فصل‌نامه‌ی داروهای گیاهی

journal homepage: www.journal.iaushk.ac.ir

تأثیر رطوبت بر ضریب اصطکاک استاتیکی رزماری و اسطوخودوس به وسیله اصطکاک‌سنج الکتریکی

فرزاد جلیلیان تبار*، رشید غلامی، علی نجات لرستانی

گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران؛

* *مسئول مکاتبات* (**E-mail:** *fjaliliantabar@gmail.com*)

شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۴/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۷/۲۳

نوع مقاله: پژوهشی

موضوع: به زراعی

کلید واژگان :

- ✓ *پس از برداشت*
- ✓ *خواص مهندسی*
- ✓ *فرآوری*
- ✓ *حمل و نقل*

چکیده

مقدمه و هدف: افزایش روزافزون نقش اقتصادی گیاهان دارویی در جوامع امروزی، پیچیدگی فن‌آوری های جدید برای تولید (کاشت، داشت و برداشت)، حمل و نقل، ذخیره سازی، فرآوری، نگهداری، ارزیابی کیفی، توزیع، بازاریابی و مصرف این محصولات، نیازمند درک دقیق و صحیح خواص فیزیکی آن‌هاست. ضریب اصطکاک گیاهان بر روی سطوح مختلف، در طراحی سیلوها و مخازن نگهداری محصولات کشاورزی، تجهیزات انتقال از قبیل تسمه نقاله ها و نیز در طراحی دستگاه‌های مورد استفاده در فرآوری پس از برداشت مورد نیاز می‌باشد.

روش تحقیق: در این تحقیق ضریب اصطکاک استاتیکی در دو سطح رطوبتی ۵۸ و۵۳ درصد بر پایه تر برای گیاه رزماری، ۶۵ و ۶۳ درصد بر پایه تر برای اسطوخودوس، بر روی سه سطح ورق گالوانیزه، شیشه و چوب چندلا مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار دستگاهی ساخته شد که شامل یک موتور الکتریکی و سنسورهای نوری برای سنجش دقیق زمان سر خوردن محصولات و محاسبه ضریب اصطکاک آن‌ها بود.

نتایج و بحث: بیشترین و کمترین مقدار میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی به‌دست آمده برای رزماری در رطوبت ۵۸ درصد بر پایه تر به ترتیب بر روی چوب چندلا، ۰،۸۷ و شیشه ۰،۴۶ بود. در حالی که در رطوبت ۵۳ درصد بر پایه تر، بیشترین و کمترین مقدار میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی به‌دست آمده برای رزماری به ترتیب بر روی چوب چندلا، ۰،۶۶ و شیشه، ۰،۳۸ بود. این کاهش ضریب اصطکاک برای اسطوخودوس نیز بدین صورت به‌دست آمد که کمترین میانگین ضریب اصطکاک در رطوبت ۶۵ درصد بر پایه تر بر روی شیشه و برابر با ۰،۶۶ بود در حالی‌که در رطوبت ۶۳ درصد بر پایه تر نیز بر روی شیشه اما برابر با ۰،۵۶ به‌دست آمد.

توصیه کاربردی/ صنعتی: شناخت خواص مهندسی گیاهان دارویی برای ایجاد روش‌های فرآوری صنعتی مناسب، امری ضروری به شمار می آید.

۱. مقدمه

اکلیل کوهی یا رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) از تیره نعاعیان، گیاهی پایا و بسیار معطر و دارای برگ های سبز همیشگی است که زیبایی خاص و بویی مطبوع دارد. برگ و سرشاخه های گلدار گیاه، مصرف دارویی دارد. این گیاه، بومی مناطق مدیترانه ای است و هم اکنون در سرتاسر جهان و از جمله ایران کشت می‌شود. رزماری دارای ترکیبات فنولی از جمله کارنوزول، اسید رزمارینیک، اسید کافئیک، فلاوونوئیدها شامل دیوسمین، لوتئولین، ژنکوانین و مونوترپن ها مثل کامفور، سینئول و بورنئول می‌باشد (Peng *et al*., 2005). علاوه بر آن، رزماری دارای مقادیری از سالسیلات‌ها نیز می‌باشد (Swain *et al*., 1985).

رزماری دارای خواص آنتی اکسیدانی بوده و به علت خواص ضد نفخ و ضد اسپاسم، برای اختلالات گوارشی و زخم معده (Taddei *et al*., 1988) و نیز در درمان بیماری‌های دستگاه تنفسی و

از جمله آسم، به‌کار می‌رود (Inoue *et al*., 2005). این گیاه در درمان سرطان‌ها از جمله سرطان سینه و پوست کاربرد داشته و علاوه بر آن، دارای خواص ضد میکروبی می باشد (Angioni *et al*., 2004). اسانس رزماری، دارای خواص ضد درد است و در درمان رماتیسم و آترواسکلروز به کار می‌رود. به علاوه دارای اثر هپاتوپروتکتیو است (Sotelo-Felix *et al*., 2002) و در درمان بیماری های قلبی ایسکمیک نیز کاربرد دارد. (Valenzuela *et al*., 2004).

اسطوخودوس با نام علمی *Lavandula angustifolia* L. از گیاهان دارویی شناخته شده بسیار قدیمی با اثرات مفید می باشد. محققان خواص متعدد درمانی از قبیل، ضد اضطراب، ضد افسردگی، ضد التهاب، ضد اسپاسم، ضد درد، ضد باکتری، ضد انگل، ضد ویروس، آرام بخشی، آنتی اکسیدانی را از این گیاه با ارزش گزارش کردند (آزادمهر و هم‌کاران، ۱۳۹۰).

امروزه به دلیل نیاز جامعه و بازار پسندی بیشتر، فرآوری گیاهان دارویی یک امر مهم اساسی به شمار می‌آید. بدین منظور گیاهان مراحل مختلفی مانند حمل و نقل، برش، بسته بندی و غیره را می‌گذرانند. به همین دلیل اطلاع از خواص مکانیکی این قبیل گیاهان برای طراحی وسایل فرآوری و سایر اعمالی که روی گیاه انجام می‌گیرد، ضروری است. یکی از مهمترین این خواص، ضریب اصطکاک گیاه بر روی سطوح مختلف می‌باشد به خصوص از ضریب اصطکاک محصولات کشاورزی در طراحی و توسعه سیستم‌های انتقال مواد استفاده می‌شود. در همین راستا تحقیقات زیادی روی این ویژگی گیاهان دارویی انجام گرفته است (Subramanian & Viswanathan, 2007).

برخی محققین اعلام نموده اند که با کاهش رطوبت محصولات کشاورزی ضریب اصطکاک آن‌ها روی سطوح مختلف نیز کاهش می یابد (Nalbandi *et al*., 2010) .

تونده-آکینتونده و هم‌کاران (Tunde-Akintunde *et al*., 2007) اثر رطوبت را روی ضریب اصطکاک استاتیکی دو واریته دانه خربزه روی سه سطح شیشه، آهن گالوانیزه و تخته چندلا بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند که با افزایش محتوای رطوبت ضریب اصطکاک کاهش می‌یابد. سسیز و هم‌کاران (Sessiz *et al*., 2007) گزارش کردند که با افزایش رطوبت میوه علف مار روی سطوح چوب، فولاد معمولی، آهن گالوانیزه و لاستیک کاهش می‌یابد. در حالی‌که یالسین و هم-کاران (Yalcin *et al*., 2007) گزارش کردند که با افزایش محتوای رطوبتی ضریب اصطکاک استاتیکی دانه نخود فرنگی روی سطوح لاستیک، آلومینیوم، فولاد ضد زنگ و آهن گالوانیزه به طور خطی افزایش می‌یابد. رضوی و هم‌کاران (Razavi *et al*., 2007) ضریب اصطکاک استاتیکی پسته و مغز پسته را به عنوان تابعی از محتوای رطوبتی در چهار سطح رطوبتی از رطوبت برداشت تا خشک شده برای ۵ رقم معروف اکبری، بادامی، کله قوچی، ممتاز و اوحدی روی سطوح فایبر گلاس، شیشه، چوب و لاستیک بررسی کردند. نتایج ایشان نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار ضریب اصطکاک برای همه واریته ها به ترتیب روی سطوح لاستیک و فایبرگلاس به‌دست آمد. هم‌چنین ضریب اصطکاک همه واریته ها روی تمام سطوح با کاهش محتوای رطوبت به طور خطی کاهش می‌یابد.

بررسی منابع در خصوص تعیین ضریب اصطکاک گیاه رزماری و اسطوخودوس نتیجه‌ای در بر نداشت؛ لذا تحقیق حاضر با هدف تعیین ضریب اصطکاک استاتیکی گیاه رزماری و اسطوخودوس به عنوان تابعی از رطوبت بر روی سه سطح چوبی، شیشه ای و ورق گالوانیزه به مرحله اجرا درآمد.

۲. مواد و روش‌ها

اندام گل و پیکر رویشی گیاهان رزماری و اسطوخودوس بررسی شده در این تحقیق از اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه تهیه گردید. به منظور تعیین رطوبت اولیه نمونه ها هر کدام با وزن ۲۰ گرم، تهیه و در داخل آون با دمای ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. هر یک از آزمایش‌ها ۵ بار تکرار شد و میانگین تکرارها به عنوان رطوبت اولیه در نظر گرفته شد. برای دست‌یابی به رطوبت ثانویه نمونه ها در سایه و به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. درصد رطوبت نمونه ها بر اساس وزن مرطوب با استفاده ار رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$W.C. = \frac{M - M_0}{M} \qquad (۱)$$

که در آن M جرم نمونه تر (g) ، M_0 جرم نمونه خشک (g) و W.C. محتوای رطوبت براساس وزن مرطوب و برحسب درصد است.

برای تعیین ضریب اصطکاک استاتیکی نمونه ها در این تحقیق از روش سطح شیب‌دار استفاده شد. آزمایش بدین صورت انجام گرفت که

برای هر حالت رطوبت و هر جنس سطح ۱۵ تکرار انجام گرفت. قطعاتی در ابعاد مختلف از گیاه رزماری بر روی سطح متحرک قرار داده می‌شد و ضریب اصطکاک برای هر کدام از این قطعات بر روی سطوح مختلف به‌دست آمد. سطوح مورد مطالعه سه سطح شیشه ای، چوبی و ورق گالوانیزه بود.

دستگاه ساخته شده برای آزمایش از یک قاب فلزی، یک صفحه چوبی، یک موتور گیربکس الکتریکی، یک میکروکنترلر AVR، یک LCD ، سنسور برای اندازه گیری زاویه و مدارات الکتریکی تشکیل شده است (شکل۱). در شروع کار، قابی مکعبی از آلومینیوم به طول ۴۷ سانتی‌متر، عرض ۲۴ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی متر ساخته شد. در امتداد لبه فوقانی قاب نزدیک به یک سمت دو لولا متصل شد و پس از آن ورق چوبی بر روی لولا در داخل قاب نصب شد. این ورق با استفاده از دو لولا به بالا و پایین می تواند حرکت کند. سنسور اندازه گیری زاویه در روی صفحه چوبی که به قاب توسط لولا ثابت شده، وصل گردید و ما می توانیم سطوح مختلف بر روی این چوبی اضافه کنیم.

شکل۱. دستگاه ساخته شده برای اندازه گیری ضریب اصطکاک استاتیکی

الکتروموتور در پایین صفحه در چارچوب مکعبی نصب شده و شفت بیرونی آن به وسیله سیم و پولی به یک طرف صفحه چوبی متصل شده است. بدین وسیله می‌توانیم حرکت صفحه را کنترل کنیم. یک مدار الکتریکی برای استخراج داده های سنسور طراحی گردید. هنگامی که صفحه چوبی در بالای قاب و به صورت افقی است، نمونه را باید بر روی آن قرار داد. حالا ما می توانیم الکتروموتور را روشن کنیم و صفحه را حرکت دهیم. هر زمان سنسور، حرکت نمونه بر روی صفحه را تشخیص دهد، برنامه و مدار الکتریکی الکتروموتور را خاموش کرده و حرکت صفحه را متوقف می‌سازد. در این زمان زاویه تمایل صفحه نسبت به زمین (افق)، با استفاده از سنسور اندازه گیری و مدارهای الکتریکی و میکروکنترلر AVR بر روی LCD نمایش داده می‌شود. ضریب اصطکاک (μ) برابر با تانژانت زاویه ای است که در آن گیاه بر روی صفحه شروع به لغزیدن می‌کند (α بر اساس درجه) (رابطه ۲).

$$\mu = \tan\alpha \qquad (۲)$$

۳. نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج تحلیل آماری داده های به‌دست آمده را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ضریب اصطکاک گیاه رزماری روی سطح چوبی بزرگتر از سطوح شیشه و آهن گالوانیزه است. در مورد اسطوخودوس نیز ضریب اصطکاک روی سطح شیشه کوچکتر از ضریب اصطکاک روی سطوح دیگر است. بیشتر بودن میانگین ضریب اصطکاک روی چوب می‌تواند به دلیل ناصافی بیشتر این سطح نسبت به سطوح دیگر باشد. نتایج تحقیقات محققان دیگر نیز نشان می‌دهد که ضریب اصطکاک محصولات کشاورزی روی سطوح مختلف ممکن است متفاوت باشد. برای مثال، نتایج تحقیقات سسیز و هم‌کاران (Sessiz *et al*., 2007) نشان داد که بیشترین مقدار ضریب اصطکاک استاتیکی و دینامیکی میوه علف مار روی سطح چوب و بعد از آن به ترتیب مربوط به سطوح فولاد معمولی، گالوانیزه و لاستیک می‌باشد. تونده-آکینتونده و هم‌کاران (Tunde-Akintunde *et al*., 2007) نیز گزارش کردند که میانگین ضریب اصطکاک دو واریته تخم خربزه مورد مطالعه روی سطح تخته چندلا بیشتر از سطح شیشه می‌باشد.

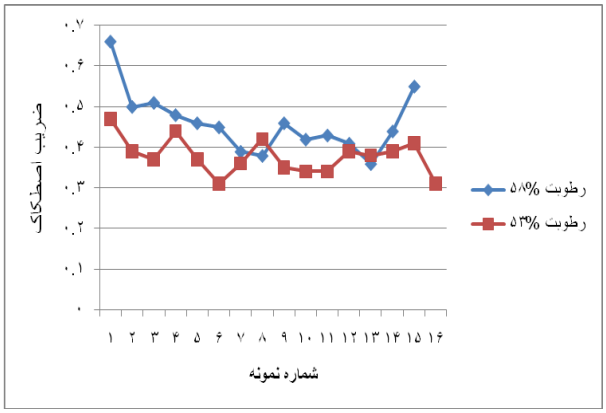
هم‌چنین بیشترین و کمترین مقدار میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی به‌دست آمده برای رزماری در رطوبت ۵۸ درصد بر پایه تر به ترتیب بر روی چوب چند لا، ۰,۸۷ و شیشه ، ۰,۴۶ بود. در حالی‌که در رطوبت ۵۳ درصد بر پایه تر، بیشترین و کمترین مقدار میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی به‌دست آمده برای رزماری به ترتیب بر روی چوب چند لا، ۰,۶۶ و شیشه ۰,۳۸ بود.

این کاهش ضریب اصطکاک برای اسطوخودوس نیز بدین صورت به‌دست آمد که کمترین میانگین ضریب اصطکاک در رطوبت ۶۵ درصد

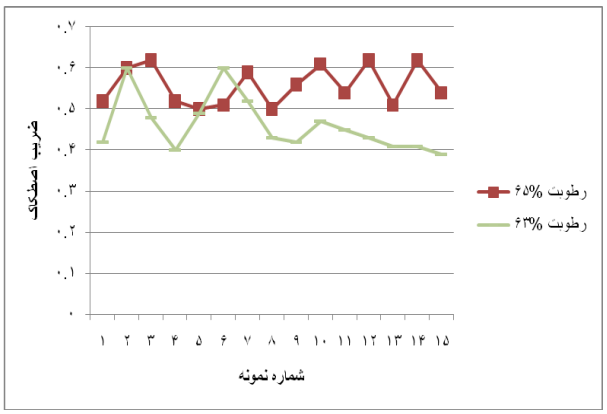
بر پایه تر بر روی شیشه و برابر با ۰٫۶۶ بود در حالی‌که در رطوبت ۶۳ درصد بر پایه تر نیز بر روی شیشه اما برابر با ۰٫۵۶ به‌دست آمد.

شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب تأثیر محتوای رطوبت را بر ضریب اصطکاک رزماری و اسطوخودوس بر روی سطح شیشه ای را نشان می-دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود با کاهش مقدار محتوای رطوبت، ضریب اصطکاک نیز کاهش یافته است.

دلیل کاهش ضریب اصطکاک با کاهش رطوبت می‌تواند مربوط به کاهش دگرچسبی بین نمونه و سطوح اصطکاکی باشد. نتایج مشابهی برای محصولات دیگر توسط محققان گزارش شده است، به عنوان مثال خدابخشیان و همکاران (Khodabakhshian *et al.*, 2007) گزارش نمودند که با افزایش رطوبت ضریب اصطکاک استاتیکی چهار رقم تخمه آفتابگردان بر روی هر سطحی با افزایش رطوبت به صورت خطی افزایش می یابد.



شکل۲. مقایسه ضریب اصطکاک رزماری روی سطح شیشه‌ای در دو رطوبت مختلف



شکل۳. مقایسه ضریب اصطکاک اسطوخودوس روی سطح شیشه‌ای در دو رطوبت مختلف

جدول۱. مقدار ضریب اصطکاک رزماری و اسطوخودوس در رطوبت های متفاوت و روی سطوح مختلف

جنس سطح	پارامتر	رزماری		اسطوخودوس	
		رطوبت ۵۸٪	رطوبت ۵۳٪	رطوبت ۶۵٪	رطوبت ۶۳٪
شیشه	کمینه	۰٫۳۶	۰٫۳۱	۰٫۵۰	۰٫۳۹
	میانگین	۰٫۴۶	۰٫۳۸	۰٫۶۶	۰٫۵۶
	بیشینه	۰٫۶۶	۰٫۴۷	۰٫۶۲	۰٫۶۰
گالوانیزه	کمینه	۰٫۴۱	۰٫۴۲	۰٫۴۷	۰٫۵۰
	میانگین	۰٫۴۷	۰٫۴۶	۰٫۶۸	۰٫۵۷
	بیشینه	۰٫۵۹	۰٫۵۵	۰٫۷۰	۰٫۶۲
چوب	کمینه	۰٫۴۹	۰٫۴۸	۰٫۸۲	۰٫۵۹
	میانگین	۰٫۸۷	۰٫۶۶	۰٫۹۷	۰٫۸۸
	بیشینه	۰٫۹۹	۱٫۲	۱٫۴	۱٫۱۴

۴. نتیجه گیری

مقدار ضریب استاتیکی گیاهان رزماری و اسطوخودوس با کاهش رطوبت بر روی سه سطح شیشه، ورق گالوانیزه و چوب کاهش می یابد. متوسط ضریب اصطکاک گیاه رزماری و اسطوخودوس در سطوح اصطکاکی مختلف متفاوت است. به نحوی که در هر دو مورد، بیشترین ضریب اصطکاک بر روی چوب و کمترین مقدار بر روی شیشه به‌دست آمد.

۵. منابع

آزادمهر، ع .حاجی آقایی، ر. رضازاده، ش. افشاری، ا. کیانی امین، م، برادران، ب. ابراهیمی، پ. ۱۳۹۰. بررسی اثر عصاره اسطوخودوس بر تکثیر لنفوسیتی و سایتوکاین فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا. *فصل‌نامه گیاهان دارویی*، ۱۰: ۱۴۷-۱۴۲ .

Angioni, A., Barra, A., Cereti, E., Barile, D., Coisson, J.D., Arlorio, M. and et al. 2004. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. *J Agric Food Chem*., 52: 3530-3535.

Inoue, K., Takano, H., Shiga, A., Fujita, Y., Makino, H., Yanagisawa, R. and et al. 2005. Effects of volatile constituents of a rosemary extract on allergic airway inflammation related to house dust mite allergenin mice. *Int Mol Med J*., 16 (2): 315-319.

Khodabakhshian, R., Emadi, B. and Abbaspour Fard, M. H. 2010. Frictional behavior of sunflower seed and its kernel as a function of moisture content, variety and size. *J. Agric. Sci. Technol*., 4: 83-94.

Razavi, M.A., Rafe, A., Mohammadi Moghaddam, T. and Mohammad Amini, A. 2007. Physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety. *J Food Eng Res*., 56: 89-98.

Nalbandi, H., Ghassemzadeh, H.R. and Seiiedlou, S. 2010. Seed moisture dependent on physical properties of Turgenialatifolia: criteria for sorting. *J Agric Tech.,* 6 (1): 1-10

Peng, Y., Yuan, J., Liu, F. and Ye, J. 2005. Determination of active components in rosemary by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *J Pharm Biomed Anal*., 39: 431- 437.

Sessiz, A., Esgici, R. and Kizil, S. 2007. Moisture-dependent physical properties of caper (*Capparis* ssp.) fruit. *J Food Eng*., 79: 1426-1431.

Sotelo-Felix, J.I., Martinez-Fong, D. and Muriel, P. 2002. Protective effect of carnosol on CCl (4)-induced acute liver damage in rats. *Eur J Gastroenterol Hepatol*., 14: 1001-1006.

Subramanian, S. and Viswanathan, R. 2007. Bulk density and friction coefficients of selected minor millet grains and flours. *J Food Eng*., 81: 118–126

Swain, A.R., Dutton, S.P. and Truswell, A.S. 1985. Alicylates in foods. *J Am Diet Assoc*., 85: 950-960.

Taddei, I., Giachetti, D., Taddei, E. and Mantovani, P. 1988. Spasmolytic activity of peppermint, sage and rosemary essences and their major constituents. *Fitoterapia*., 59: 463-468.

Tunde-Akintunde, T.Y., Akintunde, B.O. and Oyelade, O.J. 2007. Effect of moisture content on terminal velocity, compressive force and frictional properties of melon seeds. *CIGR Journal., 9: 7- 22.*

Valenzuela, A., Sanhueza, J., Alonso, P., Corbaria, A. and Nieto, S. 2004. Inhibitory action of conventional food-grade natural antioxidants and natural antioxidants of new development on the thermalinduced oxidation of cholesterol. *Int J Food Sci Nutr*., 55: 155-162.

Yalcin, I., ozarslan, C., and T. Akbas. 2007. Physical properties of pea (*Pisum sativum*) seed. *J Food Eng.*, 79: 731- 735.

Zaalouk, A.K. and Zabady, F. I. 2009. Effect of moisture content on angle of repose and friction coefficient of wheat grain. *J Agric Eng*., 26: 418-427.