

## طراحی ساخت و ارزیابی یک مخروط دوار به منظور جداسازی رطوبتی انجیر سبز استهبان بر

### اساس خواص فیزیکی و مکانیکی

سمن سوری<sup>\*</sup>، محمد لغوی<sup>۲</sup>، داریوش زارع<sup>۳</sup> و فرزانه خورسندی<sup>۴</sup>

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

\* نویسنده مسئول: سمن سوری s\_souri1380@yahoo.com

#### چکیده

علی رغم استعداد فرآوری و صادرات سالیانه قریب به ۱۰۰۰۰ تن انجیر خشک و ارزآوری حاصل از آن تا کنون اقدام مؤثری در زمینه بسته بندی و فرآوری این محصول به عمل نیامده و در نتیجه ارزش افزوده ای حاصل نمی گردد. لذا پس از انجام آزمایش های اولیه، دستگاهی طراحی شد تا پس از برداشت مکانیکی انجیرها بتواند با استفاده از ضریب اصطکاک، انجیرها را بر اساس رطوبت به گروه های متفاوت تقسیم بندی کند. فاکتورهای موثر سرعت، زمان تغذیه و جنس مخروط بود که اثر همگی آنها و اثر متقابل سرعت × زمان و زمان × جنس بسیار معنی دار شد.

واژگان کلیدی: جداسازی، رطوبت، دقت جداسازی، ضریب اصطکاک، انجیر

#### مقدمه

از آنجا که انجیرهای یک درخت به صورت همزمان رشد نمی کنند، به مرحله رسیدگی نمی رسند و همزمان رطوبت خود را از دست نمی دهند، با برداشت به وسیله شیکر، انجیرها با رطوبت های متفاوت برداشت می شوند. در این صورت به منظور خشک کردن انجیرها و رساندن آنها به رطوبت مورد نیاز برای عرضه به بازار نیازمند طراحی و ساخت دستگاهی جهت جداسازی انجیرها بر اساس رطوبت هستیم.

به منظور جداسازی محصولات کشاورزی از روش های متفاوتی استفاده می شود، مانند استفاده از میز ثقلی، جداکننده مارپیچی، 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).

به منظور جداسازی انجیرها، در ابتدا از چندین روش از قبیل صفحه شیبدار ثابت، غلتک دورانی، نیروی گریز از مرکز و همچنین تسمه نقاله شیب دار برای جداسازی انجیر استفاده شد. که نتایج مربوط به تسمه نقاله شیب دار قابل قبول بود و دستگاهی بر این اساس ساخته شد (سوری و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج بدست آمده از روش گریز از مرکز نیز قابل قبول بود که در ادامه به بررسی آن می پردازیم.

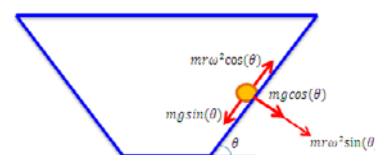
## مواد و روش ها

انجیرهای مورد استفاده در این آزمایش 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 پنج دسته رطوبتی تقسیم گردیدند. جهت طراحی دستگاه و انتخاب زاویه و شعاع مناسب، بررسی معادلات حاکم بر حرکت انجیر بر روی سطح شیبدار مخروط الزامی می باشد. لذا با استفاده از دیاگرام آزاد رسم شده (شکل ۱) برای انجیر رابطه زیر بدست آمد:

$$F_f = \mu N$$

$$N = mg \cos \theta + mr \omega^2 \sin \theta$$

$$\Sigma f = mr \omega^2 \cos \theta - \mu (mg \cos \theta + mr \omega^2 \sin \theta) - mg \sin \theta = ma$$



شکل ۱: دیاگرام آزاد

بر اساس فرمول بدست آمده و رسم نمودارهای جرم- شتاب، شعاع - شتاب، سرعت دورانی- شتاب، زاویه شیب- شتاب و ضریب اصطکاک - شتاب، با تغییر فقط یک عامل و ثابت نگه داشتن سایر عوامل، شعاع و سرعت دورانی و زاویه شیب مخروط مناسب بدست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده از نمودارها شعاع بالایی مخروط ۵۴ سانتیمتر، شعاع پایینی ۱۰ سانتیمتر و ارتفاع آن ۲۶ سانتیمتر در نظر گرفته شد و مخروطی مطابق با شکل ۱ ساخته شد. درون مخروط به ۶ قطاع تقسیم گردید تا محل قرارگیری انجیرها در آن قابل تشخیص باشد (شکل ۲). مخروط توسط میله ای طویل به دستگاه دریل عمودی متصل گردید و نیروی محرک آن از این طریق تامین شد. برای نگه داری انتهای مخروط از یک صفحه چوبی استفاده شد. به منظور کاهش اصطکاک، سطح بین چوب و انتهای مخروط روغنکاری شد (شکل ۳).



شکل ۳: آزمایش اولیه



شکل ۲: قطاع های داخل مخروط

فاکتورهای قابل تنظیم در این آزمایش شامل سرعت چرخش، جنس داخلی مخروط، زمان ریختن انجیرها در مخروط می باشد. آزمایشات به صورت کاملاً تصادفی و در قالب طرح فاکتوریل ۲×۲×۳ در سه تکرار انجام شد. سرعت چرخش در سه سطح (۱- ۹۰، ۲- 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 می رسید و ۲- قبل از شروع به چرخش مخروط. در طی انجام آزمایشات تعداد انجیرهایی که در هر قطاع قرار می گرفتند شمارش می گردید. به منظور ارزیابی دقت جداسازی از فرمول زیر می توان استفاده کرد (سوری و همکاران، ۱۳۸۹).

$$n \leq 20 \rightarrow I = \frac{N_{unexp} + 0.5n}{20}$$

$$20 < n \leq 60 \rightarrow I = \frac{N_{unexp} + 0.5n}{n}$$

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

$N_{unexp} 1,2,3,4$ : تعداد انجیرهای موجود در قطاع از گروه های رطوبتی مختلف که به ترتیب ۱، ۲، ۳ و ۴ قطاع از قطاع اصلی فاصله دارد.

جدول ۱- بررسی معنی داری اثر عوامل مختلف بر روی دقت.

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

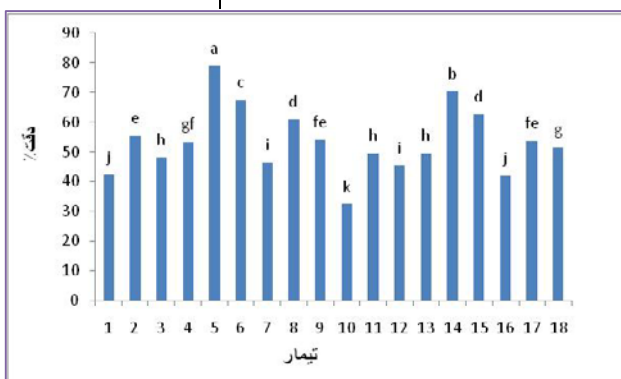
## نتایج و بحث

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 ۵ (زمان ۱، سرعت ۲، جنس سطح ۲) با بالاترین مقدار میانگین به طور معنی داری از بقیه تیمارها مناسب تر است (جدول ۲). 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)

جدول ۲- تیمارها، میانگین دقت و انحراف از معیار

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

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها مشاهده می شود که استفاده از این روش به منظور جداسازی رطوبتی انجیر سبز استهبان با دقت قابل قبول امکان پذیر می باشد و می توان از این روش برای ساخت دستگاهی به منظور استفاده صنعتی از روش بدست آمده استفاده کرد.



## منابع

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.

## Design, Fabrication And Evaluation Of Rotational Cone For Moisture –Base Fig Sorting

Saman Souri<sup>1\*</sup>, Mohamad Loghavi<sup>2</sup>, Dariush Zare<sup>3</sup>, Farzaneh Khorsandi<sup>4</sup>

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

Despite of exporting about 10000 tons of dried figs, there is no effective effort on packing and processing of this fruit. So after handling some pre-tests, a sorting machine was designed based on figs coefficient of friction which can sort figs to 6 groups. The effective factors were, the speed of cone (rpm), the time of feeding and the material of internal cone surface which all of them and the interaction of speed×time and time ×surface material were completely significant.

**Keywords:** fig, sorting, accuracy of sorting, coefficient of friction, moisture