors in lentils (*Lens culinaris*). *Annals of Agricultural Sciences*,56(2): 57-61.
24. Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H. P. S. and Ranote, P. S. 2013. Enrichment of pasta with different plant proteins. *Journal of food science and technology*, 50(5): 1000-1005.
25. Kavimandan, A. and Sharma, S. 2015. Role of *Spirulina platensis* as an enhancer of probiotic organisms in whey, *International Journal of Diary Science Research*, 3(1):1-6.
26. Khan, N., Jeong, I. S., Hwang, I. M., Kim, J.S., Choi, S. H., Nho, E.Y. and Choi, J.Y. 2013. Method validation for simultaneous determination of chromium, molybdenum and seleniumn infant formulas by ICP-OES and ICP-MS. *Food Chem*, 141: 3566–3570.
27. Khan, Z., Bhadouria, P. and Bisen, P. S. 2005, Nutritional and therapeutic potential of

Rungsardthong, V. 2015. Cooking properties and sensory acceptability of spaghetti made from rice flour and de-fatted soy flour. *Food Sci Technol*, 60: 1061-1017.

39. Shogren, R. L., Hareland, G. A. and Wu, Y.V. 2006. Sensory evaluation and composition of spaghetti fortified with soy flour. *J Food Sci*, 71(6):428-432.

40. Sirichokworrakit, S., Phetkhut, J. and Khommoon, A. 2015. Effect of partial substitution of wheat flour with riceberry flour on quality of noodles. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197:1006-1012.

41. Taneya, M. L. J., Biswas, M. M. H. and Ud-Din, M. S. 2014. The studies on the preparation of instant noodles from wheat flour supplementing with sweet potato flour. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*,12(1): 135-142.

42. Tudorica, C. M., Kuri,V. and Brennan, C.S. 2002. Nutritional and physicichemical characteristics of dietary fiber enriched pasta. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 347-356.

43. Tungland,B.A. 2000. Call for dietary fiber status for inulin. *Cereal Foods World*, 45:413-431.

44. Vijayakumar, T. P. and Boopathy, P. 2014. Optimization of ingredients for noodle preparation using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*,51(8):1501-1508.

45. Wang, N., Warkentin, T. D., Vandenberg, B. and Bing, D. J. 2014. Physicochemical properties of starches from various pea and lentil varieties, and characteristics of their noodles prepared by high temperature extrusion. *Food Research International*, 55:119-127.

(Original Research Paper)

Effect of Enrichment by Soy Isolate, Lentil Flour, Albumin and *Spirulina platensis* on the Quality Attributes of Industrial Noodle

Mona Rahimi [1], Amir Hossein Elhami Rad[1*], Masoud Shafafi Zenozian[1], Mohammad Armin[2], Afshain Jafarpour[3]

1-Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2-Department of Agriculture, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
3 -Department of Food Science and Technology, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

Received:07/07/2021 Accepted:17/09/2021

Abstract

In the present study, fortification of industrial noodles with lentil flour (7-35 %), soy protein isolate (SPI), albumin and *Spirulina platensis* microalgae were (at 1 to 5 %) and their physicochemical, rheological and sensory properties were evaluated. Treatments containing 1-5 % of *S.platensis* had higher ash, moisture, fat and protein content compared to treatments containing albumin, lentil flour, soy isolate content and control samples. Increasing the levels of *S.platensis* and lentil flour individually resulted in a decrease in the peroxide value. The lowest L^*, a^* and b^* value were related to the treatments containing *S.platensis*, while the treatments containing lentil flour had the highest a^* and b^* and the highest a^* was related to the treatments containing albumin. In all treatments, with increasing the level of all additives, the firmness increased and treatments containing SPI showed the highest firmness. However, the highest adhesion, gumminess and chewability were related to the treatments containing lentil flour and the highest gumminess and chewability were related to albumin. Different levels of albumin had the highest color scores compared to other treatments and control samples. The highest score of taste, texture and overall acceptance belonged to the treatments containing different levels (2 - 5%) of albumin. As a conclusion, it can be said that different levels of albumin had the most significant effect on the quality properties of industrial noodle samples, and in contrast, treatments containing spirulina did not show acceptable results in the quality tests evaluated.

Keywords: Lentil flour, Albumin, *Spirulina platensis*, Firtification, Industrial Noodle.

*Corresponding Author: elhamirad1974@gmail.com