



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



تأثیر سرعت مختلف تیغه برشی و استوانه فشاری بر خواص مکانیکی میگوی پرورشی (گونه وانامی) در مدت نگهداری در یخ

رضا گلی^۱، مهدی قاسمی ورنامخواستی^{۲*}، مجتبی نادری بلداجی^۳

۱ و ۲ - به ترتیب کارشناسی ارشد و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

ایمیل مکاتبه کننده: ghasemmahdi@ut.ac.ir

چکیده

بافت میگو یکی از مهمترین ویژگی‌های کیفیت و تازگی در خرید میگو است در این مقاله تأثیر سرعت مختلف تیغه برشی و پروب (۴۸ mm/min و ۱۴۴ mm/min) بر خواص مکانیکی میگوی پرورشی (گونه وانامی) در مدت نگهداری در یخ مورد بررسی قرار گرفت. از مشخصه‌های مورد بررسی رفتار برش: سفتی برشی، انرژی تسلیم، بیشینه انرژی، حداکثر نیروی برشی و انرژی کل و از مشخصه‌های مورد بررسی برای خاصیت فشاری، پارامترهای انرژی کرنشی کل، انرژی برگشتی، مدول سفتی، سختی، برجهدگی، پسماند، چسبندگی و فنریت بود. نتایج نشان داد سفتی برشی در طی روزهای مختلف و برای هر دو سرعت روندی افزایشی داشته است. این تغییرات برای سرعت دوم در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است. انرژی جاری شدن برای هر دو سرعت مورد بررسی تا روز ششم کاهش و بعد آن افزایش معنی داری در سطح ۵ درصد داشته است. بیشترین مقدار بیشینه انرژی برای سرعت اول و سرعت دو مربوط به روز نهم بوده است که به ترتیب برابر ۱۴۴/۷۹ و ۱۴۵/۰۳ میلی ژول اندازه گیری شد. حداکثر نیروی برشی برای روز دوم برای سرعتهای گوناگون کمترین مقدار خود را داشته است.

واژه‌های کلیدی: میگو، مدت ماندگاری، کیفیت، خواص مکانیکی، سرعت.



مقدمه

در هرم تغذیه ای انسان مواد غذایی دریایی به دلیل ارزش غذایی بالا از اهمیت بالایی برخوردار است. میگوی (وانامی) یکی از مهم ترین محصولات شیلاتی است، که با سطح تولید زیاد در کشور دارای ارزش اقتصادی به سزایی می باشد (آشی و سیمپسون، ۱۹۹۶). طراوت میگو یک عامل مهم در تعیین ارزش تجاری و پتانسیل برای صادرات آن است. با گذشت زمان تازگی و طراوت غذاهای دریایی کاهش می یابد. این عمل به صورت تغییر ظاهر، طعم، عطر و مزه آن و حتی تغییر بافت اتفاق می افتد (بونو، ۱۹۸۶). یکی از روشهای آسان، مرسوم و اقتصادی که به طور گسترده ای برای افزایش عمر مفید میگو تازه مورد استفاده قرار می گیرد، نگه داشتن آن در یخ است (بونو، ۲۰۰۲). روشهای مختلفی برای تعیین تازگی میگو وجود دارد از جمله آنها می توان به تجزیه و تحلیل فیزیکی (رنگ، بافت، ظاهر)، تجزیه و تحلیل شیمیایی (pH، TMA، TVB، IMP، و غیره)، و تجزیه و تحلیل بیولوژیکی، و غیره اشاره کرد (اسپ و همکاران، ۲۰۰۴؛ هالتمن و راستاد، ۲۰۰۴؛ جیم و همکاران، ۲۰۰۷).

بافت میگو یکی از مهمترین ویژگی ها در کیفیت و تازگی میگو است زیرا مصرف کننده برای پذیرش میگو با آزمون حسی میزان طراوت آن را می سنجد. وقتی که میگوی خام ذخیره سازی می شود کیفیت بافت گوشت آن کاهش می یابد. میگوی تازه دارای بافتی نسبتا استوار است. در مدت نگهداری در یخچال این استواری به رفتار خمیری نیل می کند (کاگاو و همکاران، ۲۰۰۲؛ لاکشمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ لایتن و همکاران، ۱۹۹۲). مطالعات متعددی به منظور بررسی تغییرات بافت غذاهای دریایی تازه در طول ذخیره سازی در جهان انجام شده است. کاگاو و همکاران (۲۰۰۲) برای بررسی تغییرات بافت ماهی مرکب از آزمونهای نفوذ، فشردگی و کششی استفاده کردند. زنگ گوینگ زاهو (۲۰۰۳) برای تعیین شاخص های کیفی میگوی شمالی از روش آزمون بافت فشاری با کمک استوانه ای با قطر ۷/۵ میلی متر با سرعت ۰/۸ میلی متر بر ثانیه بهره گرفت. اسپ و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از آزمون برش و با تیغه وارنر- برتزلر تغییرات بافت در عضله ماهی قزل آلا را بررسی کردند. جین و همکاران (۲۰۰۷) تغییرات در بافت ماهی را با فشردگی و تست نفوذ اندازه گیری نمودند. نوناک و اسپولینگ (۲۰۱۱) با استفاده از آزمون برش و فشاری با سرعتهای مختلف تیغه کیفیت میگوی خام را مورد بررسی قرار دادند. از جمله پژوهشهای صورت گرفته در ایران در زمینه تازگی و کیفیت میگو می توان به تعیین تازگی میگوی پرورشی با کمک خواص مکانیکی و پردازش تصویر در ترکیب با شبکه های عصبی اشاره کرد (گلی، ۱۳۹۳).

رفتار بافت به ساختار مواد غذایی مرتبط است. مواد غذایی مختلف دارای ظاهری منحصر به فرد هستند که به ویژگی های شیمیایی و بیوفیزیکی آن وابسته است (اودیلیچوکا و همکاران، ۲۰۱۳). پژوهشگران صنایع غذایی و مکانیک بیوسیستم برای ارزیابی کیفیت غذاهای دریایی روش های ابزاری زیادی با استفاده از بافت مورد استفاده قرار می دهند. این روش ها با توجه به ماده غذایی، بسته به شرایط آزمون، هزینه اقتصادی و زمان مختلف است با توجه به مطالب گفته شده در مورد



قابلیت های آزمون مکانیکی در تعیین تازگی، در این پژوهش به بررسی اثر سرعت مختلف تیغه برشی و پروب بر خواص مکانیکی میگوی پرورشی (گونه وانامی) در مدت نگهداری در یخ پرداخته شد. به دانش ما، آزمون برشی میگوی پرورشی با کمک تیغه وارنر- برتزلر برای اولین بار در این تحقیق انجام شده است که این مورد یکی از جنبه‌های نوآوری در تحقیق حاضر است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش میگوهای پرورشی پا سفید غربی (وانامی) تازه صید شده مورد آزمایش قرار گرفت. میگوهای مورد استفاده از یکی از استخرهای پرورش در شهرستان بوشهر در اوایل پاییز سال ۱۳۹۲ تهیه شدند. این نمونه به آزمایشگاه خواص فیزیکی و مکانیکی دانشگاه شهرکرد منتقل شدند. نمونه های میگو در دمای ۲ درجه ی سلسیوس (پودریخ) نگهداری و در ظرفی عایق قرار گرفت. این میگوها ۴ بار در طول ۹ روز با فاصله زمانی ۷۲ ساعت مورد آزمایش مکانیکی قرار گرفتند. شکل ۱ دستگاه آزمون جامع کشش- فشار را نشان می دهد.



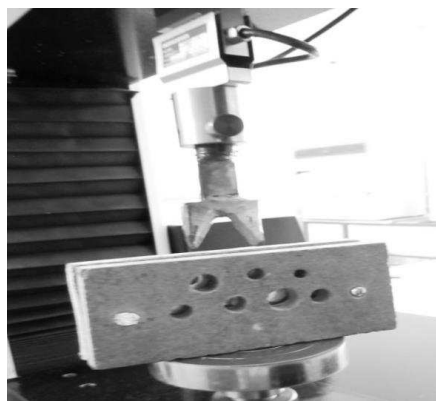
شکل ۱- دستگاه آزمون جامع کشش- فشار

آزمون برش

میگوها برای آزمایش‌های مکانیکی تمیز و پوست کنده شدند. مقاومت برشی گوشت میگو از طریق برش ساده و با استفاده از دو صفحه ثابت و موازی چوبی که بین آنها تیغه برشی آزادانه می‌تواند حرکت کند، اندازه‌گیری شد. یک سری سوراخ-هایی با قطر ۵ mm تا ۲۵ mm در بین صفحات چوبی برای جا دادن میگوها با قطرهای مختلف وجود داشت. نیروی برشی با سوار کردن دو صفحه ثابت و موازی چوبی بر روی دستگاه آزمون کشش- فشار با علامت تجاری سنتام مدل (STM-20) ساخت ایران مجهز به تیغه برشی وارنر- برتزلر به نمونه‌ها اعمال گردید (ساجی کومارو تانداویوارا، ۱۹۹۰). نیروی اعمالی با استفاده از یک کرنش سنج اندازه‌گیری و تغییرات نیرو - جابه‌جایی تا هنگام گسیختگی کامل ثبت شد. نیروی



برشی با سرعت‌های ۴۸ mm/min و ۱۴۴ mm/min اعمال شد. شکل ۲ تیغه وارنر- برتزلر و صفحات چوبی را نشان می‌دهد.



شکل ۲- تیغه وارنر- برتزلر و صفحات چوبی

پارامترهای مورد مطالعه از آزمون برشی عبارتند از: **سفتی برشی (Shear Stiffness)**: شیب قسمت خطی نمودار نیروی برشی - جابجایی برشی. **انرژی تسلیم (yield energy)**: سطح زیر نمودار نیرو - تغییر شکل تا نقطه تسلیم. **بیشینه انرژی (peak energy)**: بیشترین انرژی مورد نیاز برای شروع گسیختگی گوشت میگو. **حداکثر نیروی برشی**: حاصل ضرب مقاومت برشی ماکزیمم در سطح مقطع نمونه، معادله (۱).

$$F_{max} = T_{max} \times A \quad (1)$$

در معادله ۱، T_{max} مقاومت برشی ماکزیمم (مگاپاسکال)، A سطح مقطع نمونه در صفحه برش (میلیمتر مربع) و F_{max} نیروی برشی ماکزیمم می‌باشد.

انرژی کل: انرژی برشی E_f از محاسبه سطح زیر منحنی نیروی برش - جابجایی تا نقطه پایان.

آزمون فشاری

در این آزمایش از استوانه‌ای با سر مخروطی شکل و با قطر ۸ mm استفاده گردید. در این تحقیق برای بارگذاری نمونه‌ها از مبدل نیروی ۲۰۰ نیوتن استفاده شد. سرعت استوانه در دو سطح ۴۸ mm/min و ۱۴۴ mm/min آزمون شد. آزمون نفوذ تا ۵۰٪ از قطر نمونه میگو بر حسب اطلاعات اولیه داده شده به دستگاه آزمون کشش فشار محدود بود و سپس بار از روی نمونه برداشته می‌شد. شکل ۳ پراب استوانه‌ای مورد استفاده آزمون فشاری را نشان می‌دهد.



شکل ۳- پراب استوانه ای مورد استفاده آزمون فشاری

پارامترهای مورد بررسی در آزمون فشاری عبارتند از: **انرژی کرنشی کل**: سطح زیر نمودار نیرو- جابه جایی تا نقطه بیشینه نیروی فشار (در نقطه ۵۰٪ قطر اولیه)، این مساحت توسط نرم افزار متلب محاسبه گردید (لینفو و همکاران، ۲۰۱۴). **انرژی برگشتی**: این مقدار با محاسبه سطح زیر نمودار قسمت باربرداری محاسبه شد. **مدول سفتی**: شیب قسمت خطی نمودار نیرو- جابه جایی به عنوان معیاری برای مقایسه در نظر گرفته شد. این مورد، از آنجایی که مدول الاستیسیته بخاطر مشخص نبودن کرنش در حین آزمون فشاری قابل محاسبه نبود به عنوان یک معیار قابل مقایسه از سختی ماده پیشنهاد شد. **سختی**: این معیار برابر با بیشترین نیرو وارده به ماده در نمودار نیرو جابه جایی می باشد (بی نام، ۲۰۰۸). **برجهندگی**: این مقدار با محاسبه نسبت انرژی برگشتی از گوشت در هنگام بار برداری به انرژی داده شده به آن بدست می آید. **نیروی چسبندگی**: برابر است با اختلاف نیرویی که از نقطه بار برداری تا محل تقاطع نمودار ها نیرو جابه جایی در مرحله بار برداری روی می دهد، این نیرو به خاطر چسبیدن استوانه به بافت گوشت میگو ایجاد می شود. **پسماند**: از اختلاف مقدار انرژی جذب شده در بارگذاری و مقدار انرژی بازگردانده شده در باربرداری محاسبه می شود. **شاخص فنریت**: نسبت ارتفاع اولیه جسم به ارتفاع نهایی پس از اعمال نیرو شاخص فنریت گفته می شود.

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در کل تعداد ۲۴ نمونه (۴ روز \times ۳ تکرار \times ۲ نوع آزمون) مورد آزمون‌های مکانیکی قرار گرفتند. کل داده‌های حاصل وارد نرم افزار Excel 2010 شدند برای بررسی آماری و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش‌ها از نرم افزار SPSS Ver.22 در قالب طرح اندازه های تکراری استفاده شد.

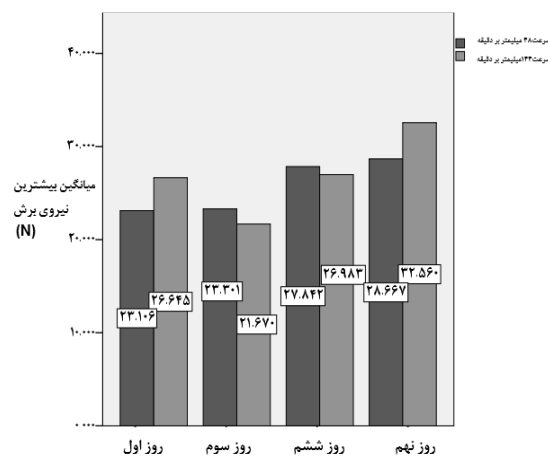
نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آزمون برشی

جدول (۱) میانگین، انحراف معیار و مقایسه میانگین (آزمون دانکن در سطح ۵ درصد) پارامترهای آزمون برشی را نشان می دهد. سفتی برشی در طی روزهای مختلف و برای هر دو سرعت روندی افزایشی داشته است. این تغییرات برای سرعت دوم



در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است. انرژی جاری شدن برای هر دو سرعت مورد بررسی تا روز ششم کاهش و بعد آن افزایش معنی داری در سطح ۵ درصد داشته است. بیشترین مقدار بیشینه انرژی براس سرعت اول و سرعت دو مربوط به روز نهم بوده است که به ترتیب برابر ۱۴۴/۷۹ و ۱۴۵/۰۳ میلی ژول. حداکثر نیروی برشی برای روز دوم برای سرعت‌های گوناگون کمترین مقدار خود را داشته است. روز نهم، روزی است که انرژی کل مصرفی برای برش به بیشترین مقدار خود رسیده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین میزان بیشترین نیروی برش بافت میگو طی ۹ روز با دو سرعت در شکل (۴) ارائه شده است. همان طور که مشاهده می شود نیروی برش میگو تا روز نهم افزایش می یابد. همچنین بیشترین مقدار آن برای سرعت برای سرعت ۱۴۴ میلی متر بر دقیقه برای روز نهم با مقدار ۳۲/۵۶۰ نیوتن می باشد.



شکل ۴- مقایسه میانگین بیشترین نیروی برش برای روزهای نگهداری و سرعت مختلف

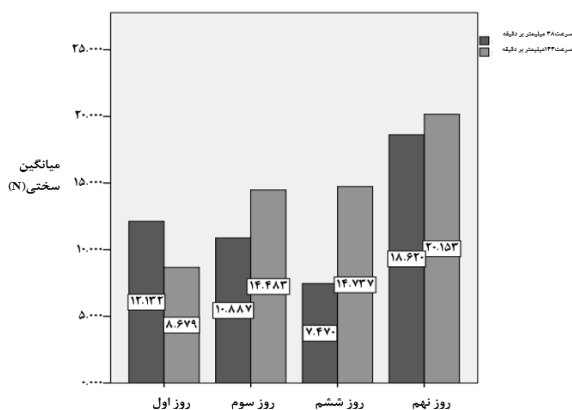
جدول ۳ مدل رگرسیونی برای تخمین مدت ماندگاری با استفاده از پارامترهای آزمون برشی را نشان می دهد. معادلات برای تخمین مدت ماندگاری با توجه به ویژگی برشی برآزش شده است. با توجه به این جدول معادله تخمین زده شده برای بیشتر انرژی برای سرعت دوم با ضریب تبیین ۰/۹۹۸۲ بهترین عملکرد را داشته است.

تجزیه و تحلیل آزمون فشاری

میانگین، انحراف معیار و مقایسه میانگین (آزمون دانکن $p=0/05$) پارامترهای آزمون فشاری در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که با افزایش مدت ماندگاری، انرژی کرنشی کل و پسماند همواره افزایش می یابد همچنین تغییرات انرژی برگشتی در روزهای مختلف در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است. کمترین مدول سفتی مربوط به روز ششم بوده است. سختی میگوها با گذشت زمان تا روز ششم همواره کاهش می یابد. بیشترین مقدار برجهنگی برای سرعت اول ۱۵/۳۴ و برای سرعت دوم ۱۶/۸۱ بوده است. تغییرات شاخص فنریت در سطح ۵ درصد برای سرعت‌های مختلف استوانه معنی دار نبوده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین میزان سختی بافت میگو طی ۹ روز با دو سرعت در شکل (۵) ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود سختی بافت میگو تا روز ششم کاهش می یابد و بعد از آن افزایش می یابد. همچنین بیشترین مقدار آن برای سرعت ۱۴۴ میلی متر بر دقیقه برای روز نهم با مقدار ۲۰/۱۵۳ نیوتن می باشد.

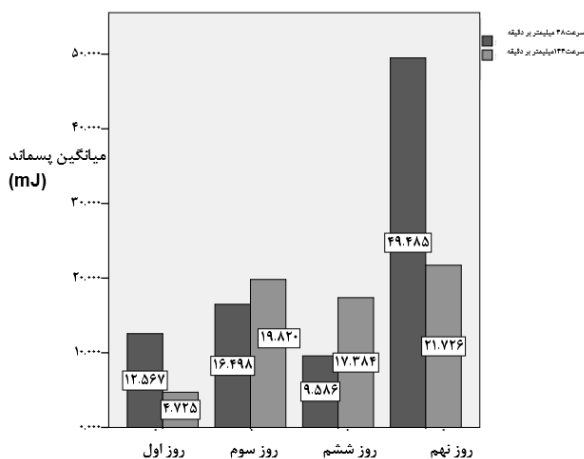


این امر ممکن است ناشی از کاهش میزان چربی باشد زیرا اولین اتفاقی پس از دست دادن تازگی در میگو در درجه اول بوجود می‌آید تغییرات کاتابولیک در نوکلئوتیدها و کربوهیدراتها است که به سرعت واکنش ترکیبات نیتروژنی و همچنین هیدرولیز و پراکسیداسیون لیپیدها بستگی دارد. تغییرات شیمیایی در چربی‌ها شامل: تجزیه و تحلیل چربی، اکسیداسیون چربی و واکنش این مواد با قطعات غیر چربی، مانند پروتئین‌ها است. این نتایج با یافته‌های هیودوبرو و همکاران (۲۰۰۲) و زنگ گونگ زاهو (۲۰۰۳) همسو است.



شکل ۵- مقایسه میانگین سختی برای روزهای نگهداری و سرعت مختلف

نتایج حاصل از مقایسه میانگین میزان پسماند میگو طی ۹ روز با دو سرعت در شکل (۶) ارائه شده است. باتوجه به نمودار می‌توان دریافت که پسماند با میزان نگهداری رابطه مستقیم دارد. با افزایش میزان نگهداری میگو قابلیت ارتجاعی گوشت کم می‌شود. هر چقدر پسماند اندازه گیری شده کمتر باشد بیانگر تازگی گوشت و لذا قابلیت ماندگاری بیشتر است.



شکل ۶- مقایسه میانگین پسماند برای روزهای نگهداری و سرعت مختلف



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



شکل ۷ مقایسه تغییرات شاخص فنریت در روزهای مختلف و با دو سرعت را به نمایش می‌گذارد. بهترین عملکرد برای سرعت دوم با مقدار ۰/۹۷۷۶ بوده است. تغییرات انرژی کل در طول دوره نگهداری افزایش بوده است. عملکرد معادلات تخمین زده شده برای سرعت اول و دوم به ترتیب ۰/۷۱۶ و ۰/۸۳۵۳ بدست آمده است. معادله تخمین سختی میگوهای مورد آزمایش برای سرعت اول عملکرد بهتری نسبت به سرعت دوم داشته است (شکل ۹).

نتیجه‌گیری

در این مطالعه تاثیر سرعت مختلف تیغه برشی و پروب بر خواص مکانیکی میگوی پرورشی (گونه وانامی) در مدت نگهداری در یخ بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان دادند تغییر سرعت فشاری و برشی در سطح ۵ درصد اثرات محسوسی بر شاخص‌های کیفی (برشی و فشاری) دارد. به پژوهشگران و محققان علامند در زمینه تعیین کیفیت توصیه می‌شود از سرعت‌های بالاتر بهره‌برند زیرا عملکرد آن در مقایسه سرعت پایین‌تر بهتر است. همچنین این آزمون را برای سایر محصولات شیلاتی انجام دهند.

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار و مقایسه میانگین (آزمون دانکن $p=0/05$) پارامترهای آزمون برشی

مقایسه میانگین و انحراف معیار						ردیف
روز	سفتی برشی (N/mm)	انرژی جاری شدن (mJ)	بیشینه انرژی (mJ)	حداکثر نیروی برشی (N)	انرژی کل (mJ)	
سرعت اول	۱	a1/۵۲±۰/۲۵	ab۲۱/۵۸±۲/۳۸	a۸۴/۳۴±۱۵/۳۳	a۲۳/۱۱±۱/۲۵	a۲۲۶/۴۰±۲۰/۸۷
	۲	a1/۰۶±۰/۷۸	a۲۰/۱۱±۱/۸۸	ab۱۰۳/۹۶±۱۸/۸۴	a۲۳/۳±۲/۴۵	a۲۲۵/۰۲±۵/۵۶
	۳	a1/۳۴±۱/۰۵	a۱۵/۳۹±۴/۲۴	a۶۴/۶۵±۱۲/۷۳	a۲۷/۸۴±۹/۵۳	a۲۲۱/۰۷±۰/۶۸
	۴	a1/۷۳±۰/۱۶	b۲۷/۱۱±۴/۲۳	b۱۴۴/۷۹±۳۴/۲۱	a۲۸/۶۶±۴/۵۳	a۳۰۸/۸۰±۱۱۱/۸۵
سرعت دوم	۱	b۱/۰۲±۰/۳۶	b۶۲/۲۴±۱۹/۰۵	a۹۸/۸۶±۶/۱۳	a۲۶/۶۴±۱۵/۸۸	a۳۰۶/۸۸±۲۱۲/۶۲
	۲	a1/۶۰±۰/۶۱	a۳۸/۶۲±۸/۲۱	a۶۶/۷۸±۲۵/۶۵	a۲۱/۶۷±۶/۳۵	a۲۴۸/۰۱±۱۲۵/۲۱
	۳	a1/۵۵±۰/۵۳	a۲۸/۵۳±۲/۲۵	a۸۵/۸۴±۴/۹۷	a۲۶/۹۸±۳/۰۰	a۲۴۶/۴۱±۱۲/۵۷
	۴	b۱/۷±۰/۷۲	b۶۶/۹۸±۰/۸۷	b۱۴۵/۰۲±۱۹/۵۹	a۳۲/۵۶±۹/۰۰	a۳۹۳/۵۱±۱۵۹/۱۷



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



جدول ۲- میانگین، انحراف معیار و مقایسه میانگین (آزمون دانکن $p=0.05$) پارامترهای آزمون فشاری

مقایسه میانگین و انحراف معیار					ردیف
سختی (N)	مدول سفتی (N/mm)	انرژی برگشتی (mJ)	انرژی کرنشی کل (mJ)	روز	
bc15/46±2/52	a0/92±0/84	b9/81±2/53	a13/05±2/67	۱	سرعت اول
ab10/88±2/46	a0/84±0/56	ab4/93±1/45	a21/42±7/13	۲	
a8/13±1/01	a0/36±0/19	a2/51±2/42	a16/09±7/86	۳	
c17/28±4/07	b0/99±0/52	b9/82±5/26	b32/63±7/86	۴	
8/67±3/45	a0/98±0/36	a5/82±1/25	a10/56±3/41	۱	سرعت دوم
16/81±1/40	a1±0/58	b11/32±2/57	b27/81±10/55	۲	
14/74±1/21	a0/71±0/18	a7/42±0/77	b24/80±2/97	۳	
20/15±1/45	b1±0/27	c15/04±1/56	c41/77±5/02	۴	

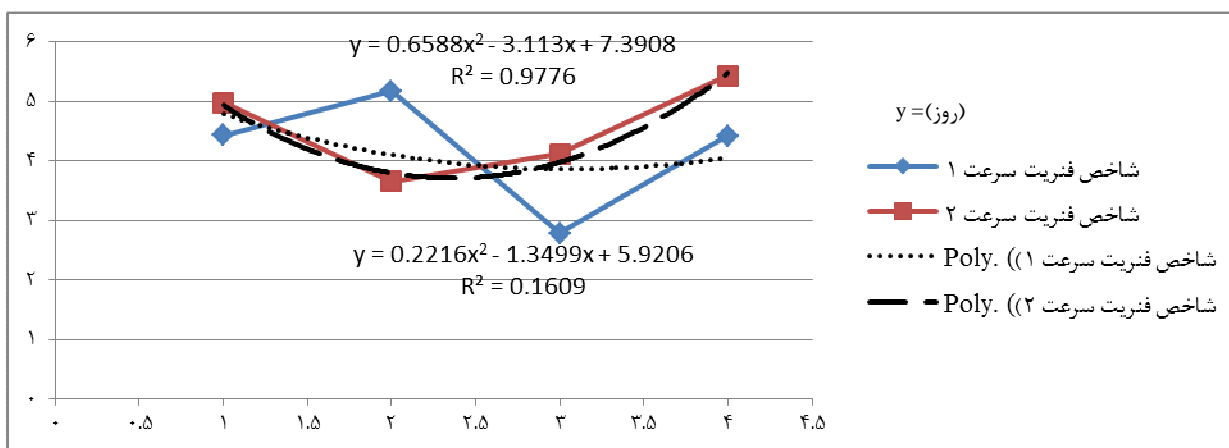
جدول ۲- ادامه

مقایسه میانگین و انحراف معیار					ردیف
شاخص فنریت	پسماند (mJ)	نیروی چسبندگی (N)	بر جهندگی	روز	
a4/44±1/09	a3/23±4/26	b12/41±2/11	a1/41±0/6	۱	سرعت اول
a5/18±3/02	bc16/50±5/70	a8/68±2/35	a4/31±0/21	۲	
a2/79±1/33	b13/58±1/77	a6/72±1/28	a15/34±17/32	۳	
a4/88±0/53	c22/81±5/82	b15/82±1/57	a3/78±1/66	۴	
a4/98±3/44	a4/72±2/33	a5/84±2/12	a1/79±0/25	۱	سرعت دوم
a3/66±3/18	b16/48±9/09	ab8/84±3/15	ab16/81±1/40	۲	
a4/12±0/98	b17/38±2/66	b11/49±1/32	b14/74±1/22	۳	
a5/43±1/00	b26/72±6/79	a6/15±2/61	ab20/15±1/45	۴	

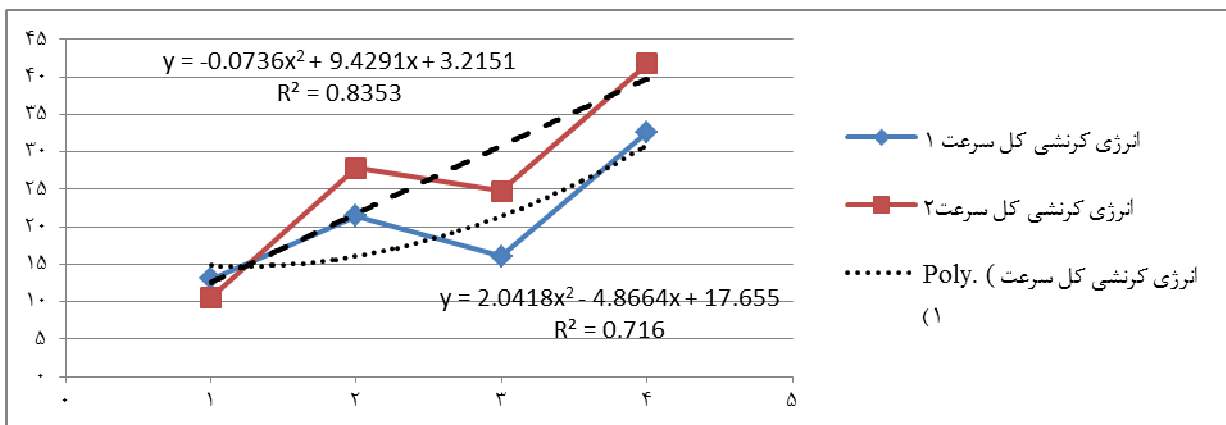


جدول ۳- مدل رگرسیونی برای تخمین مدت ماندگاری با استفاده از پارامترهای آزمون برشی

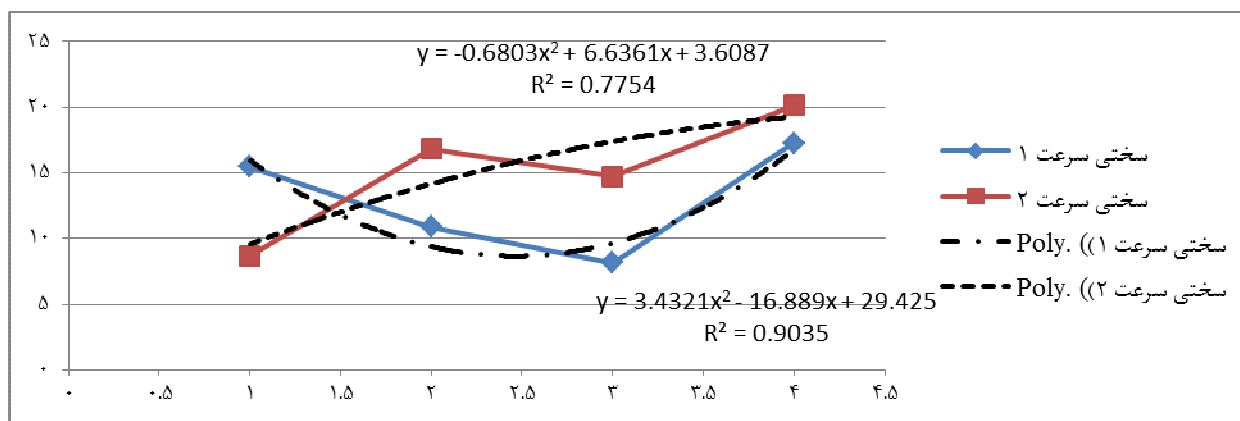
ضریب تبیین R^2	مدل رگرسیونی	سرعت	ویژگی X
$R^2 = 0.9136$	$y = 0.2127x^2 - 0.9763x + 2.2605$	سرعت ۱	سفتی برشی
$R^2 = 0.8795$	$y = -0.0972x^2 + 0.6766x + 0.5163$	سرعت ۲	
$R^2 = 0.7322$	$y = 3.3677x^2 - 15.732x + 35.188$	سرعت ۱	انرژی جاری شدن
$R^2 = 0.9404$	$y = 15.499x^2 - 77.11x + 125.61$	سرعت ۲	
$R^2 = 0.5475$	$y = 15.13x^2 - 61.443x + 139.57$	سرعت ۱	بیشینه انرژی
$R^2 = 0.9982$	$y = 22.822x^2 - 98.349x + 173.84$	سرعت ۲	
$R^2 = 0.8744$	$y = 0.1575x^2 + 1.3347x + 21.211$	سرعت ۱	حداکثر نیروی برشی
$R^2 = 0.9155$	$y = 2.6378x^2 - 10.883x + 34.389$	سرعت ۲	
$R^2 = 0.9175$	$y = 22.277x^2 - 87.061x + 295.9$	سرعت ۱	انرژی کل
$R^2 = 0.9709$	$y = 51.493x^2 - 231.63x + 491.59$	سرعت ۲	



شکل ۷- مقایسه تغییرات شاخص فنریت در روزهای مختلف و با دو سرعت.



شکل ۸- مقایسه تغییرات انرژی کرنشی کل در روزهای مختلف و با دو سرعت.



شکل ۹- مقایسه تغییرات سختی در روزهای مختلف و با دو سرعت.

منابع و مأخذ

- گلی، ر. ۱۳۹۳. تعیین میزان تازگی میگوی پرورشی با استفاده از برخی خواص مکانیکی و پردازش تصویر در ترکیب با شبکه عصبی مصنوعی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهرکرد.
- Ashie, I. N. A. & Simpson, B. K. 1996. Application of high hydrostatic pressure to control enzyme related fresh seafood texture deterioration. *Food Res. Int.* Vol 29: 569–575.
- Bourne, M. C. 1986. Effect of water activity on texture profile parameters of apple flesh. *J. TextureStud.* Vol 17: 311–340.
- Bourne, M. C. 2002. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2nd ed. New York: Academic Press.
- Erickson, M. C., Bulgarelli, M. A., Resurreccion, A. V. A., Vendetti, R. A., & Gates, K. A. 2007. Sensory differentiation of shrimp using a trained descriptive analysis panel. *Lebensm. Wiss. U. Technol.* Vol 40: 1774–1783.
- Espe, M., Ruohonen, K., Bjernevik, M., Froyland, L., Nortvedt, R., & Kiessling, A. 2004. Interactions between ice storage time, collagen composition, gaping and textural properties in farmed salmon muscle harvested at different times of the year. *Aquaculture* Vol 240:



- 489-504. Government of Thailand. 2009. Fisheries Foreign Affairs Division. Retrieved March 15, 2010, from <http://www.fisheries.go.th/foreign>
7. Hultmann, L., & Rustad, T. 2004. Iced storage of Atlantic salmon (*Salmo salar*) effects on endogenous enzymes and their impact on muscle proteins and texture. *Food Chem.* Vol 87: 31-41.
 8. Jain, D., Pathare, P. B., & Manikantan, M. R. 2007. Evaluation of texture parameters of Rohu fish (*Labeo rohita*) during iced storage. *J. Food Eng.* Vol 81: 336-340.
 9. Kagawa, M., Matsumoto, M., Yoneda, C., Mitsuhashi, T., & Hatae, K. 2002. Changes in meat texture of three varieties of squid in the early stage of cold storage. *Fisheries Sci.* Vol 68: 783-792.
 10. Lakshmanan, R., Shakila, R. J., & Jeyasekaran, G. 2002. Survival of amine-forming bacteria during the ice storage of fish and shrimp. *Food Microbiol.* Vol 19: 617-625.
 11. Luyten, H., Vliet, V. T., & Walstra, P. 1992. Comparison of various methods to evaluate fracture phenomena in food materials. *J. Texture Stud.* Vol 23: 245-266.
 12. Qingzhu Z. 2003. Quality Indicators Of Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) Stored Under Different Cooling Conditions. Final Project dalian Fisheries University. Heishijiao 52. Dalian. 116023. China.
 13. Nunak .N. & Schleining. G. 2011. Instrumental Textural Changes in Raw White Shrimp During Iced Storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology* Vol 20:4, 350-360.
 14. Huidobro, A., Lopez-Caballero, M.E. & Mendes, R. 2002. Onboard processing of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) with liquid ice: Effect on quality. *European Food Research and Technology* Vol 214 (6): 469-475.
 15. Odilichukwu, R .C. Okpala., Choo, W. S., Dykes, G. A. (2013). Quality and shelf life assessment of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly harvested and stored on ice. *LWT Food Science and Technology* Vol 55 110-116
 16. Sajikumar, N. & Thandaveswara, B.S. 1999. Non Liner rainfall runoff Model using artificial neural network. *Journal of Haydrology*, Vol 216: 32-35.
 17. lin Fu, I. Chen, x. & Wang, Y. (2014). Quality evaluation of farmed whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, treated with different slaughter processing by infrared spectroscopy. *Journal of Food Chemistry*, Vol 151, 306-310.
 18. Anonymous. Institute of shrimp. (2008). brief review the shrimp. Extension organizations. Agriculture Research and Education, Institute of Fisheries Research.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Effect of different speeds of shearing edge and compression cylinder on mechanical properties of cultured shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) during iced storage

Abstract

Shrimp tissue is one of the most important quality and freshness characteristics for marketing. In this paper, effects of different speeds of shearing edge and probe (48 mm/min and 144 mm/min) on mechanical properties of cultured shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) during iced storage were studied. Shear characteristics including stiffness modulus, yield energy, maximum energy, maximum shear force and total energy and the compression characteristics including total strain energy, recycle energy, stiffness, hardness, resilience, hysteresis, maximum adherence of exerted force and springiness were evaluated. The results showed that shear stiffness was continuously increased during different days for both speed values. These changes were remarkable for second speed value at 5% level. Resilience energy for both speeds was decreased until sixth day and after that had a significant increase at 5% level. The highest maximum energy for both speed values is related to ninth day as 144.79 and 145.03 mJ, respectively. Maximum shear force for second day showed the lowest value in different speeds.

Keywords: Shrimp; Shelf Life; Quality; Mechanical Properties; Speed.