مدل‌سازی دینامیکی فرایند روغن گیری گلرنگ با مدل جرم- دمپر- فنر

علی محمدنیکبخت[1]، پویا محمدی[2]

1- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه ارومیه

2- فارغ التحصیل مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشگاه ارومیه

a.nikbakht@urmia.ac.ir

چکیده

دانه‌های روغنی بخش مهمی از محصولات کشاورزی را در بر می گیرند. استخراج روغن از این دانه ها هم با هدف مصرف خوراکی وهم مصارف صنعتی صورت می گیرد. گلرنگ یکی از نباتات صنعتی بومی ایران است که در شرایط مختلف آب و هوایی ایران قا بلیت رشد و نمو داشته و دارای درصد قابل توجهی روغن است . مدل‌سازی فرایند روغن گیری از حیث طراحی، ساخت و بهینه سازی دستگاه های روغن‌گیری حائز اهمیت است که به دلیل ماهیت متفاوت محصولات کشاورزی و غیریکنواخت بودن آنها با پیچیدگی تدوین معادلات و حل آنها روبروست . در این مطالعه، یک مدل جرم- دمپر- فنر برای بذر گلرنگ تحت تست فشار تک محوری ارائه شده است. تحلیل مدل در نرم‌افزار working model انجام گرفت و انطباق خوبی بین داده - های نرم‌افزاری مدل و داده‌های تجربی مشاهده شد.

کلمات کلیدی: روغن‌گیری گلرنگ، مدل‌سازی دینامیکی، مدل جرم- دمپر- فنر

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) از نباتات صنعتی به شمار می رود و منشأ جغرافیایی و مراکز تنوع ژنتیکی آن را نواحی مدیترانه ای و منطقه خاورمیانه و حتی ایران می دانند. هدف اصلی در زراعت این گیاه، استخراج روغن می‌باشد. تولیدات روغن گلرنگ در تغذیه و صنعت مورد استفاده قرار می گیرند. نوع روغن استخراج شده بسته به رقم، متفاوت است و میزان آن از بذر گلرنگ 30-25 درصد و از مغز دانه 45-35 درصد می‌باشد [1]. اخیراً از روغن گلرنگ سوخت بیودیزل تولید شده است که از لحاظ زیست محیطی سوخت پاک محسوب شده و ا ضافه کردن درصدی از آن به سوخت دیزل آلاینده های حاصل از احتراق را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد [2].نیروهای استاتیکی و شبه استاتیکی معیار مناسبی برای طراحی ادوات با کارایی و کیفیت بالاتر می باشند و بررسی آن‌ها برای طراحی ادوات فرآوری محصول از قبیل روغن گیری، ضروری می‌باشد [3]. تفاوت میزان محتوای روغن در رقم های مختلف [1] و اهمیت تجاری آن در سال های اخیر واحساس نیاز به این نوع روغن، بیانگر اهمیت مدل‌سازی برای بهینه‌سازی دستگاه‌های طراحی شده و طراحی های جدید می‌باشد.

مواد و روشها

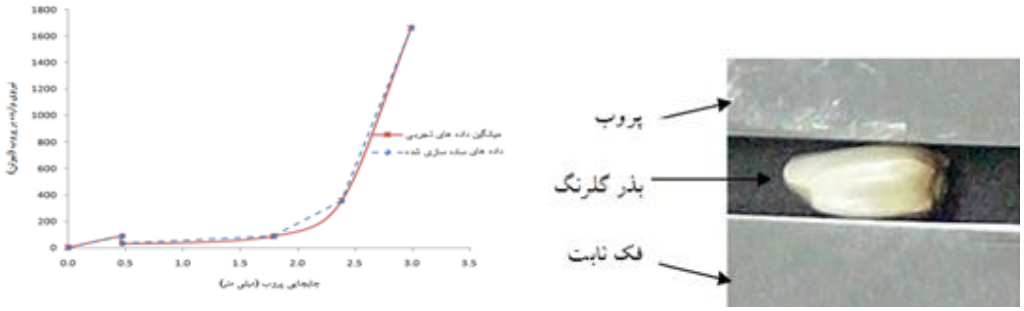
نمونه‌های گلرنگ (رقم IL111) برای انجام آزمایشات و تحلیل های مدلسازی از موسسه اصلاح و نهال بذر وزارت جهاد کشاورزی تهیه شدند و پارامترهای ظاهری آن ها مورد ارزیابی قرار گرفت . جزئیات داده‌های آزمون شده در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1- میانگین پارامترهای ظاهری بذرهای گلرنگ

قطر کوچک (میلی‌متر)	قطر متوسط (میلی‌متر)	قطر بزرگ (میلی‌متر)	ضریب کرویت	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	جرم هزار دانه (گرم)	جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)
3/345	4/045	6/985	0/652	0/336	34/28	0/990	0/587

آنجایی‌که آزمایش بارگذاری شبه استاتیک (آزمون فشار تک محوری)، معمولا بیانگر ویژگیهای مقاومتی و خواص مکانیکی نمونه مورد آزمایش خواهد بود، لذا مطالعاتی که از منحنی نیرو- تغییرشکل این آزمایش استخراج می‌گردد، می‌تواند در طراحی و بهینه‌سازی ماشین‌های فرآوری، روغن‌گیری، بوجاری و غیره به کار گرفته شود [5]. منحنی‌های نیرو- تغییرشکل دانه گلرنگ به روش بارگذاری دانه بین دو صفحه موازی به‌دست آمد، از دستگاه آزمون مواد اینسترون (H50 K-S ساخت شرکت هانسفیلد کشور انگلستان) است، استفاده شد. مدل‌سازی مراحل بارگذاری تا شکست نهایی بذر (زمانیکه فاصله بین دو صفحه بارگذاری 0/5 میلیمتر شود) با مدل‌های جرم- دمپر – فنر در نرم‌افزار Working model انجام گرفت.

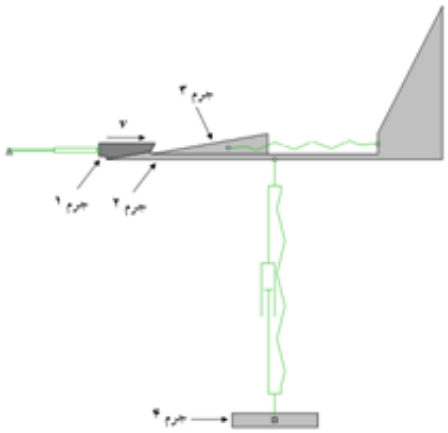
در این مطالعه سرعت بارگذاری 1 میلی‌متر بر دقیقه در نظر گرفته شد [6]. بدلیل شکل خاص دانه گلرنگ، در حالت کلی طوری بین فک‌های متحرک (پروب) و ثابت دستگاه قرار می‌گیرد که قطر کوچک آن عمود بر سطح افق می‌باشد (شکل 1- راست). منحنی نیرو- تغییر شکل براساس داده‌های میانگین، به پنج خط مطابق شکل 1-چپ ساده سازی گردید. فرایند تست با یک مجموعه متشکل از چهار جرم ، دو فنر و یک دمپر مدل شد (شکل 3) به گونه‌ای که جرم 1 معادل پروب فقط با جابجایی افقی، جرم 4 معادل فک ثابت کاملاً مقید و بقیه عضوها شامل جرم 2 با جابجایی عمودی، جرم 3 با جابجایی افقی نسبت به جرم 2، فنرها و دمپر معادل بذر می باشند. مطابق داده‌های نمودار، تمامی پارامترهای مربوطه از قبیل ابعاد، سختی فنر و ضریب دمپر بنابر دینامیک و ارتعاشات مدل محاسبه گردید. بر اساس پارامترهای محاسبه شده مدل در نرم افزار Solid Works ترسیم و در نرم افزار Working Model شبیه سازی دینامیکی و اجرا شد. نمودار نیروی موجود در دمپر- فنر (نیرویی که به جرم 4 وارد می‌کند) بر حسب جابجایی افقی جرم 1 (پروب) ترسیم شد.



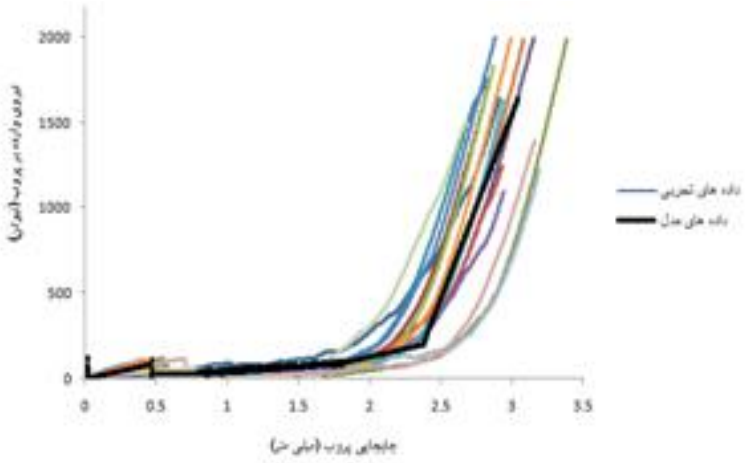
شکل 1- راست: وضعیت قرار گیری بذر بین دو فک چپ: منحنی میانگین داده‌های تجربی و ساده سازی شده آن‌ها

نتایج و بحث

براساس نتایج تست فشار تک محوری، فرایند روغن گیری بذر گلرنگ به روش مکانیکی، شا مل مراحل شکستن پوسته، له شدن دانه و استخراج روغن که به ترتیب دارای تغییرشکلی معادل نواحی الاستیک، پلاستیک و ویسکوالاستیک می‌باشد. مقدار نیروی لازم برای مراحل مختلف فرایند روغن گیری بسته به پارامترهای ظاهری بذر (اندازه، ضخامت پوسته، مقدار روغن، رطوبت، انداز ه دانه، فضای خالی بین دانه و پوسته) متفاوت است . برای مجموعه جرم- دمپر- فنر مدل‌سازی شده در این مطالعه نمودار نیرو- جابجایی رسم گردید که نتایج انطباق خوبی با میانگین داده های تجربی داشت (شکل4). قسمت الاستیک و شکست انطباق کامل با داده های تجربی داشتند ولی در قسمت‌های پلاستیک تا شکست نهایی بدلیل تغییرات غیرخطی، داده های مدل بر منحنی ساده‌شده تجربی منطبق بود. در مجموع با وجود غیرخطی بودن بودن ماهیت مکانیکی و دینامیکی مواد کشاورزی، از جمله بذر گلرنگ، مدل تدوین شده در تحقیق حاضر به خوبی توانسته است پاسخ دانه را در مقابل بارگذاری شبیه سازی شده با خطای کمی نسبت به آزمایشات تجربی تقریب بزند.



شکل 2- مدل فرایند روغن‌گیری بذر گلرنگ



شکل 3- نمودار نیرو- جابجایی تجربی و مدل

منابع

30 mm
1 ـ ه.شکاری، ف.شکاری، ف. (1379). دانه های روغنی: زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز. چاپ اول.

2- Ilkılıç C., Aydın S., Behcet R., Aydin H. (2011). Biodiesel from safflower oil and its application in a diesel engine, Fuel Processing Technology 92 356–362.

3- Mohsenin, N. N. (1978). Physical properties of plant and animal materials, *Gorden and Breach Science Publisher*, New York.

4- Kaffka, S. R. and Kearney, T. E. (1998). Safflower Production in California. University of California, Davis, Division of Agriculture and Natural. Resources.

5- عالمی، ه (1383). بررسی اثر دما و رطوبت خواص مکانیکی دانه س ویا. پایان نامه کارشناسی ارشد . گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

6- Baumler, E., Cuniberti, A., Nolasco, S. M., Riccobene, I. C. (2006). Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. *Journal of Food Engineering*, 72: 134–140.