



مقایسه عملکرد جدا کننده های رطوبتی انجیر

(مخروط دوار و تسمه نقاله)

سمن سوری^{۱*}، محمد لغوی^۲، داریوش زارع^۳ و فرزانه خورسندی کوهانستانی^۴

۱ و ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲ و ۳- استاد و استادیار دانشگاه شیراز

* s_souri1380@yahoo.com

چکیده

جهت جداسازی رطوبتی انجیر سبز استهبان از دو روش استفاده شده است که یکی استفاده از نیروی گریز از مرکز و دیگری استفاده از تسمه نقاله می باشد. در روش استفاده از نیروی گریز از مرکز از یک مخروط ناقص دوار استفاده شده است که قابلیت چرخیدن در سرعت های متفاوت توسط یک موتور را دارد. در این روش انجیرها بر اساس رطوبتی که دارند هر یک تا محدوده خاصی از وجه جانبی مخروط بالا میروند. فاکتور مورد نظر در این شیوه جداسازی، سرعت حرکت مخروط، جنس داخلی مخروط و زمان تغذیه انجیرها به داخل دستگاه میباشد. انجیرها به دلیل دارا بودن ضریب اصطکاک متفاوت در هر گروه رطوبتی از یکدیگر جدا می شوند. در روش دیگر از یک تسمه نقاله استفاده شده است. تسمه نقاله نیز توانایی حرکت در سرعت های مختلف را دارا می باشد. علاوه بر این زاویه قرارگیری تسمه نقاله با استفاده از یک پیچ بدون انتها در یک سر دستگاه قابل تنظیم است. در این روش، آزمایشات در سرعت و شیب تسمه نقاله و زاویه قرارگیری ناودانی تخلیه متفاوت انجام شده اند. انجیرها بر اساس دارا بودن ضریب اصطکاک و مقاومت غلتشی متفاوت به گروه های متفاوت رطوبتی دسته بندی می شوند. نتایج آزمایشات نشان داد که هر دو روش با دقت قابل قبول ۷۹ و ۷۵ درصد (مخروط دوار و تسمه نقاله) توانایی جداسازی انجیرهای سبز استهبان را بر اساس رطوبت دارا می باشند. اثر سرعت، زمان تغذیه و جنس مخروط و همچنین اثر متقابل سرعت × زمان و زمان × جنس بسیار معنی دار بود. در روش استفاده از تسمه نقاله نیز اثر سرعت و زاویه قرارگیری تسمه و زاویه ناودانی تخلیه کاملاً معنی دار بوده است.

واژگان کلیدی: انجیر، جداسازی، تسمه نقاله، مخروط دوار، ضریب اصطکاک، زاویه مقاومت غلتشی، دقت جداسازی، رطوبت

مقدمه

به منظور جداسازی محصولات کشاورزی از روش های متفاوتی استفاده می شود، مانند استفاده از میز ثقلی، جداکننده ماریچی، تسمه های واگرا، صفحات مشبک، جداکن های غلتکی و وزنی، استفاده از صفحات مشبک، نیروی پنوماتیکی، هلیس، نیروی ثقل و جداکن های دیسکی و سیلندری (هندرسون و پری، ۱۹۷۶). در سال ۲۰۰۳ جهت اندازه گیری رطوبت خرما از یک مدار الکترونیکی استفاده شد (اسماعیل و الیحیی، ۲۰۰۳). طباطبایی و هاشمی در سال ۲۰۰۹ یک دستگاه درجه بندی مرکبات بر اساس اندازه را طراحی و مورد ارزیابی قرار دادند. سوری و همکاران از ۴ سری تسمه نقاله پشت سر هم برای جداسازی رطوبتی انجیر با دقت حدود ۸۰ درصد، استفاده کردند (سوری و همکاران، ۱۳۸۹).

در صورت برداشت مکانیکی انجیر سبز استهبان انجیرهای با رطوبت های متفاوت برداشت می شوند. که این انجیرها مناسب برای ارائه به بازار نیستند و باید به صورت موثر از هم تفکیک شوند و تا رطوبت مناسب خشک گردند. به منظور جداسازی رطوبتی انجیرها از دو دستگاه مجزا استفاده شده است. یکی از این دستگاه ها با استفاده از نیروی گریز از مرکز و متکی بر ضریب اصطکاک های متفاوت انجیر در رطوبت های متفاوت عملیات سورتینگ را انجام میدهد و دستگاه دیگر بر اساس ضریب اصطکاک و زاویه مقاومت غلتشی انجیر ها را از هم جدا میکند. در این مقاله به مقایسه نحوه عملکرد و کارایی این دو دستگاه پرداخته شده است.

مواد و روش ها

انجیرهای مورد استفاده در این آزمایشات بصورت دستی از باغات انجیر استهبان برداشت شده اند. رطوبت این انجیرها بین ۲۳ تا ۷۰ درصد بر اساس وزن تر اندازه گیری شدند و به شش دسته رطوبتی تقسیم گردیدند. شعاع بالایی و پایینی مخروط به ترتیب ۵۴ و ۱۰ سانتیمتر و ارتفاع آن ۲۶ سانتیمتر می باشد. درون مخروط به ۶ قطعه تقسیم گردید تا محل قرارگیری انجیرها در آن قابل تشخیص باشد (شکل ۲). مخروط توسط میله های طویل به دستگاه دریل عمودی متصل گردید و نیروی محرک آن از این طریق تامین شد. برای نگهداری انتهای مخروط از یک صفحه چوبی استفاده شد. به منظور کاهش اصطکاک، سطح بین چوب و انتهای مخروط روغنکاری گردید (شکل ۱). فاکتورهای قابل تنظیم در این آزمایش شامل سرعت چرخش، جنس داخلی مخروط، زمان ریختن انجیرها



شکل ۱: جداکننده مخروطی

در مخروط می باشد. آزمایشات به صورت کاملاً تصادفی و در قالب طرح فاکتوریل ۳×۲×۲ در سه تکرار انجام شد. سرعت چرخش در سه سطح (۱-۲،۹۰-۱۱۰ و ۳-۱۳۰ دور بر دقیقه) تنظیم گردید. جنس داخلی مخروط از (۱= ورق گالوانیزه، ۲= لاستیک و ۳= مقوای بافت دار الر) بود. انجیرها در ۲ زمان درون مخروط ریخته شدند، (۱-بعد از اینکه مخروط به سرعت دورانی مورد نظر میرسد و ۲-قبل از شروع به چرخش مخروط). در طی انجام آزمایشات تعداد انجیرهایی که در هر قطعه قرار می گرفتند شمارش می گردید.



شکل ۲: قطعه های داخل مخروط



شکل ۳: جدا کننده با استفاده از تسمه

به منظور ارزیابی دقت جداسازی از فرمول زیر می توان استفاده کرد (سوری و همکاران، ۱۳۸۹).

$$n \leq 20 \Rightarrow I = \frac{n_{unexp} + 0.8n_{unexp1} + 0.6n_{unexp2} + 0.4n_{unexp3} + 0.2n_{unexp4}}{20}$$

$$20 < n \leq 60 \Rightarrow I = \frac{n_{unexp} + 0.8n_{unexp1} + 0.6n_{unexp2} + 0.4n_{unexp3} + 0.2n_{unexp4}}{n}$$

$$n > 60 \Rightarrow I = 0$$

$N_{unexp 1,2,3,4}$: تعداد انجیرهای موجود در قطعه از گروه های رطوبتی مختلف که به ترتیب ۱، ۲، ۳ و ۴ قطعه از قطعه اصلی فاصله دارد. در روش استفاده از تسمه نقاله از یک تسمه نقاله به طول ۵۰ سانتیمتر استفاده شد. نیروی محرکه این دستگاه توسط یک موتور الکتریکی تامین شد. یک پیچ بدون انتها به منظور زاویه دادن به تسمه نقاله در انتهای دستگاه تعبیه شده است. در این آزمایشات سرعت حرکت تسمه نقاله، و زاویه تسمه نقاله ها قابل تغییر بود (شکل ۳). انجیرها بر روی سطح تسمه نقاله از طریق یک ناودانی تخلیه قابل تنظیم تغذیه می شدند. تعداد انجیرهایی که از هر گروه رطوبتی همراه تسمه نقاله بالا می رفتند و یا بر روی تسمه نقاله می لغزیدند و پایین می آمدند شمارش شد. بدین ترتیب آزمایشات بصورت کاملاً تصادفی در قالب طرح فاکتوریل ۴×۳×۳ در سه تکرار انجام شدند. سرعت ها ۷/۲، ۸/۴، ۹/۴ و ۱۰/۶ متر بر دقیقه و زاویه تسمه نقاله ها ۸، ۱۰ و ۱۲ درجه و زاویه ناودانی تخلیه ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه در نظر گرفته شده اند. جهت اندازه گیری دقت جداسازی از فرمولی مشابه با فرمول ارائه شده استفاده گردید.

نتایج و بحث



نتایج حاصل از تجزیه واریانس با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که اثر زمان، جنس سطح، سرعت و اثر متقابل سرعت × زمان و زمان × جنس سطح، کاملاً معنی دار است (جدول ۱). با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین ها مشخص شد که تیمار (زمان ۱، سرعت ۲، جنس سطح ۲) با بالاترین مقدار میانگین به طور معنی داری از بقیه تیمارها مناسب تر است. این دقت بالا با

توجه به استفاده از سطح لاستیکی که دارای ضریب اصطکاک بالاتر می باشد و همچنین ریختن انجیرها در مخروط بعد از رسیدن به سرعت نهایی مخروط منطقی است. زیرا سرعت انجیرها از صفر تا ماکزیمم تغییر نمی کند و انجیرها تحت سرعت ثابتی می چرخند. (نمودار ۱). نتایج تجزیه واریانس در تسمه نقاله نیز بیانگر معنی دار بودن اثر زاویه تسمه، سرعت تسمه، زاویه ناودانی تخلیه در تمام گروهها می باشد. بالاترین دقت جداسازی برای تمامی گروه ها در سرعت ۹/۴ متر بر دقیقه، زاویه ناودانی تخلیه ۲۰ درجه و زاویه تسمه به ترتیب ۸، ۱۰، ۱۲ و ۸ درجه برای انجیرهای گروه های ۴، ۳، ۲ و ۱ بدست آمده است. به عنوان نمونه جدول تجزیه واریانس مربوط به گروه ۱ آورده شده است (جدول ۲). دقت جداسازی بطور میانگین ۷۴/۹۹ و ۷۹ درصد به ترتیب برای تسمه نقاله و مخروط به دست آمده است.

جدول ۲- بررسی معنی داری اثر عوامل مختلف بر روی دقت (تسمه- گروه ۱)

F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منابع تغییر
107/55**	262/93	2	525/86	زاویه تسمه
93/15**	227/72	3	683/17	سرعت تسمه
35/41**	86/56	2	173/12	زاویه ناودانی تخلیه
1/68**	4/114	6	24/69	زاویه تسمه × سرعت تسمه
1/92	4/66	4	18/66	زاویه تسمه × زاویه ناودانی
0/82	2/00	6	11/99	سرعت تسمه × زاویه ناودانی
	2/44	84	205/35	خطا
		108	458485/09	کل

جدول ۱- بررسی معنی داری اثر عوامل مختلف بر روی دقت (مخروط)

F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منابع تغییر
21.89**	415/8	1	415/88	زمان
640/94**	1352/4	2	2704/90	جنس سطح
740/05**	1561/58	2	3123/16	سرعت
20/55**	43/3829	4	173/53	سرعت × جنس
8/700**	18/35	2	36/715	زمان × جنس
1/377	2/90	2	5/819	زمان × سرعت
	2/11	40	84/40	خطا
		54	161622/0	کل

تیمار	نمودار ۱- مقایسه میانگین های درصد دقت در هر تیمار								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
جنس سطح، سرعت، زمان	1,1,1	1,1,2	1,1,3	1,2,1	1,2,2	1,2,3	1,3,1	1,3,2	1,3,3
میانگین ± انحراف معیار	42±0.72	55±1.29	48±0.58	53±0.58	79±0.46	67±0.21	46±0.48	61±1.26	53±0.26
تیمار	10	11	12	13	14	15	16	17	18
جنس سطح، سرعت، زمان	2,1,1	2,1,2	2,1,3	2,2,1	2,2,2	2,2,3	2,3,1	2,3,2	2,3,3
میانگین ± انحراف معیار	32±0.56	49±0.69	45±0.59	49±0.65	70±0.68	62±0.46	42±0.42	53±0.34	51±0.19

نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج بدست آمده هر دو روش به طور موثری میتوانند انجیرها را به گروه های متفاوت رطوبتی دسته بندی کنند. دقت جداسازی برای هر یک برابر ۷۴/۹۹ و ۷۹ درصد به ترتیب برای تسمه نقاله و مخروط به دست آمده است. با استفاده از اطلاعات بدست آمده میتوان دستگاه های صنعتی برای جداسازی رطوبتی انجیرها طراحی کرد.



۱. سوری، س.، د. زارع و م. لغوی. ۱۳۸۹. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. پردیس کرج و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج). ۲۴ و ۲۵ شهریور.
۲. طباطبایی کلور، ر. و ج. هاشمی. ۱۳۸۷. درجه بندی مرکبات با استفاده از نیروی گریز از مرکز و ثقل. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. مشهد.
3. Esmail, K. M. and S. A. Alyahya. 2003. A quick method for measuring date moisture content. Transactions of the ASAE. 64(2):401-405
4. Henderson, S. M., and R. L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. The AVI Publishing Company INC. Westport, Connecticut, 166-190 p.

Comparing Moisture Separator Performance of Fig (Rotating cone and Belt conveyor)

Saman Souri^{1*}, Mohamad Loghavi², Dariush Zare³, Farzaneh Khorsandi Kouhanestani⁴
1,4-Graduate student, Ag. Engineering Dept., Shiraz University- 2,3- Professor and Assistant professor, Ag.
Engineering Dept., Shiraz University

*Corresponding E-mail address: s_souri1380@yahoo.com

Abstract

Two methods of sorting is used for moisture base sorting of Estahban fig, one using ventrifugal force and the other belt conveyor. Method using centrifugal force include a rotating frustum of a cone which by taking advantage of a motor and a variable resistance, can rotate in different speeds. Based on moistute content each fig lifts to the specific position from lateral aspect of cone. Factors considered in this method are rotating speed, serface texture and the time which figs are fed into cone. Figs are seperated to different group due to their coefficient of friction. In the other method a belt conveyor is used and it is able to move at different speeds. In addition the angle of belt and angle of feeding chute is adjustable. Experiments are handled in different speed and belt angle and different angle of feeding channel. Figs are seperated to different group based on their coefficient of friction and rolling angle. Test results showed that both methods can sort figs with acceptable accuracy (79 and 75 percent, respectively). Effect of speed, time of feeding, texture of cone and interaction of speed \times time of feeding, time of feeding \times texture are completely significant. In belt conveyor method the effect of speed and angle of belt and the angle of feeding channel were completely significant.

Keywords: fig, sorting, accuracy of sorting, coefficient of friction, moisture, belt conveyor