سنجش و بررسی ضرائب اصطکاک بذر یونجه یکساله

محمد حسین آق خانی ، سعید مینائی و تیمور توکلی[1]

چکیده

تعیین خواص و ویژگی های فیزیکی و بیومکانیکی محصولات کشاورزی نقش مهمی درطراحی ،ساخت و عملکرد بهینه ماشین های کشاورزی دارد. در این تحقیق ضریب اصطکاک سینماتیکی گونهازبذوریونجه یکساله با استفاده از دستگاه مخصوص، در قالب یک طرح آزمایش کاملاًتصادفی به صورت فاکتوریل اندازه گیری و بررسی شده است. متغیر های مستقل رطوبت، جنس سطح تماس،سرعت حرکت سطح تماس و فشار وارد بر سطح تماس بودند. نتایج حاکی است که ضریب اصطکاک سینماتیکی با افزایش رطوبت کاهش معنی داری می یابد. ضرایب اصطکاک استاتیکی و سینماتیکی گونه *M. rigidula* به دلیل وجود خار در سطح غلاف نسبت به *گونه M. scutellata که بدون خار بوده و سطح تماس بیشتری دارد، کوچکتر* است. همچنین ضریب اصطکاک استاتیکی ٦ گونه از بذور یونجه یکساله نیز اندازه گیری شد. از نتایج این تحقیق در طراحی دستگاه برداشت بذر یونجه یکساله استفاده شده است.

واژگان کلیدی: بذر یونجه یکساله، خواص فیزیکی و بیو مکانیکی، ضریب اصطکاک استاتیکی و ضریب اصطکاک سینماتیکی

مقدمه

نیروی اصطکاک در اثر تماس و حرکت نسبی بین دو جسم تولید می شود. وجود این نیرو در بسیاری از سیستمها مثل ترمزها مفید ولازم است و در مواردی مانند سیستمهای متحرک و اجزای دورانی آنها مثل محورها و یاتاقانها باعث اتلاف انرژی می شود. در تجهیزات ماشینهای کشاورزی که با مواد کشاورزی در تماس هستند مانند حرکت مواد بر روی نوار نقاله یا توسط هلیس وجود اصطکاک لازم است. همچنین در طراحی سیستم های خرد کننده و کوبنده، شناخت نیروی اصطکاک برای تخمین توان مورد نیاز وطراحی سیستم لازممی باشد برای اندازه گیری ضریب اصطکاک استاتیکی با قرار دادن نمونه روی سطحی شیبدار، زاویه تمایل سطح را افزایش می دهند تا نمونه شروع به لغزش کند. تانژانت این زاویه برابر است باضریب اصطکاک استاتیکی [4].برای اندازه گیری ضریب اصطکاک سینماتیکی روشهای مختلفی ابداع شده است که دارای وجوه اشتراک زیر هستند .

-حرکت سطح تماس نسبت به نمونه یا بالعکس به صورت دورانی یا خطی

اندازه گیری نیروی وارده به نمونه در طول تماس به روشهای مختلف

نتایج تحقیقات انجام شده بر روی ضریب اصطکاک محصولات کشاورزی حاکی است که رطوبت، فشار سطحی، سرعت لغزش، جنس سطح و مشخصات محیط اثرات معنی داری بر روی ضریب اصطکاک دارند. در

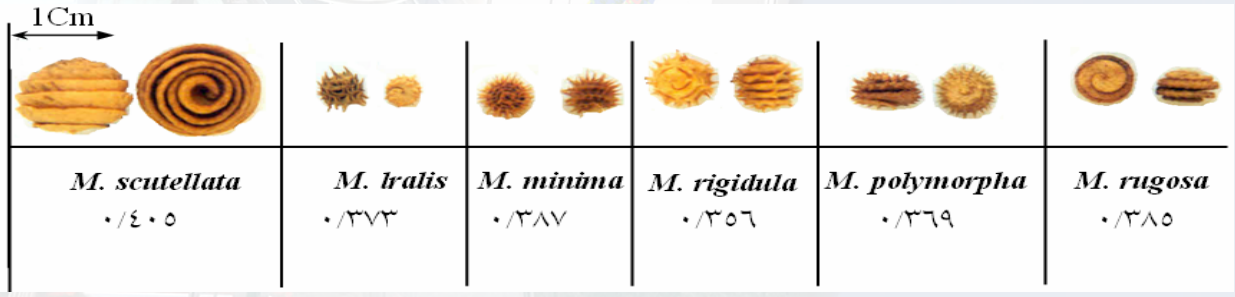
۱- به ترتیب استادیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، استادیار و دانشیار دانشگاه تربیت مدرس

طرحهای کامل تر تغییرات سرعت، بار عمودی و حتی شرایط محیطی چون تغییرات دما و رطوبت نیز در نظرگرفته شده است. در تمام موارد، تغییر سطوح تماس امکان پذیر است. اندازه گیری نیروی اصطکاک با پیشرفت ابزارهای اندازه گیری تکامل یافته و دستگاههای امروزی به صورت لحظه ای نیرو، جابجایی و سرعت را با دقت بسیار بالا اندازه گیری و ثبت می کنند و نمودارهای جابجائی – زمان را ارائه می دهند [5].

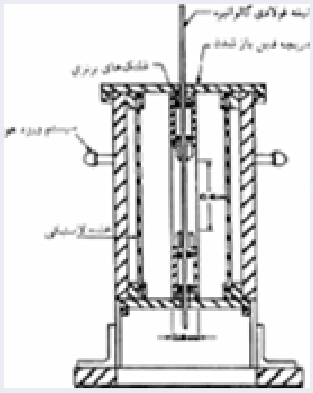
مواد و روشها

برای اندازه گیری ضریب اصطکاک استاتیکی با قرار دادن نمونه روی سطحی شیبدار از جنس فولاد گالوانیزه ، زاویه تمایل سطح افزایش داده میشود تا نمونه شروع به لغزش کند. زاویه شروع لغزش قرائت شد و تانژانت این زاویه که برابر است با ضریب اصطکاک استاتیکی محاسبه گردید(شکل ۱). این اندازه گیری برای ٦ گونه از بذور یونجه که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند، با سه تکرار انجام شد. نمونه ها در محفظه‌ای استوانه‌ای به قطر٤٠ میلیمتر و ارتفاع ٤٥ میلیمترقرار گرفت. جنس محفظه از کاغذ است تا تاثیر جرم آن ناچیز باشد. قبل از حرکت زاویه ای سطح، محفظه مقداری بالا کشیده می شود تا با سطح، تماس نداشته باشد.

ضریب اصطکاک سینماتیکی بذر به کمک دستگاهی که در دانشگاه تربیت مدرس ساخته شده[2] و تقریباً مشابه طرح تامپسون و راس[8] می باشد (شکل ۲)، اندازه گیری و بررسی شده است. تفاوت مهم این دستگاه با نوعی که قبلاً توضیح داده شد، مقطع محفظه نمونه است که در نوع مورد استفاده بجای مستطیل، استوانه ای است اندازه گیری نیروی کششی توسط دستگاه کشش – فشار و نحوه نصب آن روی دستگاه در شکل 2 آمده است. سطح اصطکاکی بصورت یک تیغه از وسط این محیط عبور می کند و به دستگاهاندازه گیری نیرو متصل است (شکل۲–ب). با افزایش فشار هوای بین غشاء ارتجاعی و بدنه اصلی دستگاه توسط یک تلمبه هوا، فشار عمودی بر سطح تماس وارد می شود .با حرکت تیغه به سمت بالا، نیروی اصطکاک اندازه گیری می گردد .



شکل۱– تصویر بذر شش گونه از یونجه های یکساله در ایران و مقادیر ضریب اصطکاک استاتیکی آنها



شکل-2. الف، تصویر مقطع عرضی دستگاه اندازه گیری ضریب اصطکاک[7]
ب، دستگاه بررسی ضریب اصطکاک، نصب شده روی دستگاه کشش- فشار DARTEC, CO. LTD, Made in ENGLAND, SN.97030, 1977)

به منظور بررسی تاثیر پارامترهای مستقل رطوبت، جنس سطح تماس، سرعت لغزش و فشار عمود برسطح تماس، طرح آزمایشی کاملاً تصادفی بصورت فاکتوریل که مشخصات آن در جدول ۱ آمده است، اجرا گردید.

جدول۱- مشخصات و اطلاعات طرح آزمایش ضریب اصطکاک سینماتیکی

سطوح متغیر مستقل	جنس سطح تماس	فشار	سرعت	رطوبت بذر(%wb)	
				M.scutellasta	*M.rigidula*
۱	ورق فولاد گالوانیزه	۲۰/۷(۳)	۰/۱٦	٤/۲	٥/۷
۲	ورق فولادی سیاه	٤۱/٤(٦)	۸/۳۳	۲۲/٤	۲٦/٦

نتایج و بحث

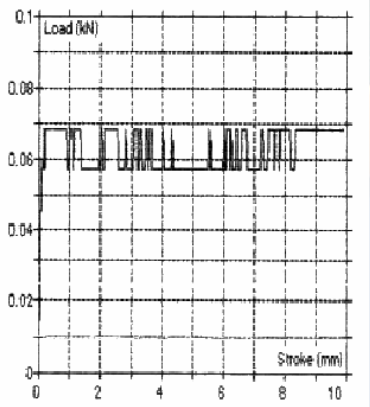
نتایج تجزیه واریانس برای هر دو گونه بذر یونجه یکساله در جدول ۲ آمده است. تغییرات رطوبت برضریب اصطکاک هر دو گونه دارای اثر بسیار معنی داری است. برای گونه *M. scu* با افزایش رطوبت از ٤/۲۲٪ به۲۲/۲٤٪ضریباصطکاک ۵۸٪ (از ۰/۲۷۳ به ۰/۱۱۳)کاهش می یابد. این کاهش برای گونه *M. rig* برابر با ۵۷٪ (از ۰/۱۸٦ به ۰/۰۷۸) است. بافت اسفنجی (متخلخل) و نرماین بذور هنگامیکه تحت فشار قرار گیرد رطوبت خود را پس می دهد. این رطوبت با ایجاد یک حالت روانکاری سطحی باعث کاهش ضریب اصطکاک بین بذر و سطح تماس می شود. اگرچه افزایش فشار عمود برسطح، سرعت حرکت و جنس سطح (فولاد سیاه نسبت به گالوانیزه) باعث افزایش ضریب اصطکاک شده است، لیکن این تاثیر از نظر آماری معنی دار نیست.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثرات عوامل مستقل برضریب اصطکاک بذر دو گونه یونجه یکساله

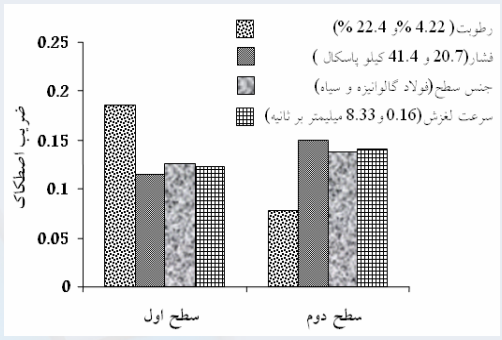
منابع تغییرات	*M. scutellataM*		*scutellataM. rigidula*	
	میانگین مربعات ضریب اصطکاک		میانگین مربعات ضریب اصطکاک	
رطوبت (M)	۳۰،۶۸	۲۸،۲۳	۱۳،۹	۱۶،۳۵
فشار (P)	۲،۹۶	۲،۷۲	۱،۵۵	۱،۸۳
جنس سطح تماس (K)	۴،۳۹	۴،۰۳	۰،۱۶۵	۰،۰۴
سرعت سرکت(S)	۴،۴۴	۴،۰۸	۰،۳۵۷	۰،۱۹
P×M	۳،۴	۳،۱۲	۰،۰۳۸	۰،۰۴
M×K	۰،۶۵	۰،۶	۶،۶۵	۷،۸۳
M×S	۰،۰۲۶	۰،۰۲۴	۰،۵۲۵	۰،۶۱
P×K	۰،۲۲۱	۰،۰۲	۰،۰۰۹	۰،۰۱
P×S	۱،۱۶	۱،۰۶	۰،۲۰۶	۰،۲۴
K×S	۲۷۱.	۰،۲۴	۰،۸۲۴	۰،۹۷
M×P×K	۰،۰۰۵	۰،۰۰۴	۰،۱۷۵	۰،۲
P×K×S	۱،۷۷	۱،۶۲	۰،۴۲۱	۰،۴۹
M×P×S	۰،۴۹۵	۰،۴۵	۰،۲۲۵	۰،۲۶
M×K×S	۲،۳	۲،۱۱	۰،۳۱۲	۰،۳۶
M×P×K×S	۰،۱۲۷	۰،۱۱۷	۰،۰۱۴	۰،۰۱

تاثیر مستقل متغیرهای رطوبت، فشار ، جنس سطح و سرعت در شکل های ۵ و۶ آمده است. نتایج اثر اندرکنش عوامل مستقل بر ضریب اصطکاک برای هیچکدام از دو گونه معنی دار نبوده است. نتایج تجزیه واریانس فقط برای متغیر رطوبت معنی دار بوده است. به منظور بررسی بیشتر تاثیرات متقابل متغیرهای مستقل بر ضریب اصطکاک، میانگین ها با آزمون دانکن در سطح ۵٪ مقایسه گردیده است. و همانطور که از قبل پیش بینی میشد فقط اثرات اندر کنش رطوبت و سایر متغیر ها معنی دار بود که برای رعایت اختصار فقط اثرات متقابل رطوبت و فشار بر ضریب اصطکاک ارائه شده است(شکل های ۷و ۸). برای بررسی کامل می توان به نتایج کامل این تحقیق مراجعه نمود[1].

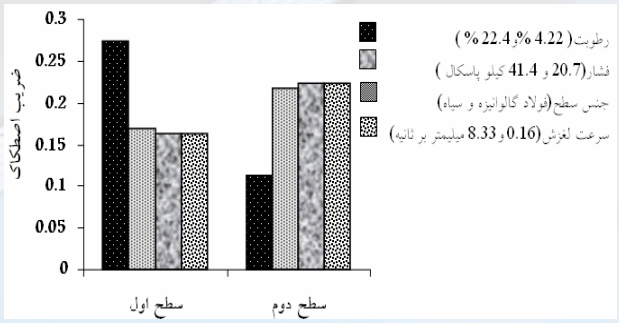
متغیر وابسته نیروی اصطکاکی است که درحین آزمایش توسط نمایشگر دیجیتالی دستگاه ارائه و نمودار نیرو به جابجایی آن توسط رایانه دستگاه رسم گردید. یک نمونه از این نمودارها در شکل٤ آمده است .



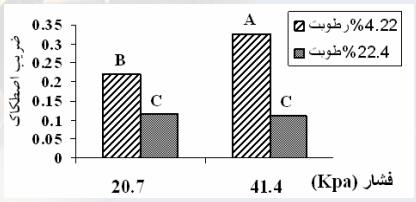
شکل ۳- نمونه نمودار جابجایی تیغه- نیروی اصطکاک



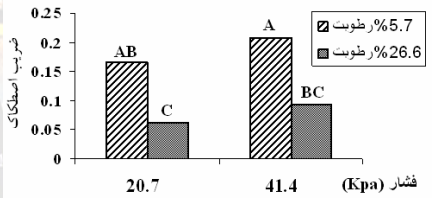
شکل۶- تاثیر عوامل مستقل رطوبت، فشار، جنس سطح و سرعت بر ضریب اصطکاک *M.rig*



شکل۵- تاثیر عوامل مستقل رطوبت، فشار، جنس سطح و سرعت بر ضریب اصطکاک *M.scu*



شکل ۷- اندرکنش رطوبت و فشار بر ضریب اصطکاک *M. scu*



شکل ۸- اندرکنش رطوبت و فشار بر ضریب اصطکاک *M. rig*

نتایج تحقیق تامپسون و همکاران [7]بر روی گندم و کرمانی[2] بر روی محصول نخود اثر رطوبت برضریب اصطکاک معنی داربوده است. اما رابطه آن برای این محصول با ضریب اصطکاک معکوس می باشد. دلیل این پدیده قبلاً نیز اشاره شد. در آزمایش پس از اعمال فشار، مقداری از رطوبت غلاف بذر که از تخلخل بالایی برخوردار است به سطح تماس منتقل می شود. لذا ضریب اصطکاک با ایجاد یک حالت روانکاری کاهش یافته است. توجه به این نکته مهم است که اگر چه افزایش رطوبت بذر باعث کاهش ضریب اصطکاک و در نتیجه نیروی اصطکاک می شود، اما این نتیجه در شرایط آزمایشگاهی بوده است و در عمل افزایش رطوبت بذر باعث جذب گرد و خاک به ویژه در سیستم های برداشت مکشی می شود. بر اساس گزارش بیکرت و بولو[3] افزایش فشار عمودی بر ضریب اصطکاک دانه های جو و ذرت موثر بوده ولی اثر آن معنی دار نبوده است. این تحقیق در فشار های پایین انجام شده بود. تامپسون و راس [6]بر روی گندم و کرمانی [2] بر روی نخود تاثیر فشار را بر ضریب اصطکاک معنی دار گزارش کرده اند. اما رابطه آن با ضریب اصطکاک برای گندم معکوس و برای نخود مستقیم بوده است. در این تحقیق نیز افزایش فشار بر ضریب اصطکاک سینماتیکی مؤثر بوده و باعث افزایش آن گردیده است، لیکن این تاثیر معنی دار نبوده است. تاثیر نوع سطح تماس بر ضریب اصطکاک گندم توسط تامپسون و راس[۶] بررسی شده و تاثیری معنی دار در سطح ۵٪ گزارش شده است. آزمایش آنان بر روی ۵ نوع فولاد گالوانیزه انجام شده

بود.کرمانی [2] تاثیر رطوبت و سرعت حرکت را در ضریب اصطکاک نخود بر روی سطح فولادی سیاه در سطح ۵٪ و برای سطح فولادی گالوانیزه در سطح ۱٪ معنی دار یافته است. در مورد بذر یونجه این تاثیر معنی دار نبوده است.

منابع

۱. آق خانی، م. ح.(۱۳۸۰). طراحی ، ساخت و ارزیابی دستگاه برداشت مکشی بذر یونجه یکساله. رساله دکتری مکانیک ماشینهای کشاورزی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیتمدرس.۱۷۰ ص.

۲. کرمانی، م. (۱۳۷۷). تعیین ضریب اصطکاک دانه نخود، پایان نامه کار شناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۰۹ص.

3. Bickert, W.G. and Buelow, F.H. (1966). Kinitic friction of grain on surfaces. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 9(2): 129-131.
4. Singh, K.K. and Goswami, T.K. (1996). Physical properties of cumin seed. Journal of Agricultural Engineering Research, 64: 93- 98
5. Storshin, R. and Haman, D. (1998). Physical properties of acultural mterials and food products.Department of Agricultural and Biological Engineering, Purdue University. 182 pp
6. Thompson, S.A. and Ross, I.J. (1983). Compressibility and frictional coefficients of wheat. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 26:(4) 1171-1180.
7. Thompson, S.A., R.A. Bucklin., C.D. Batick and Ross, I.J. (1988).Variation in the apparent frictional coefficients of wheat on galvanized steel. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 31:(5) 1518-1523.

Measurement and Investigation of Coefficient of Friction in Annual Medics Seeds

Abstract

Physical properties have important role for design, development and operation of agricultural machinery. One of these physical properties is coefficient of friction on the different surfaces. At this study was measurement static coefficient of friction of six varieties of annual medics seeds. In addition was measurement and investigation kinetic coefficient of friction of two varieties, *medicago scutellata* and *medicago rigidula* by using a special device and based on completely randomized design on factorial method. Independent variables were moisture (at two levels), surface material contact (at two levels), speed of displacement surface (at two levels) and pressure on surface contact. Frictional force was measurement by using an instron testing machine. It was found that increased moisture when reduced kinetic coefficient of friction. Coefficient of friction of *M. rigidula* was greater of M. *scutellata*, because surface of *M. rigidula* covered by thorn. Results of this study was using for design annual medics seeds combine harvesting.

Keywords: Annual medics, Physical properties, Static coefficient of friction , Kinetic coefficient of friction,