

بررسی تغییرات در خواص مکانیکی محصول پسته پس از گرمادهی با مایکروویو

حمید حاج محمدی¹، حسن صدرنیا²

1. دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

2. استادیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد، میدان آزادی، دانشگله فردوسی، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی ماشین های کشاورزی

hmd.hajmohammadi@gmail.com

چکیده

پسته یکی از مهمترین محصولات کشاورزی ایران است و درصد بالایی از صادرات غیرنفتی را شامل می شود. استفاده از گرمادهی بلامواج مایکروویو شیوه نوینی است که به سبب سرعت بالا و عدم به جا گذاشتن پسماندهای مضر و مخرب محیط زیست، به عنوان جایگزینی مناسب برای استفاده از روش های مرسوم فرآوری در عملیات پس از برداشت محصولات کشاورزی معرفی شده است. بررسی خصوصیات کیفی محصول مانند میزان رطوبت، کیفیت، فسادپذیری و تغییرات فیزیکی پس از گرمادهی امری مهم به حساب می آید. در این تحقیق، پس از قرار دادن محصول پسته به مدت زمان مشخص در معرض یک موج مایکروویو، تغییرات در خواص مکانیکی آن مانند نیروی شکست، جابجایی تا نقطه شکست و انرژی شکست محاسبه گردید. بدین منظور پسته های گرما داده شده در دو زمان 30 و 50 ثانیه در مایکروویو، با استفاده از ماشین آزمون مواد، آزمایش شدند. نتایج بدست آمده نشان داد که نیروی شکست محصول با افزایش مدت زمان گرمادهی افزایش یافت به طوری که میانگین آن در تیمارهای شاهد، 30 و 50 ثانیه به ترتیب 36/55، 39/15، 42/14 نیوتن بود. بیشترین مقدار میانگین جابجایی تا نقطه شکست در تیمار 50 ثانیه مشاهده شد که با تیمار 30 ثانیه اختلاف معنی داری داشت. گرمادهی در انرژی شکست محصول تغییر معنی داری ایجاد نکرد و میانگین این مقدار در تیمارهای شاهد، 30 و 50 به ترتیب 0/0101، 0/0112 و 0/0124 ژول بود. با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت که گرمادهی محصول پسته با مایکروویو ممکن است باعث تغییرات در خصوصیات مکانیکی محصول شود. اگرچه با در نظر گرفتن درصد رطوبت پایین محصول (در حد رطوبت انبارمائی) این تغییرات صدماتی به محصول وارد نمی آورد. این پژوهش در بهار 1390 در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

کلمات کلیدی: پسته، خواص مکانیکی، گرمادهی، مایکروویو

مقدمه

پسته یکی از مهمترین محصولات کشاورزی ایران است و اهمیت بسیار زیادی در بخش صادرات غیرنفتی کشور دارد، به طوری که این محصول در سال 1388 با تولید حدود 192 هزار تن، 69 درصد از کل صادرات محصولات کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است [1388]. بنابراین استفاده از شیوه های نوین در زمینه تولید، فرآوری و عرضه این محصول امری ضروری محسوب می شود. فرآوری محصولات کشاورزی به کم ک امواج مایکروویو در مراحل خشک کردن و آفت کشی به سبب داشتن ویژگی هایی به مانند، سرعت در انجام کار و نداشتن هیچگونه پسماند شیمیایی مضر و مخرب برای محیط زیست، جایگزین موثری برای روشهای متداول فرآوری

محسوب می شود [Wang et al., 2002]. یکی از مهمترین مشکلات و موانع روش فرآوری محصولات کشاورزی با استفاده از شیوه گرمادهی مایکروویو، تغییرات در خواص کیفی محصول می باشد. کاهش رطوبت، کاهش کیفیت، فسادپذیری^۱، تغییرات فیزیکی و غیره ممکن است در طول اجرای گرمادهی در محصولات ایجاد شود [Vadivambal and Jayas, 2007]. از این رو اندازه گیری و پیش بینی این تغییرات پس از فرآیند گرمادهی امری بدیهی محسوب می شود. خواص مکانیکی (نیروی شکست، جابجایی تا نقطه شکست و انرژی شکست) (محمولات از جمله شاخص هایی می باشد که مورد مطالعه قرار گرفته است. نظری قلهدر و همکاران (2009) تغییرات در خواص مکانیکی محصول پسته را به عنوان تابعی از تغییرات رطوبتی آن محصول بدست آوردند. Wang و همکاران (2002) قابلیت شکست پذیری گردو را پس از گرمادهی با موج رادیویی، اندازه گیری کردند. Altuntas و Yildiz (2005) نیز در پژوهشی به بررسی تغییرات مکانیکی زردآلو به عنوان تابعی از میزان رطوبت محصول پرداختند.

در پژوهش پیش رو، پس از قرار دادن محصول پسته به مدت زمان مشخص در معرض یک موج مایکروویو، تغییرات در خواص مکانیکی محصول مانند نیروی شکست، جابجایی تا نقطه شکست و انرژی شکست محاسبه شده است.

مواد و روشها

محصول پسته (واريته اوحدي) به منظور گرمادهی در ظروف شیشه ای و به میزان 100 گرم در یک دستگاه آون مایکروویو با بسامد 2450 مگاهرتز و توان 900 وات و در دو زمان 30 و 50 ثانیه قرار داده شد.

اندازه گیری درصد رطوبت: به منظور تعیین درصد رطوبت پسته از روش خشک کردن در آون برقی و بر اساس استاندارد ملی استفاده شد [بی نام، 1387].

اندازه گیری خواص مکانیکی: بعد از گرمادهی محصول به منظور بررسی تاثیر امواج مایکروویو بر خصوصیات مکانیکی پسته، آزمون خواص مکانیکی انجام شد. آزمایش ها به وسیله ماشین آزمون مواد (Benchtop Testers) مدل H5KS ساخت انگلستان با ظرفیت 500 کیلو نیوتن، دقت نیروسنج 0/5 کیلو نیوتن و دقت جابجایی 0/001 میلی متر انجام شد.

برای انجام آزمایش از هر تیمار نمونه هایی با ابعاد تقریباً یکسان انتخاب و بر اساس استاندارد ASAE مورد آزمایش قرار گرفت. به منظور قرار گیری صحیح و یکنواخت در بین دو صفحه فشار دستگاه، پسته ها از وسط نصف و تک لپه شدند [Anonymous, 2000].

محصول در راستای ضخامت پسته و با سرعت 5 میلی متر بر دقیقه تحت اثر بارگذاری فشاری قرار گرفت. ابتدا محصول بین دو صفحه فشار دستگاه قرار گرفت و صفحه بالایی به اندازه ای که با پسته تماس شود پایین آورده شد. سپس شروع به اعمال نیرو به پسته شد تا زمانی که شکست در پسته رخ دهد [Anonymous, 2000]. برای هر نمونه نیروی شکست^۲ و تغییر شکل^۳ تا نقطه شکست از طریق نمودار بدست آمده و توسط نرم افزار محاسبه و

¹ Rancidity

² Rupture force

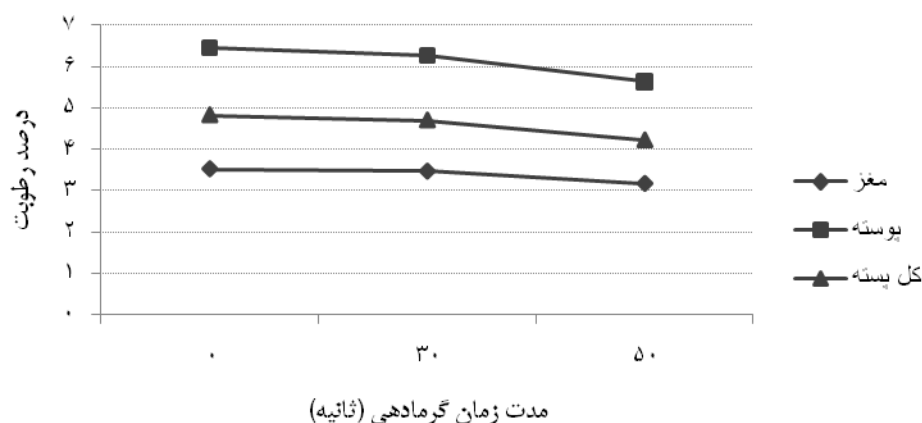
³ Deformation

ثبت گردید. انرژی شکست¹ که همان سطح زیر نمودار نیرو - تغییر شکل تا زمان وقوع گسیختگی در محصول می باشد نیز توسط نرم افزار محاسبه شد.

تحلیل آماری: مرتب سازی داده های و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel صورت پذیرفت. کلیه آزمایشات انجام شده بر پایه طرح کاملاً تصادفی و مقایسات میانگین از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد به کمک نرم افزار آماری JMP انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

درصد رطوبت: شکل (1) چگونگی تغییرات درصد رطوبت محصول را در طی فرآیند گرمادهی نمایش می دهد.



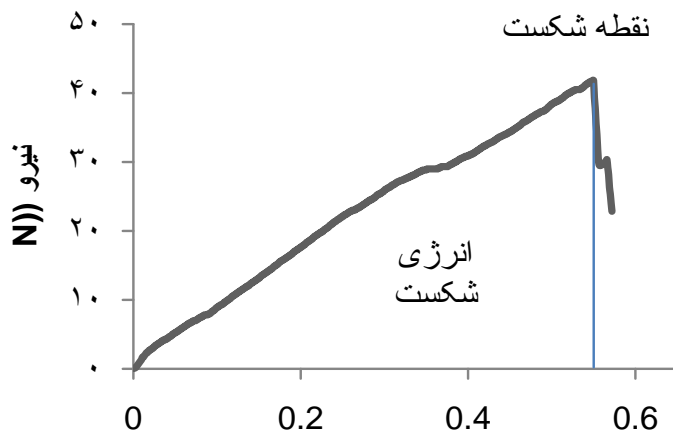
شکل 1: درصد رطوبت مغز، پوسته و کل پسته در مدت زمان های مختلف گرمادهی

چنانچه ملاحظه می شود اجرای عملیات آفت کشی کاهش نسبی رطوبت را به همراه دارد. در مغز پسته درصد رطوبت در زمان های 0، 30 و 50 به ترتیب 3/52، 3/46 و 3/17 گزارش شد. این مقدار در پوسته پسته به ترتیب 6/46، 6/27 و 5/63 درصد و در کل پسته به ترتیب 4/82، 4/70 و 4/22 درصد بدست آمد.

کاهش درصد رطوبت (خشک شدن) یکی از فعالیت هایی است که بدلیل افزایش دما در طی فرآیند تیمار میکروویو در پسته رخ می دهد. مقدار کاهش رطوبت محصول رابطه مستقیم با زمان اجرای عملیات گرمادهی دارد.

خواص مکانیکی: شکل (2) نمونه ای از نمودارهای نیرو - تغییر شکل پسته در بارگذاری فشاری نشان می دهد. پس از بروز شکستگی، منحنی نیرو - تغییر شکل بطور ناگهانی افت می کند. نخستین نقطه شکست بعنوان نیروی شکست دانه ثبت گردید و مورد استفاده قرار گرفت. انرژی شکست سطح زیر نمودار نیرو - تغییر شکل تا نقطه شکست می باشد.

¹ Rupture energy

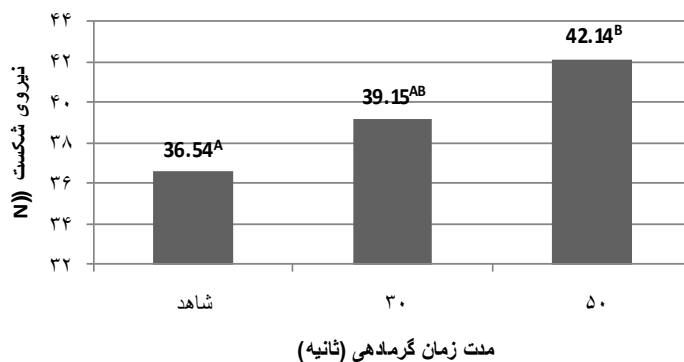


شکل 2: نمودار نیرو - جابجایی یک نمونه پسته تحت بارگذاری فشاری

نیروی شکست: تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده در خصوص خواص مکانیکی محصول پسته نشان داد که اثر گرمادهی بر نیروی شکست نمونه‌ها معنی‌دار بود (جدول 1). بر اساس نتایج مشخص گردید که با افزایش مدت زمان گرمادهی نیروی شکست نیز افزایش می‌یابد (شکل 3) به طوری که این مقدار در زمان‌های 0، 30 و 50 ثانیه به ترتیب 36/55، 39/15 و 42/14 نیوتن گزارش شد.

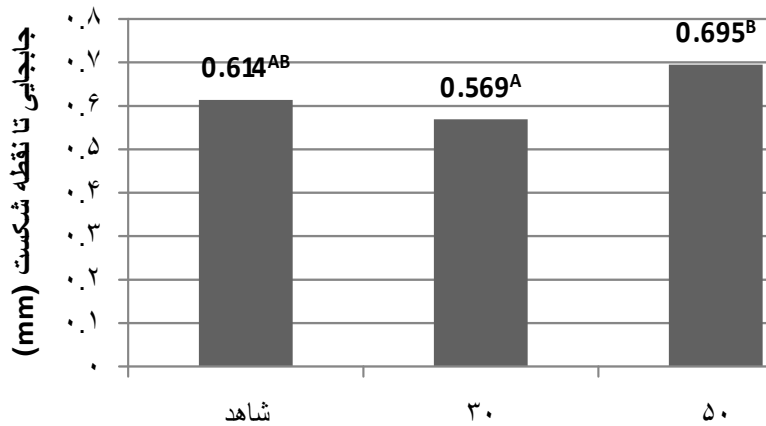
جدول 1: میانگین مربعات نیروی شکست، جابجایی تا نقطه شکست و انرژی شکست محصول

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییر
انرژی شکست	جابجایی	نیروی شکست		
0/000104 ^{n.s}	0/159**	830/2**	2	خواص مکانیکی
0/000018	0/0153	52/076	97	خطا
** معنی‌دار در سطح احتمال 1٪			* معنی‌دار در سطح احتمال 5٪	n.s اختلاف معنی‌دار وجود ندارد



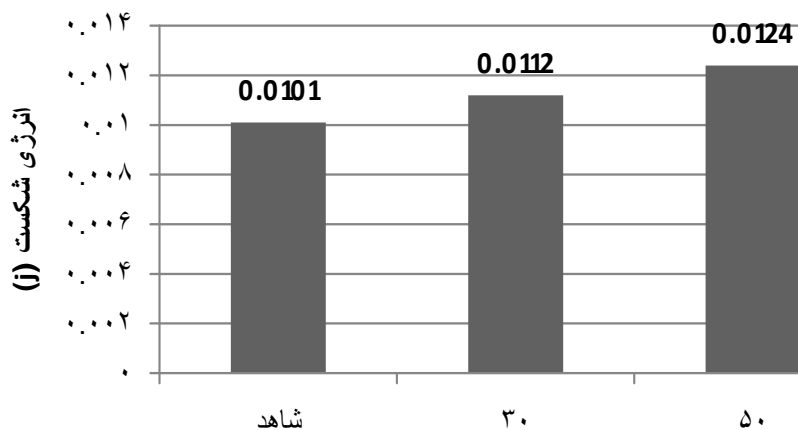
شکل 3: نیروی شکست در زمان‌های مختلف مایکروویو

جابجایی تا نقطه شکست: نتایج بدست آمده نشان داد که گرمادهی اثر معنی داری بر جابجایی تا نقطه شکست داشت (جدول 1). بیشترین مقدار میانگین جابجایی تا نقطه شکست 0/695 میلیمتر در تیمار 50 ثانیه و کمترین مقدار آن 0/569 میلیمتر در تیمار 30 ثانیه گزارش شد.



شکل 4: جابجایی تا نقطه شکست در زمان های مختلف مایکروویو

انرژی شکست: براساس تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده برای انرژی شکست نمونه های تیماردهی شده، مشخص گردید که اثر گرمادهی مایکروویو بر انرژی شکست محصول معنی دار نبود (جدول 1). شکل 5 نشان می دهد که با افزایش مدت زمان گرمادهی در انرژی شکست افزایش نسبی مشاهده شد (شکل 5) به طوری که این مقدار در تیمارهای 0، 30 و 50 ثانیه به ترتیب 0/0101، 0/0112 و 0/0124 ژول می باشد.



شکل 5: انرژی شکست در زمان های مختلف مایکروویو

در طی فرآیند فرآوری محصول پسته توسط تیمار گرمادهی مایکروویو بدلیل کاهش درصد رطوبت، خواص مکانیکی محصول نیز تغییر می کند. روند این تغییرات به طوری است که معمولاً با افزایش مدت زمان گرمادهی و

به دنبال آن کاهش درصد رطوبت محصول، خواص مکانیکی (نیروی شکست، جابجایی تا نقطه شکست و انرژی شکست) افزایش می یابد.

نتایج پژوهش نظری قلهدر و همکاران (2009) نشان داد که تغییرات خواص مکانیکی محصول پسته تابعی از تغییرات درصد رطوبت آن می باشد به طوری که با کاهش درصد رطوبت در مغز محصول نیروی شکست، جابجایی تا نقطه شکست و انرژی شکست افزایش می یابد.

در تحقیقات Wang و همکاران (2002) نیز مشاهده شد که با افزایش مدت زمان گرمادهی مغز گردو، قابلیت شکست پذیری (نیروی جابجایی) محصول بیشتر می شود. به طوری که این افزایش در شکست پذیری ناشی از میزان تغییرات رطوبتی محصول گزارش شد.

منابع

1. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران . 1387. پسته - روش های آزمون. استاندارد شماره 4920، تجدید نظر اول.
2. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور برنامه ریزی، اقتصادی و بین المللی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات . 1388. نتایج طرح آمارگیری نمونه ای محصولات باغی سال 1387.
3. Altuntas, E., and Yildiz, M. 2005. Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba L.*) grains. *Journal of food engineering*. 78: 174-183.
4. American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASAE. 2000. Compression Test of Food Materials of Convex Shape. ASAE S368.4.
5. NazariGaledar, M., Mohtasebi, S.S., Tabatabaeefar, A., Jafari, A., and Fadaei, H. 2009. Mechanical behavior of pistachio nut and its kernel under compression loading. *Journal of Food Engineering* 95: 499-504.
6. Tang, J., Mitcham, E., Wang, S., and Lurie, S. 2007. Heat treatment for postharvest pest control: Theory and practice. CAB International. 41-47.
7. Vadivambal, R. and D.S. Jayas. 2007. Changes in quality of microwave-treated agricultural products: a review. *Biosystems Engineering* 98: 1 – 16.
8. Wang, S., Tang, J., Johnson, J.A., Mitcham, E., Hansen, J.D., Cavalieri, R.P., Bower, J., and Biasi, B. 2002. Process protocols based on radio frequency energy to control field and storage pests in in-shell walnuts. *Postharvest Biology and Technology* 26: 265-273.