

خصوصیات جاری شدن یونجه آسیاب شده (۵۱۵)

زهرا قربانی^۱، امین اله معصومی^۲، عباس همت^۳

چکیده

معمولا خصوصیت جاری شدن در ارزیابی کیفی مواد پودر شده مورد نظر قرار می گیرد و در فرآیند تولید در صنایع غذایی، شیمیایی و معدنی موثر می باشد. در تحقیق حاضر خواص جاری شدن پودر یونجه شامل ضریب اصطکاک استاتیکی (روی سه سطح گالوانیزه، پلگسی گلاس و لاستیک)، زاویه ی پایداری، چسبندگی، ضریب اصطکاک داخلی، دگر چسی و ضریب اصطکاک بر روی سطح فولاد صیقلی اندازه گیری شد. همچنین چگالی ظاهری یونجه پودر شده تعیین گردید. کلیه ی خواص برای یونجه ی آسیاب شده با توری به قطر روزنه های ۲/۳۸ میلی متر (میانگین قطر هندسی ذرات ۰/۳۸۴ میلی متر) و در سه سطح رطوبتی ۰/۸٪، ۹/۳٪ و ۱۱٪ (بر مبنای وزن تر) تعیین شد. مقدار چسبندگی برای دو محدوده مختلف از بارهای عمودی تعیین شد. مقدار چسبندگی در سه سطح رطوبتی ۰/۸٪، ۹/۳٪ و ۱۱٪ (بر مبنای وزن تر) به ترتیب ۶/۸۸، ۷/۱۹ و ۷/۶۵ کیلو پاسکال به دست آمد. کلیه ی خواص اندازه گیری شده به غیر از ضریب اصطکاک داخلی و ضریب اصطکاک خارجی روی سطح فولاد صیقل داده شده با افزایش رطوبت یک روند افزایشی داشته و اختلاف معنی داری برای کلیه ی صفات اندازه گیری در سطح احتمال ۰/۰۵ مشاهده شد.

کلیدواژه: یونجه آسیاب شده، ضریب اصطکاک استاتیکی، چگالی ظاهری، زاویه پایداری، چسبندگی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، پست الکترونیک: z.ghorbani85@gmail.com

۲- استادیار، گروه ماشین های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استاد، گروه ماشین های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

در سطح جهانی گیاهان علوفه ای حدود ۷۵ درصد انرژی جیره غذایی دام های اهلی را تامین می کند [۱]. یونجه مهمترین گیاه علوفه ای دنیا و اولین گیاه علوفه ای اهلی شده است که بشر اولیه آنرا به عنوان تغذیه دام تشخیص داده است [۶]. یونجه به دلیل مقاومت به شرایط سخت اکولوژیک و قابلیت کشت و زرع آن و به علت همزیستی با باکتری های ریزوبیوم و توانایی تثبیت ازت به نام طلای سبز و یا ملکه ی نباتات علوفه ای مشهور است [۲]. یونجه دارای ۲۰ درصد پروتئین، ۱۵ درصد فیبر و حاوی ۱۶ نوع اسیدآمین، ۱۳ نوع انی و ۱۳ ویتامین است. پودر یونجه به عنوان یک مکمل غذایی ارزش زیادی دارد [۳]. محققین متعددی اقدام به اندازه گیری خواص مکانیکی و فیزیکی مواد کشاورزی به منظور طراحی ماشین های مزرعه و فرآوری محصولات کشاورزی نموده اند. با کاهش ابعاد علوفه چگالی آنها افزایش یافته و در نتیجه عملیات انبار داری، جابجایی و انتقال بهبود می یابد [۷]. زو و همکاران [۱۲] اثر اندازه ذرات و محتوای رطوبت را روی زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی گلبرگ های گل همیشه بهار بررسی کردند و دریافتند که اندازه ذرات و رطوبت به ترتیب کمترین و بیشترین اثر را روی زاویه ی اصطکاک داخلی دارد. مانی و همکاران [۸] خواص مکانیکی ذرت علوفه ایی را در سه سطح رطوبتی بررسی کردند. آنها مشاهده نمودند که با افزایش رطوبت مقدار دگر چسبی بر روی سطح استیل کاهش یافت. ورسال و بریتون [۱۱] از سطح شیبدار برای تعیین ضریب اصطکاک مواد با سطوح فلزی مختلف که در وسایل انتقال دهنده مواد به کار می رود، استفاده نمودند. نتایج کار آنها نشان داد که با افزایش فشار عمودی ضریب اصطکاک کاهش یافت. هایوهات و همکاران [۵] اثر رطوبت و اندازه ذرات را بر زاویه ی پایداری گل همیشه بهار بررسی کردند آنها بیان نمودند افزایش اندازه ذرات سبب افزایش زاویه ی پایداری گل همیشه بهار شد در حالیکه اثر رطوبت بی معنی بود. معصومی و تبیل [۹] جرم مخصوص نخود را در رطوبت های مختلف اندازه گیری کردند و بیان نمودند که با افزایش رطوبت جرم مخصوص ظاهری نخود های آزمایشی بصورت تابع درجه دو کاهش می یابد.

هدف از انجام تحقیق حاضر، تعیین ضریب اصطکاک استاتیکی روی سه سطح (گالوانیزه، پلگسی گلاس و لاستیک)، چگالی ظاهری، زاویه ی پایداری، ضریب اصطکاک داخلی، چسبندگی، ضریب اصطکاک خارجی و دگر چسبی روی سطح فولاد صیقل داده شده در سه سطح رطوبتی بود.

مواد و روشها

از یونجه ی بسته بندی شده مکعبی موجود در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در جوزان نجف آباد استفاده شد. بسته های یونجه به طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه ها با آسیاب مجهز به توری به قطر روزنه ۲/۳۸ میلی متر آسیاب شد. یونجه آسیاب شده به سه قسمت تقسیم شد. یک قسمت از آن در رطوبت اولیه (۹/۳٪ بر مبنای وزن تر) نگهداری شد. به منظور تهیه نمونه با رطوبت بالاتر مقدار معینی آب مقطر توسط آب پاش بطور یکنواخت به پودر آزمایشی پاشیده شد و برای به تعادل رسیدن رطوبت نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵°C در داخل پلاستیک نگهداری شد به این ترتیب رطوبت ۱۱٪ (بر مبنای وزن تر) بدست آمد. برای تهیه نمونه خشک تر با پخش کردن مقدار معینی از نمونه های اولیه روی پلاستیک در دمای اتاق و کنترل وزن آن رطوبت ۸٪ (بر مبنای وزن تر) بدست آمد.

محتوای رطوبتی یونجه آسیاب شده طبق استاندارد (ASTM, 1996) D3173-87 تعیین شد. بر اساس این استاندارد تقریباً ۱ گرم نمونه بعد از عبور از الک شماره ۶۰ برداشته شد و با ترازوی با دقت ۰/۱± میلی گرم وزن شد. سپس به مدت ۱ ساعت در دمای ۱۱۰°C - ۱۰۴°C در آون گذاشته شد [۴].

چگالی ظاهری نمونه ها توسط یک ظرف استوانه ایی به حجم ۰/۵ لیتر انجام شد. مواد از ارتفاع معینی در مرکز ظرف ریخته شد و پس از پر شدن ظرف روی آن با یک میله ی کوچک به آرامی صاف شد. چگالی ظاهری نمونه ها از تقسیم وزن نمونه جا گرفته شده در ظرف تقسیم بر حجم نمونه محاسبه شد.

به منظور اندازه گیری چسبندگی و ضریب اصطکاک داخلی از وسیله ی دستگاه برش مستقیم خاک در آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده ی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان استفاده شد. دستگاه مورد آزمایش یک جعبه ی برش استوانه ایی به قطر ۶/۳۵ و ارتفاع ۲ سانتی متر بود. در آزمایشات سرعت دستگاه ۳ mm/min /تنظیم شد. تنش های عمودی در گروه اول و دوم به ترتیب ۷/۵، ۱۲/۵، ۵۰ و ۱۰۰ کیلو پاسکال و ۲۰۰، ۵۰۰، ۳۳۰ و ۷۳۵ کیلو پاسکال در نظر گرفته شد.

برای محاسبه ی دگر چسبی و ضریب اصطکاک خارجی یونجه ی آسیاب شده بر روی استیل گالوانیزه، در نیمه ی پایینی ظرف دستگاه برش مستقیم استیل گالوانیزه گذاشته و نیمه ی بالایی را با یونجه پر کردیم. آزمایشات در سرعت ۳mm/min و در چهار سطح فشار عمودی ۱۰، ۴۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلو پاسکال انجام شد. ضریب اصطکاک استاتیکی با استفاده از روش سطح شیبدار اندازه گیری شد. به این منظور نمونه ها با قرار گرفتن در یک جعبه مکعب مستطیلی دو سر باز به ابعاد ۱۰×۱۰×۱۵ سانتی متر و قرار دادن آن روی سطوح لاستیک، گالوانیزه و پلگسی گلاس روی سطح شیب دار گذارده شد. در هر آزمایش نمونه داخل جعبه قرار گرفت به طوری که جعبه فقط پیرامون توده یونجه را در بر می گرفت و توده یونجه از زیر با سطح مورد نظر در تماس بود. سطح زیری به آرامی بالا رفت تا در یک شیب مشخص توده ی یونجه در آستانه حرکت قرار بگیرد. پس از اندازه گیری شیب با خط کش، ضریب اصطکاک استاتیکی تعیین شد.

دگر چسبی (kPa)	ضریب اصطکاک داخلی		ضریب اصطکاک خارجی				زاویه پایداری (درجه)	چگالی ظاهری (Kg/m ³)	تیمار رطوبت (بر مینای وزن تر)
	چسبندگی (kPa)	اصطکاک داخلي	سطح فولاد صیقلی		سطح پلگسی گلاس				
			سطح گالوانیزه	سطح لاستیک	سطح پلگسی	سطح گلاس			
^a ۲/۳۶۶	^a ۷/۶۵۳	^c ۰/۶۴۴	^c ۳۸/۰	^a ۰/۴۹۵	^a ۰/۴۷۲	^a ۰/۷۹۸	^a ۵۰/۷۹۰	^a ۲۰۲/۲۹۵	۱۱
^b ۱/۹۶۳	^b ۷/۱۹۳	^b ۰/۶۷۴	^b ۰/۲۵۳	^b ۰/۳۸۵	^b ۰/۳۴۹	^b ۰/۶۹۹	^b ۴۷/۶۲۶	^b ۱۸۸/۷۱۶	۹/۳
^c ۱/۷۲۲	^c ۶/۸۸۰	^a ۰/۷۱۹	^a ۰/۲۶۷	^c ۰/۳۴۴	^c ۰/۳۰۷	^c ۰/۶۰۰	^c ۴۵/۱۲۹	^c ۱۷۹/۹۰۳	۸

جدول ۱- مقایسه میانگین برای صفات اندازه گیری شده در آزمایش

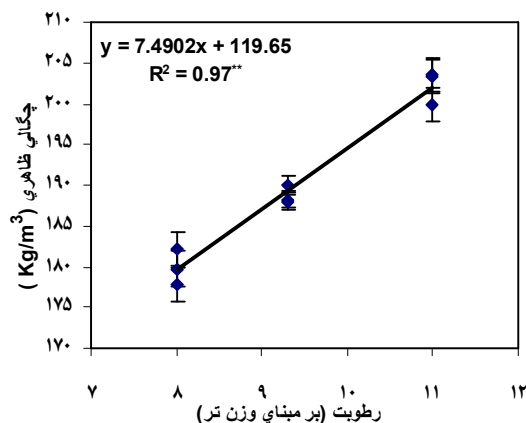
زاویه پایداری پر شدگی با پر کردن محفظه ایی مکعبی به ابعاد ۱۱×۱۱×۱۲۵ سانتی متر و اندازه گیری زاویه طبیعی قرار گیری توده یونجه تعیین شد. برای پر کردن ظرف از قیفی که در بالا و مرکز محفظه قرار داده شده بود استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها توسط نرم افزار SAS انجام گرفت و در صورت معنی دار بودن تاثیر محتوای رطوبتی بر پارامترهای اندازه گیری شده مقایسه میانگین انجام گردید [۱۰]. نمودارها توسط نرم افزار اکسل رسم گردید و روابط بین پارامترهای اندازه گیری شده و رطوبت به روش رگرسیون تعیین گردید.

نتایج و بحث

چگالی ظاهری

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر رطوبت بر چگالی ظاهری در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی دار بود. جدول ۱ اختلاف معنی داری

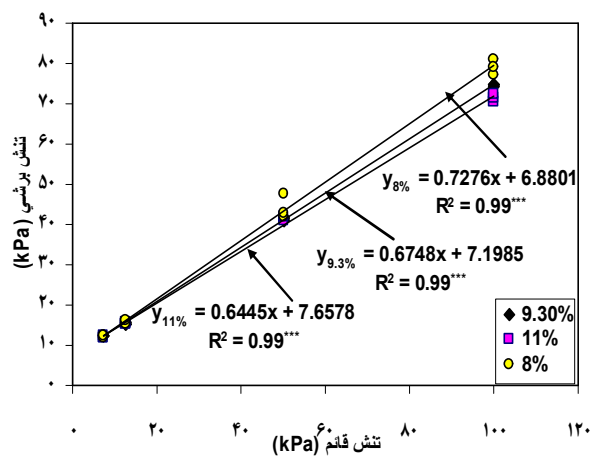
میانگین ها در هر ستون با حروف لاتین غیر مشابه نشان دهنده ی تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند. برای سه سطح رطوبتی در سطح احتمال ۰/۰۵ را نشان می دهد. همانطور که در شکل ۱ مشخص است با افزایش رطوبت چگالی ظاهری افزایش یافته است. معصومی و تبیل [۹] جرم مخصوص نخود را در رطوبت های مختلف اندازه گیری کردند و بیان نمودند که با افزایش رطوبت جرم مخصوص ظاهری نخود های آزمایشی بصورت تابع درجه دو کاهش می یابد.



شکل ۱- تغییرات چگالی با رطوبت (بر مبنای وزن تر).

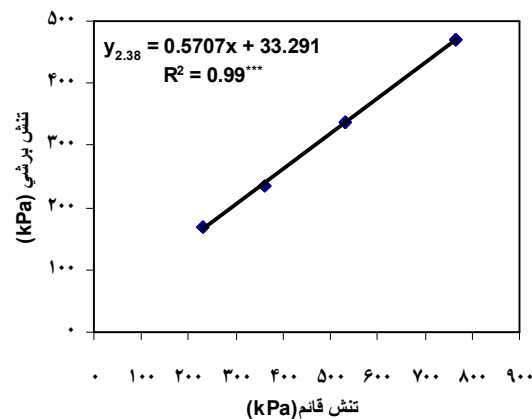
اصطکاک داخلی و چسبندگی

تجزیه واریانس داده ها نشان داد تاثیر رطوبت از لحاظ آماری در سطح احتمال ۰/۰۱ بر مقدار چسبندگی داخلی و ضریب اصطکاک داخلی معنی دار است. مقایسه میانگین داده ها (جدول ۱) اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵ برای سه سطح رطوبتی نشان می دهد. چسبندگی برای سه سطح رطوبتی ۸٪، ۹/۳٪ و ۱۱٪ به ترتیب ۶/۸۸، ۷/۱۹ و ۷/۶۵ کیلو پاسکال بدست آمد. همانط ر که در شکل ۲ مشاهده می شود افزایش رطوبت سبب افزایش در مقدار چسبندگی داخلی و کاهش ضریب اصطکاک داخلی شده است. علت آن را می توان افزایش مقاومت داخلی ذرات در رطوبت بیشتر دانست.

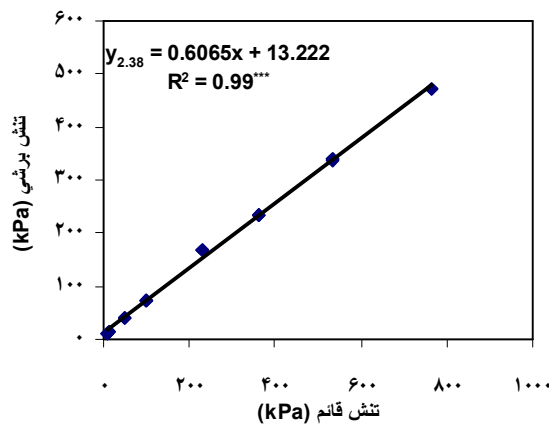


شکل ۲- نمودار مربوط به تنش برشی و قائم.

در رطوبت اولیه مقدار چسبندگی در دو محدوده مختلف از بارهای عمودی اندازه گیری شد. محدوده اول شامل بارهای عمودی در رطوبت اولیه مقدار چسبندگی برای محدوده های اول و دوم به ترتیب ۷/۱۹ و ۳۳/۲۹ کیلو پاسکال بدست مد (شکل ۲ و ۳). مطابق شکل ۴ یک خط از کلیه ی فشارهای عمودی (شامل محدوده اول و دوم) برازش گردید و مقدار چسبندگی به ۱۳/۲۲ کیلو پاسکال تغییر یافت. با توجه به مقدارهای تعیین شده برای چسبندگی در حالت های مختلف می توان این طور نتیجه گرفت که مقدار چسبندگی (مقاومت برشی در بار عمودی صفر) به مقدار بار عمودی وابسته است و یک مقدار مطلق را نمی توان برای چسبندگی گزارش داد. به نظر می رسد مقدار چسبندگی که از برازش خط بر روی ۸ بار عمودی بدست آمده به دلیل این که محدوده بزرگی از بارهای عمودی را پوشش می دهد مطمئن تر است. مقادیر مقاومت برشی که ناشی از چسبندگی و ضریب اصطکاک داخلی است در سه محدوده ذکر شده در بالا تقریباً یکسان بود.



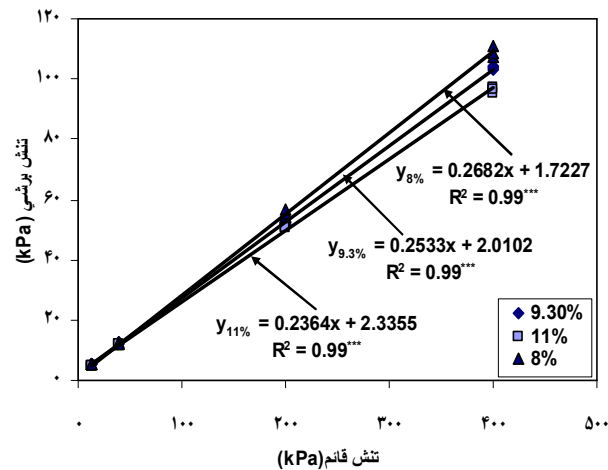
شکل ۳- نمودار مربوط به تنش برشی و قائم در گروه دوم بارهای عمودی در رطوبت ۹/۳٪ (بر مبنای وزن تر).



شکل ۴- نمودارهای مربوط به تنش برشی و قائم در کلیه ی بارهای عمودی در رطوبت ۹/۳٪ (بر مبنای وزن تر).

اصطکاک خارجی و دگر چسبی بر سطح فولاد صیقلی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رطوبت بر اصطکاک خارجی و دگر چسبی بر سطح فولاد صیقلی در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار بود. با آزمون LSD (جدول ۱) اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵ در سه سطح رطوبتی مشاهده می‌شود. با توجه به شکل ۵ با افزایش رطوبت از ۸٪ به ۱۱٪ افزایش در مقدار دگر چسبی و کاهش ضریب اصطکاک خارجی مشاهده شد. نتیجه مشابه توسط مانی و همکاران در دو محدوده رطوبتی (۷٪ و ۱۱٪) برای ذرت علوفه ایی بر روی سطح فولاد گالوانیزه گزارش شده است [۶].



شکل ۵- نمودار مربوط به تنش برشی و قائم.

ضریب اصطکاک استاتیکی

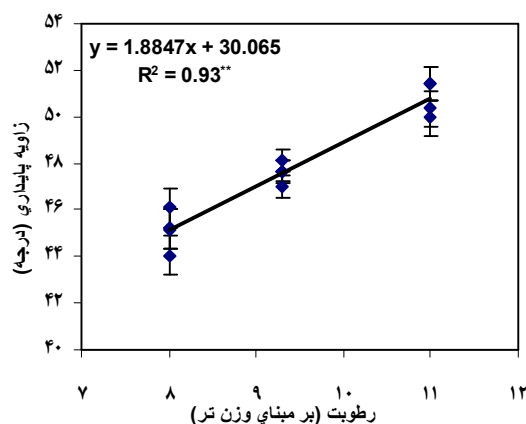
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رطوبت بر ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سه سطح (پلگسی گلاس، گالوانیزه و لاستیک) در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی دار بود. بیشترین مقدار زاویه با توجه به جدول ۱ بر روی سطح لاستیک در رطوبت ۱۱٪ و کمترین مقدار زاویه بر روی سطح پلگسی گلاس در رطوبت ۸٪ اندازه گیری شد. معص می و تبیل [۹] در نخود روند افزایشی ضریب اصطکاک استاتیکی با افزایش رطوبت را گزارش کردند.

زاویه پایداری

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رطوبت بر زاویه پایداری در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی دار بود. با توجه به جدول ۱ اختلاف معنی داری بین سطوح رطوبتی در سطح احتمال ۰/۰۵ وجود دارد. در شکل ۶ افزایش زاویه پایداری نسبت به افزایش محتوای رطوبت نشان داده شده است. افزایش رطوبت باعث افزایش چسبندگی ذرات و در نتیجه سبب کپه ایی قرار گرفتن مواد بر روی هم (افزایش زاویه تشکیل شده با افق) شده است. رابطه ی ریاضی بین سطوح رطوبتی و زاویه پایداری به صورت خطی با ضریب تبیین ۰/۹۳ بدست آمد.

نتیجه گیری

با افزایش رطوبت چگالی ظاهری، ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطوح لاستیک، گالوانیزه، پلگسی گلاس، چسبندگی و دگرچسبی بر سطح فولاد صیقل داده شده افزایش یافت. ضریب اصطکاک داخلی و ضریب اصطکاک خارجی بر روی فولاد صیقل داده کاهش یافت.



شکل ۶- تغییرات زاویه پایداری با رطوبت (بر مبنای وزن تر).

منابع

- ۱- شرف جعفری، ع. ۱۳۸۴. نقش گراس ها و لگوم در تولید علوفه. اولین همایش ملی گیاهان علوفه ایی کشور، کرج.
- ۲- شفیع ورزنده. ح. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات ارزش غذایی یونجه از مرحله برداشت تا مصرف در تغذیه احشام. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه بوعلی سینا
- 3- Anonymous. New foods, alfalfa powder. World Wide Web page at <http://www.iherb.com/store/>.
- 4- ASTM. 1996. ASTM Standards D3173-87 - Standard test method for moisture in the analysis sample of coal and coke. In Annual Book of ASTM Standards, Vol. 05.05, 294-295. Philadelphia, PA, U.S.A.: American Society for Testing and Materials.
- 5- Hauhouot-ohara, M., G.H. Bruswitz, and Y. Zou. 1999. "Angles of repose of ground marigold petals as a function of particle size, moisture content and flow enhance". Trans. ASAE 15(4): 319-322
- 6-James, A. Duke. 1983. Handbook of energy crops. Unpublished
- 7- Mani, S., L. G. Tabil, and S. Sokhansang. 2002. "Grinding performance and physical properties of selected biomass". ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth world congress. Chicago, Illinois, USA. Paper No. 02-6175.
- 8- Mani, S., L. G. Tabil, and S. Sokhansang. 2004. "Mechanical properties of corn stover grind". Trans. ASAE 46(7): 1983-1990.
- 9- Masoumi, A. A, and L. Tabil. 2003. "Physical properties of chickpea (*C.Airetinum*) cultivars". ASAE Annual International Meeting Sponsored by ASAE. Convention Center Las Vegas, Nevada, USA. Paper No: 036058.
- 10-SAS 2001. *SAS Users' Guide: Statistics*. Version 8.2 Statistical Analysis System, Ink., Raleigh, NC.



- 11- Versal, P. A, and M. G. Britton. 1987. "Interaction of bulk wheat bin wall configuration in model bins". Trans ASAE. 29(2): 919-926.
- 12- Zou, Y, and G. H. Brusewiz. 2001. "Angle of internal friction and cohesion of consolidated ground marigold petal". Trans. ASAE. 44(5): 1255-1259.



Flowability properties of alfalfa grind

Zahra Ghorbani, A. Masoumi and A. Hemmat¹

ABSTRACT

Flowability is usually a measure of the quality of powdered materials that influences the end products in chemical, mineral, and food industries. In existing research alfalfa powder flowability properties consisting coefficient of static friction on three surfaces (galvanize, Plexiglas and rubber), angle of repose, coefficient of internal friction, cohesion, coefficient of external friction and adhesion on polished steel surface were measured. To measure these properties, alfalfa was ground with hammer mill screen size 2.38 mm (geometric mean diameter of particles 0.384 mm) at three different moisture contents (8, 9.3 and 11%; wet basis). Cohesion and coefficient of internal friction was determined at two different vertical load ranges. Cohesion values at three moisture contents (8, 9.3 and 11%; wet basis) were 6.88, 7.19 and 7.65 kPa respectively. With an increase in moisture content, all measured properties were increased whereas coefficient of internal friction, coefficient of external friction were decreased significantly and was observed significant difference at eventuality level .05.

Keyword: Alfalfa grind, angle of static friction, bulk density, cohesion, adhesion on steel surface.

1 - M.S. Student, assistant Professor and Professor, Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, z.ghorbani85@gmail.com