

# بررسی تجربی عملکرد دستگاه جداکننده ثقلی در میزان

## جداسازی گندم سن زده

منصور راسخ<sup>۱\*</sup>، تیمور توکلی<sup>۲</sup>، بهار فیروزآبادی<sup>۳</sup>، محمدحسین کیانمهر<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار مهندسی مکانیک سیالات، دانشکده مکانیک دانشگاه صنعتی شریف

۴- استادیار گروه ماشینهای کشاورزی، مجتمع آموزش عالی ابوریحان بیرونی، دانشگاه تهران

### چکیده

در تحقیق حاضر از یک جداکننده ثقلی برای جداکردن گندم سن زده از گندم سالم استفاده شد. تاثیر پارامترهای میز دستگاه (شیبهای طولی و عرضی، دامنه و فرکانس نوسان و سرعت هوا) برای حصول به حداکثر جداسازی گندم سن زده از گندم سالم مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از روش آنالیز ابعادی و مطالعات مدلی که در مکانیک سیالات مرسوم است، پارامترهای بدون بعدی حاصل شد که در بررسی اثر و کاهش تعداد پارامترها موثر بوده است. نتایج آزمایشها نشان داده است که افزایش شیب عرضی میز از ۰/۵ به ۲ درجه و کاهش شیب طولی از ۵ به ۳ درجه باعث افزایش جداسازی گندم سن زده می شود. همچنین اثر عدد بدون بعد  $V/a\omega$  که نسبت نیروی اینرسی جریان هوای دمیده شده به گندها به نیروی ناشی از نوسان را نشان می دهد، در نسبت جداسازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایشات نشان داد که در  $V/a\omega = 152/3$ ، شیب عرضی ۲ درجه و شیب طولی ۳ درجه در صد جداسازی گندم سن زده به حداکثر ۹۵/۱۴٪ می رسد.

کلیدواژگان: گندم، سن زده، جداسازی ثقلی، جداکننده

### ۱- مقدمه

نان استفاده شود مشکلات عدیده ای مانند کاهش کیفیت نان و قوه نامیه گندمهای بذری تولید شده پیش خواهد آمد [۱]. در اوایل بهار فرم کامل این حشرات که از کوه به مزارع پرواز کرده اند از برگها و ساقه های نرم و لطیف گندم تغذیه می کنند که به پوکی خوشه ها و عدم تشکیل دانه منجر می شود. در نتیجه دانه ها لاغر، چروکیده و فاقد مواد غذایی کافی می شوند [۲]. در صورتیکه بتوان گندم سن زده را از گندم سالم جداکرد، علاوه بر اینکه تهیه نان آسانتر انجام می شود، کیفیت نان تولیدی نیز بالا رفته و از طرف دیگر بذر گندم تولید شده نیز خالص تر

سن معمولی گندم یکی از آفت های عمومی کشور است که در اغلب مناطق گندمکاری پراکنده است و سالانه در صد بالایی از گندم به وسیله این آفت از بین می رود. سن گندم علاوه بر کاهش کمی محصول بر کیفیت محصول نیز تاثیر منفی می گذارد. بسته به مقدار سن زدگی مزارع، گندم درو شده دارای در صد های مختلفی از گندم سن زده خواهد بود و چنانچه از این گندم برای تهیه بذر یا

E-mail: rasekhm@noavar.com

\*مسئول مکاتبات:

تمیز کردن محصولات می ماند گندم، ذرت و سویا [۸]. لزوم کاربرد و تعیین تاثیر پارامترهای این دستگاه در میزانداسازی گندم سن زده از گندم سالم احساس می شود. در این مقاله پارامترهای موثر در میزان جداسازی گندم سن زده از گندم سالم در دستگاه جدا کننده ثقلی به صورت تجربی مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۲- مواد و روشها

در این آزمایش از گندم رقم سرداری تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی استفاده شده است. گندم مورد آزمایش ۴۳ در صد سن زده می باشد. دستگاه جدا کننده ثقلی مورد استفاده مدل LA-K ساخت شرکت WESTRUP دانمارک بود. این دستگاه بر اساس چگالی دانه ها آنها را از هم جدا میکند و تصویر آن در شکل ۱ نشان داده شده است. دستگاه جدا کننده ثقلی دارای یک میز است که در دو جهت طولی و عرضی شیبدار است و سطح آن مشبک و سوراخدار بوده و شبکه بندی آن از نوع خاصی است. میز حرکت نوسانی رفت و برگشتی دارد. جریان رو به بالای هوا از زیر میز به دانه ها بر خورد می کند. شکل ۲ سطح مشبک میز دستگاه را نشان می دهد.

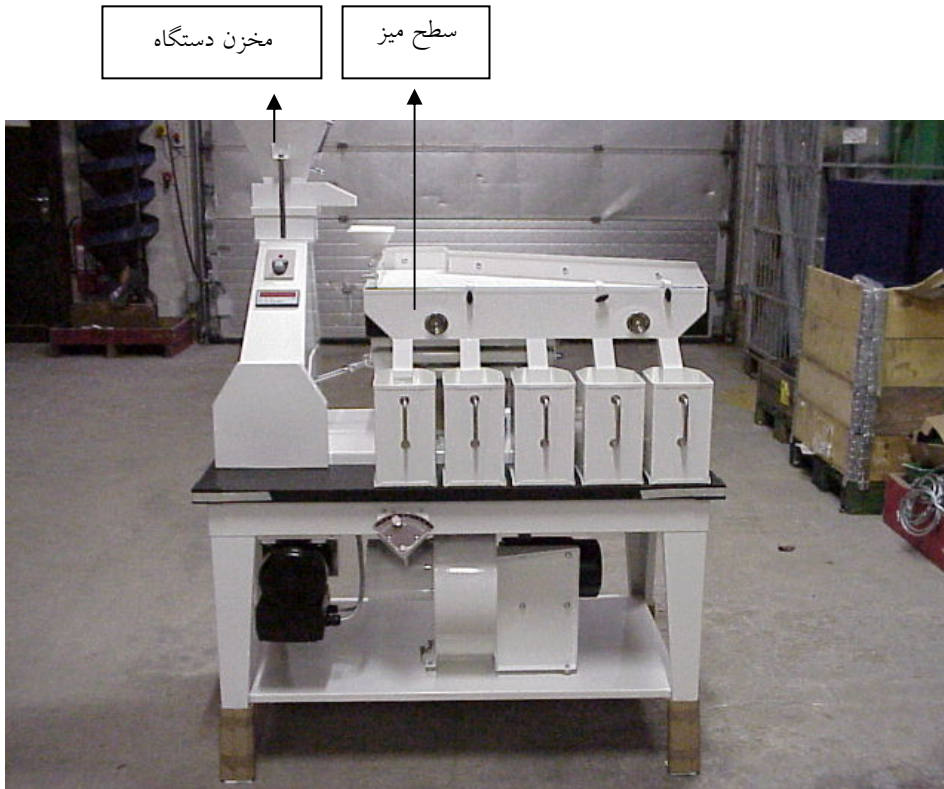
میز بطور افقی روی دستگاه قرار گرفته است. ارتفاع میز در شکل ۳ در جهت مثبت  $y$  (شیب طولی) و جهت منفی  $x$  (شیب عرضی) و در جهت فلشهای نشان داده شده در شکل ۳ افزایش می یابد. بنابر این در شکل ۳، گوشه پایین سمت راست (نقطه B) کمترین ارتفاع را دارد. مواد در گوشه پایین سمت چپ میز (نقطه O) از مخزن خارج شده و روی میز می ریزند و در امتداد ضلع AB از میز خارج میشوند. حرکت رفت و برگشتی میز در جهت محور  $y$  است. دانه های سبک تر که بوسیله جریان هوا و حرکت نوسانی میز روی دانه های سنگین تر شناور هستند در اثر شیبهای میز در دو جهت طولی و عرضی در گوشه پایین سمت راست (نقطه B) میز جدا می شوند و دانه های سنگین تر که جریان هوا آنها را بلند نکرده است در تماس با میز باقی میمانند و در اثر حرکت نوسانی رفت و برگشتی میز به بالای شیب عرضی (نقطه A، گوشه بالای سمت راست میز) منتقل شده و در آنجا جدا می شوند.

می باشد. دستگاه جدا کننده ثقلی یکی از دستگاههایی است که برای جداسازی ناخالصیهای دانه ها از آن استفاده شده است. در صنایع غذایی، دو مورد از کارهای اساسی، تمیز کردن و مرتب کردن (دسته بندی) مواد است که برای آن ها از این دستگاه استفاده می شود [۳]. این دستگاه دارای میزی مشبک با حرکت نوسانی است که در آن جریان هوا از کف بطرف بالا دمیده می شود. دو نیروی حاصل از حرکت نوسانی و جریان هوا به همراه نیروی ثقل مسیر حرکت دانه های گندم سن زده و سالم را جدا نموده و از روی میز خارج می نماید.

سیلوا و مارکوس فایلهو (۱۹۸۲) از یک جدا کننده ثقلی برای جدا کردن بذرهای ذرت استفاده کردند. جدا کننده ثقلی بکار رفته در جدا کردن بذر بر حسب وزن موثر بود و حتی وقتی بذرها در اندازه های مختلف بودند بخوبی کار می کرد [۴].

پاتیل و سارود (۱۹۸۶) نیز از جدا کننده ثقلی برای تقسیم بندی بذرهای گندم استفاده کردند. بذرهای گندم به سنگین، متوسط و قسمتهای شکسته سبک با وزن ۱۰۰ دانه به ترتیب ۴/۰۵، ۳/۷۶، ۱/۴۶ گرم تقسیم بندی شده اند [۵]. گال و همکاران (۱۹۸۶) از یک جدا کننده ثقلی برای تقسیم بندی سه واریته لوبیا استفاده کردند. اجزاء تقسیم بندی شده اختلاف موثر در جرم بذر داشتند. سبکترین جزء چگالی کمتری داشت [۶]. همچنین در تحقیق دیگری فیلر و همکاران (۱۹۸۱) از یک جدا کننده ثقلی برای جدا کردن سنگ و کلوخ از بادام زمینی استفاده کردند. این جدا کننده سطح سوراخداری بود که جریان هوا از زیر آن به طرف بالا دمیده می شد. اجزاء سبکتر بوسیله نیروی هوا به طرف بالا پرتاب می شدند و سپس بوسیله نیروی وزنشان به پایین می افتادند. تکه های سنگین در تماس با سطح باقی می ماندند و نیروی هوا قادر به بلند کردن آنها نبود. ارتعاش مکانیکی در دستگاه برای انتقال و بهم زدن اجزاء بکار می رفت [۷].

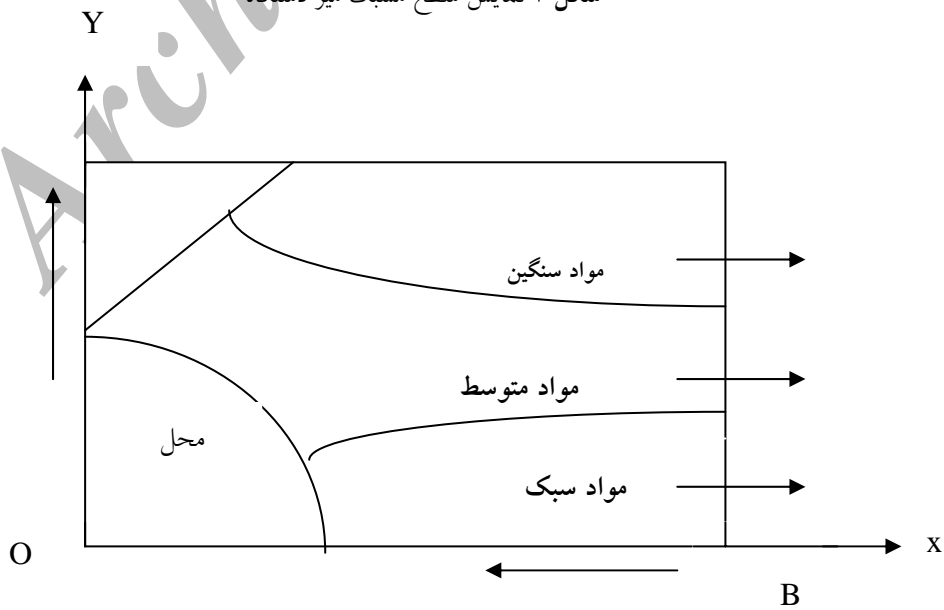
با توجه به اینکه تا کنون اطلاعاتی در خصوص جدا کردن گندم سن زده از گندم سالم بوسیله دستگاه جدا کننده ثقلی و تاثیر پارامترهای مهم و اساسی این دستگاه بر فرایند جداسازی موجود نبوده و نظر به کاربرد این دستگاه در کارخانجات صنایع غذایی، در بسته بندی و



شکل ۱ نمایش دستگاه جداکننده ثقلی



شکل ۲ نمایش سطح مشبک میز دستگاه



شکل ۳ شماتیک میز دستگاه جداکننده ثقلی

هوای موجود در اطراف دانه های گندم را خارج کرده و خیلی سریع مقدار مایع جابجا شده توسط دانه ها یادداشت شد. با تقسیم جرم دانه ها به حجم مایع جابجا شده، مقدار چگالی ذره گندم سن زده و سالم بدست آمد. این کار برای گندمهای سالم و سن زده در ۳ تکرار (کلاً ۶ آزمایش، ۳ آزمایش برای گندم سالم و ۳ آزمایش برای گندم سن زده) انجام شد. میانگین هر یک از ۳ تکرار به عنوان چگالی ذره گندم سالم و گندم سن زده در نظر گرفته شد. نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است. برای بدست آوردن سرعت حد گندم سالم و گندم سن زده از تونل باد عمودی استفاده شد. این دستگاه از موتور الکتریکی و فن سانتریفوژ، زانویی، پخش کننده، یکنواخت کننده جریان و محفظه آرامش و مقطع آزمایش تشکیل شده است. مقطع قسمت آزمایش مربعی به ضلع ۲۰ سانتیمتر بوده و طول این قسمت ۸۰ سانتیمتر است. دیواره مقطع آزمایش با صفحات پلکسی گلاس پوشانده شده است. موتور بر روی پایه فن به طور مستقیم نصب شده است. تعداد دور موتور تا ۲۸۰۰ دور در دقیقه قابل تنظیم است. اندازه گیری سرعت هوا با دستگاه سرعت سنج سیم داغ<sup>۱</sup> انجام شد. سرعت هوایی که باعث معلق نگه داشتن گندم در داخل تونل باد لازم است به عنوان سرعت حد دانه گندم در نظر گرفته شد. این آزمایش برای گندمهای سن زده و سالم در ۳ تکرار (کلاً در ۶ تکرار) انجام شد. نتیجه این آزمایشها سرعت حد گندم سالم ۸/۶۳ متر بر ثانیه و سرعت حد گندم سن زده را ۶/۷۲ متر بر ثانیه نشان داد.

از آنجاییکه برای عملکرد صحیح دستگاه جداکننده ثقلی باید شاسی آن تراز باشد، این عمل بدقت انجام شد. برای اندازه گیری سرعت هوا در دستگاه جداکننده ثقلی از یک مانومتر دیجیتال با دقت ۰/۱ متر بر ثانیه استفاده شده است. دامنه نوسان دستگاه، زوایای طولی و عرضی میز و سرعت نوسان میز بوسیله اهرمهای مربوط به آنها واقع در

میز بطور افقی روی دستگاه قرار گرفته است. ارتفاع میز در شکل ۳ در جهت مثبت  $y$  (شیب طولی) و جهت منفی  $x$  (شیب عرضی) و در جهت فلشهای نشان داده شده در شکل ۳ افزایش می یابد. بنابر این در شکل ۳، گوشه پایین سمت راست (نقطه B) کمترین ارتفاع را دارد. مواد در گوشه پایین سمت چپ میز (نقطه O) از مخزن خارج شده و روی میز می ریزند و در امتداد ضلع AB از میز خارج میشوند. حرکت رفت و برگشتی میز در جهت محور  $y$  است. دانه های سبک تر که بوسیله جریان هوا و حرکت نوسانی میز روی دانه های سنگین تر شناور هستند در اثر شیبهای میز در دو جهت طولی و عرضی در گوشه پایین سمت راست (نقطه B) میز جدا می شوند و دانه های سنگین تر که جریان هوا آنها را بلند نکرده است در تماس با میز باقی میمانند و در اثر حرکت نوسانی رفت و برگشتی میز به بالای شیب عرضی (نقطه A، گوشه بالای سمت راست میز) منتقل شده و در آنجا جدا می شوند.

برای تعیین در صد رطوبت گندم های مورد استفاده در این آزمایش، سه نمونه ۱۰ گرمی از آن در آون با دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد و برای ۱۹ ساعت قرار گرفت [۹]. طبق رابطه (۱) رطوبت گندم بر مبنای وزن خشک ۸/۸۴ در صد به دست آمد.

$$W = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه،  $w_1$  وزن نمونه اولیه،  $w_2$  وزن نمونه خشک شده،  $W$  در صد رطوبت گندم بر مبنای وزن خشک می باشد. برای بدست آوردن چگالی ذره گندم سن زده و گندم سالم از روش جابجایی مایع<sup>۱</sup> استفاده شد [۱۰] در این روش ابتدا در استوانه مدرج ۱۰۰ میلی متری مقداری مایع تولوئن ریخته و حجم آن یادداشت شد. سپس مقدار مشخصی از دانه را با ترازو وزن کرده و در داخل استوانه ریخته شد. با تکان دادن استوانه جابجایی

2. Hot wire

1. Fluid displacement

۲۴۳۰۰۰ = ۲۰۰ \* ۲۴۳ \* ۵ = تعداد کل گندمهای بررسی شده

### آنالیز ابعادی

بررسی نسبت در صد جداسازی گندم سن زده در خروجی دستگاه  $Q_h$  به توده گندم مورد آزمایش  $Q_t$  نشان می دهد که این نسبت به پارامترهای متعددی چون شیب طولی  $\alpha_1$ ، شیب عرضی  $\alpha_2$ ، سرعت هوا  $V$ ، دامنه نوسان  $a$ ، و فرکانس نوسان  $\omega$  دستگاه وابسته است. لذا می توان گفت که

$$Q_h = f(Q_t, \alpha_1, \alpha_2, V, a, \omega) \quad (2)$$

رابطه ۲ نشان می دهد که برای تعیین دقیق در صد جداسازی گندم سن زده به تعداد زیادی آزمایش نیاز است. بنابر این

بر اساس تئوری باکینگهام [۱۳] می توان تعداد متغیرها را کاهش داد. با استفاده از این تئوری می توان به تابع جدیدی به فرم زیر دست یافت:

$$\frac{Q_h}{Q_t} = \Phi(\alpha_1, \alpha_2, \frac{V}{a\omega}) \quad (3)$$

به این ترتیب رابطه ۳ نشان می دهد که در صد جداسازی گندم سن زده توسط دستگاه به توده گندم مورد آزمایش  $\frac{Q_h}{Q_t}$  به سه پارامتر بدون بعد وابسته است. دو پارامتر  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$  نشان دهنده تشابه هندسی آزمایشات و پارامتر  $\frac{V}{a\omega}$  نشان دهنده تشابه دینامیک می باشد. به عبارت دیگر نسبت دو نیروی اینرسی باد به نیروی ناشی از نوسانات را نشان می دهد. بنابر این با تعداد آزمایشهای کمتری می توان به تابع  $\Phi$  دست یافت و مقدار  $\frac{Q_h}{Q_t}$  را بهینه کرد.

### ۳- نتایج

در جدول ۱ نتایج مربوط به تعیین چگالی ذره گندمهای سن زده و گندمهای سالم نشان داده شده است.

روی دستگاه تنظیم شد. در هنگام انجام آزمایش سرعت نوسان میز بوسیله سرعت سنج دیجیتال واقع در روی دستگاه مشاهده و کنترل می شد. محدوده قابل تنظیم بعضی از پارامترهای دستگاه برای گندم به شرح زیر است [۱۱].

شیب طولی ( $\alpha_1$ ): ۳ تا ۵ درجه

شیب عرضی ( $\alpha_2$ ): ۰/۵ تا ۲ درجه

فرکانس نوسان ( $\omega$ ): ۴۵۰ تا ۴۸۰ سیکل بر دقیقه

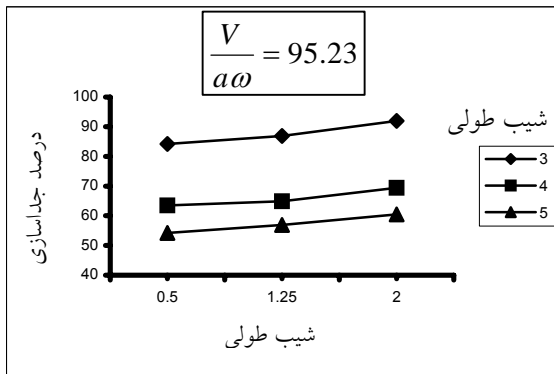
طبق نظر سونگ و لیتچفیلد (۱۹۹۱) سرعت حد گندم ۹/۷ متر بر ثانیه است [۱۲]. اما آزمایشها نشان داد که تنظیم سرعت باد با این سرعت، در حرکت گندم های روی سطح میز آشفتگی شدیدی بوجود می آورد و دانه ها را از تماس با سطح میز جدا می کند. در نتیجه برای صحت کار میز مناسب نبوده و الگوی صحیح کار میز بدست نمی آید. ذکر این نکته لازم است که دانه های گندم در این دستگاه صرفاً بر اساس سرعت حد حرکت نمی کنند. به نظر می رسد که سرعت هوای مورد استفاده ( $V$ ) باید حدوداً زیر سرعت حد گندم باشد که با توجه به سرعت حد اندازه گیری شده در تونل باد (ذکر شده در بالا) در دو سطح ۵ و ۸ متر بر ثانیه انتخاب شد. شیب عرضی در ۳ سطح ۰/۵، ۱/۲۵ و ۲ درجه، شیب طولی در ۳ سطح ۳، ۴ و ۵ درجه، دامنه نوسان ( $a$ ) در دو سطح ۵ و ۷ میلی متر، فرکانس نوسان در ۳ سطح ۴۵۰، ۴۶۵ و ۴۸۰ انتخاب شد. هر آزمایش در ۳ تکرار انجام شد. در هر آزمایش مقداری گندم از محل خروج دانه های سبک (گوشه پایینی سمت راست میز در شکل ۳) برداشته و بوسیله دستگاه بذر شمار الکترونیکی ۵ نمونه ۲۰۰ تایی از آنها شمارش و انتخاب شد. سپس با مشاهده تک تک دانه ها و میانگین گیری، در صد جداسازی گندم سن زده در هر تکرار و در نتیجه در هر آزمایش معلوم شد. کلاً ۲۴۳۰۰۰ دانه گندم برای تعیین سن زدگی یا سالم بودن بررسی شد:

شیب طولی، شیب عرضی،  $\frac{V}{a\omega}$ ، تعداد تکرار  
 $۲۴۳ = ۳ * ۳ * ۹ =$  تعداد کل آزمایش

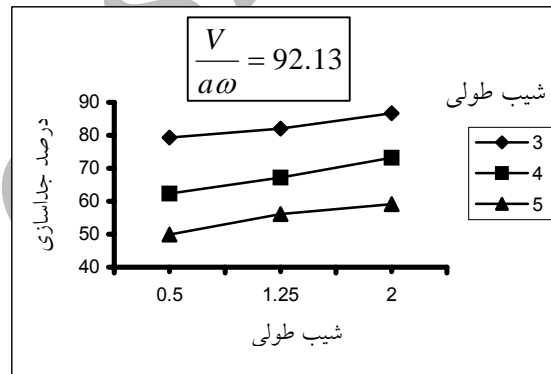
جدول ۱ چگالی ذره گندمهای سن زده و گندمهای سالم

	گندم سالم			گندم سن زده		
	جرم نمونه (گرم)	حجم مایع جابجا شده (میلی لیتر)	چگالی ذره ( کیلوگرم در متر مکعب)	جرم نمونه (گرم)	حجم مایع جابجا شده (میلی لیتر)	چگالی ذره ( کیلوگرم در متر مکعب)
تکرار اول	۸/۵۱۶	۶/۵	۱۳۱۰/۱۵	۸/۸۲۴	۸	۱۱۰۳
تکرار دوم	۸/۴۳۲	۶/۵	۱۲۹۷/۲۳	۹/۲۶	۸/۵	۱۰۸۹/۴۱
تکرار سوم	۹/۰۲	۷	۱۲۸۸/۵۷	۱۰/۰۲۸	۹	۱۱۱۴/۲۲
میانگین			۱۲۹۸/۶۵			۱۱۰۲/۲۱

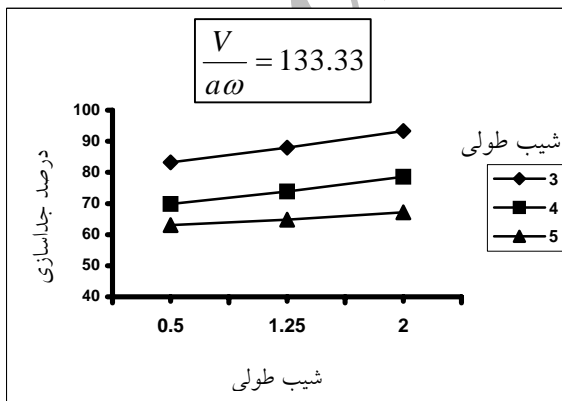
نتایج آزمایشات در شکلهای ۴ الف تا ط، ۵ الف تا ط، ۶ الف تا ج و ۷ الف تا ج در زیر نشان داده شده است



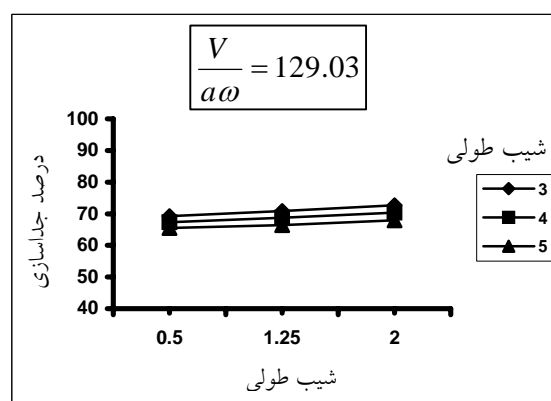
(ب)



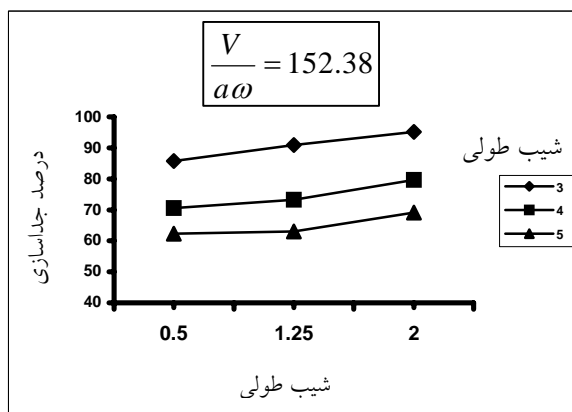
(الف)



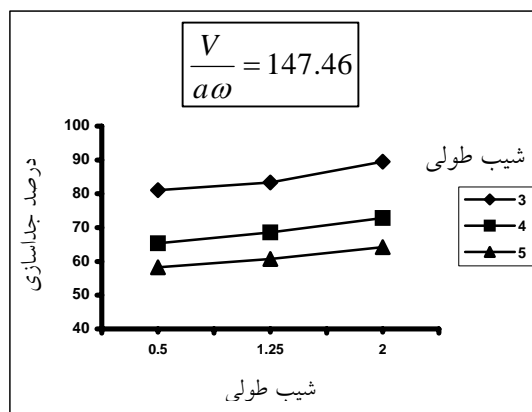
(د)



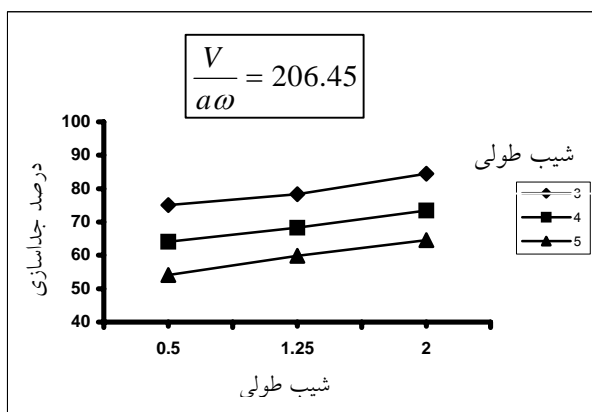
(ج)



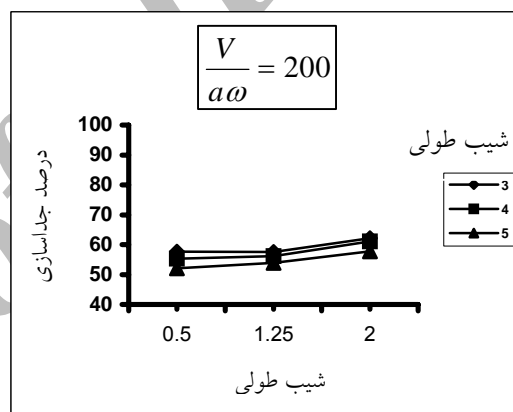
(و)



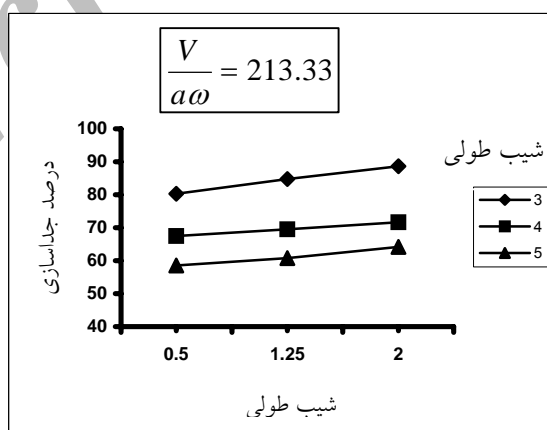
(ه)



(ح)

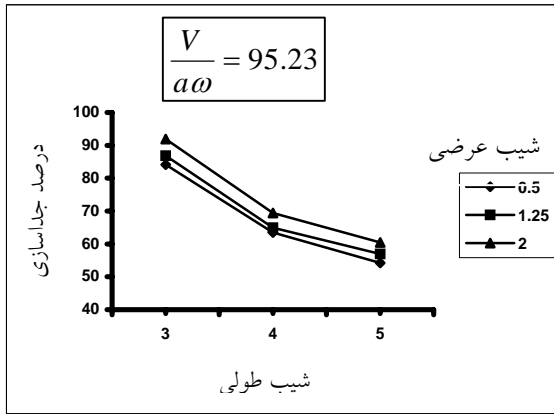


(ز)

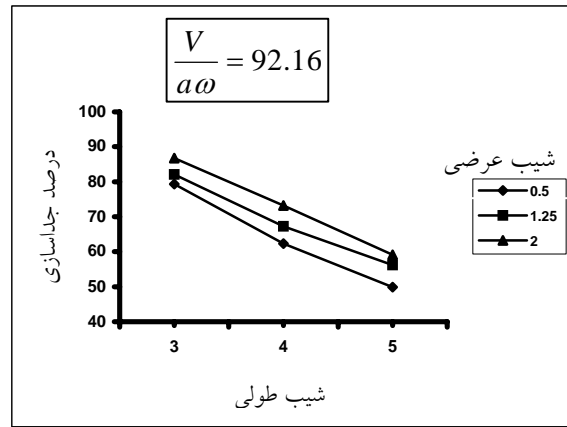


(ط)

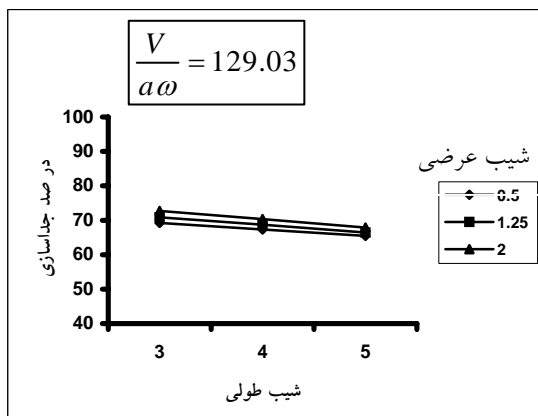
شکل ۴ الف تا ط در صد جداسازی با تغییر شیب عرضی و در شرایط شیب طولی و  $V/a\omega$  ثابت



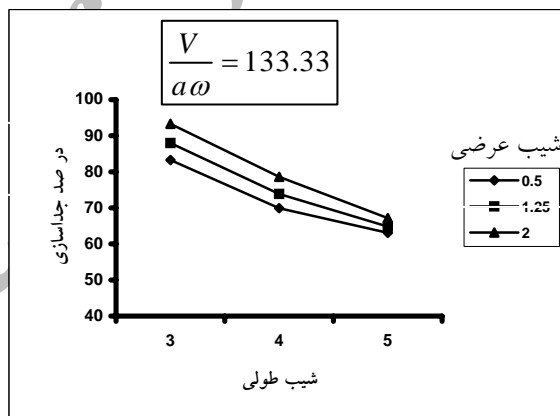
(ب)



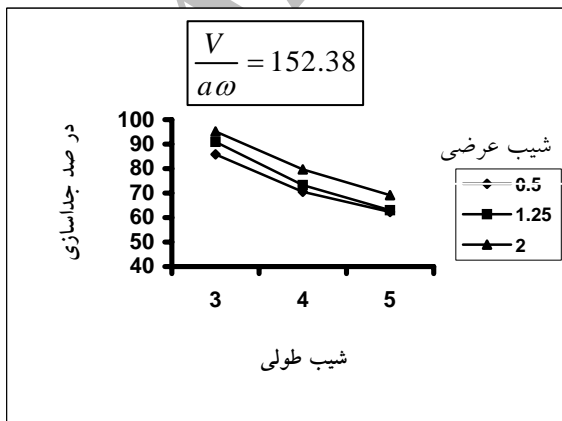
(الف)



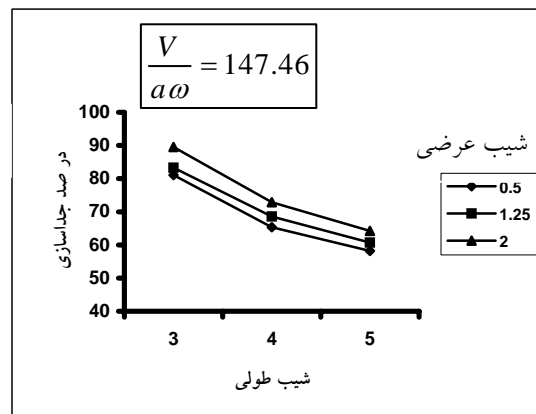
(د)



(ج)

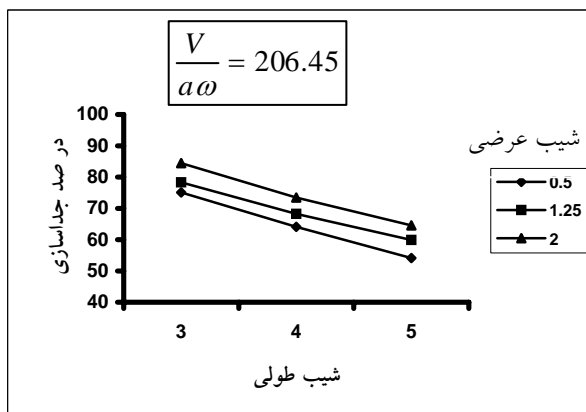


(و)

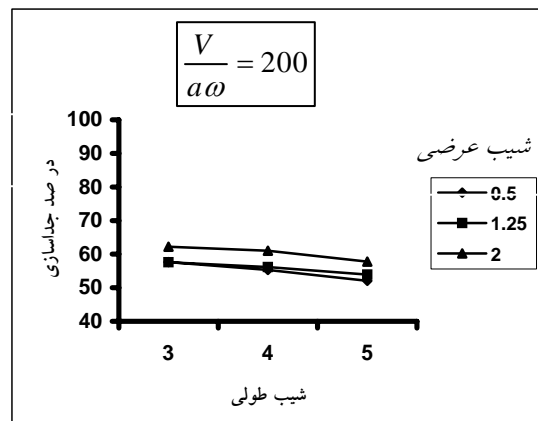


(ه)

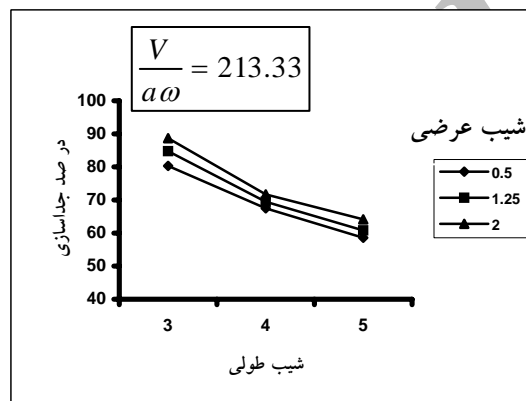




(ح)



(ز)



(ط)

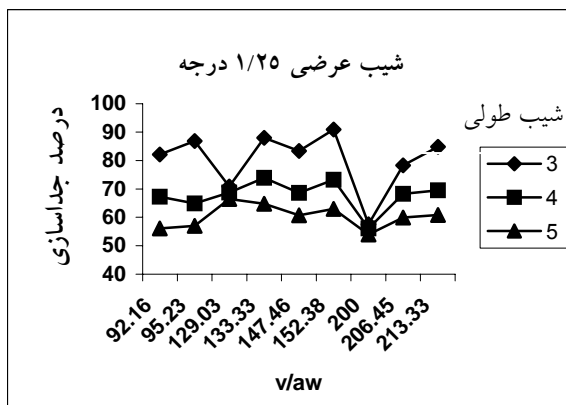
شکل ۵ الف تا ط- در صد جداسازی نسبت به تغییر شیب طولی و در شرایط شیب عرضی و پارامتر  $V/a\omega$  ثابت

خطی فرض کرد و لذا می توان گفت که کاهش شیب طولی می تواند به افزایش در صد جداسازی بیانجامد. در شکل ۴ ز و ۵ و (حالتی که سرعت هوا برابر با ۸ متر در ثانیه، دامنه نوسان برابر با ۵ میلیمتر و فرکانس نوسان برابر با ۸۰ سیکل بر دقیقه است) در صد جداسازی نسبت به ۸ حالت دیگر کمتر می باشد و حداکثر به ۶۲/۱۹ در صد می رسد. دلیل این امر این است که بدلیل رطوبت کمی که گندم های مورد آزمایش داشتند (۸/۸۴ در صد بر مبنای وزن خشک) در فرکانس ۸۰ سیکل بر دقیقه حالت آشفتنگی شدیدی در گندم های روی سطح میز دستگاه بوجود می آمد و در این حالت الگوی منظم حرکت مواد در روی میز تشکیل نمی شد. بیشترین مقدار جداسازی مربوط به شکلهای ۴ و ۵ و (فرکانس نوسان

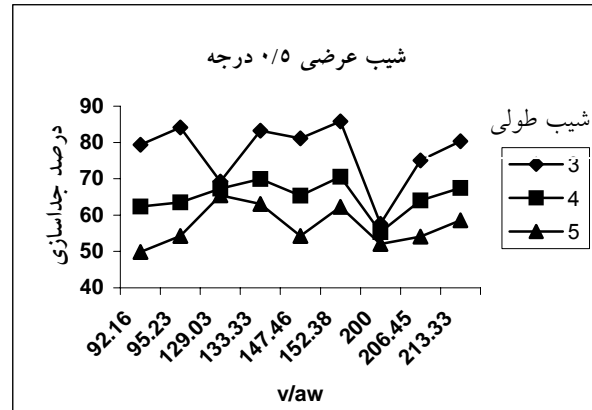
شکل ۴ الف تا خ در صد جداسازی گندم سن زده را نسبت به شیب عرضی و در شرایط شیب طولی، و پارامتر  $V/a\omega$  ثابت نشان می دهد. مقایسه این شکلهای نشان می دهد که افزایش شیب عرضی از ۰/۵ درجه به ۲ درجه به افزایش در صد جداسازی گندم سن زده منجر می شود. این امر در همه حالات دیده می شود و تغییرات در صد جداسازی نسبت به شیب عرضی خطی است. همچنین شکل ۵ الف تا ط در صد جداسازی گندم سن زده را نسبت به شیب طولی و در شرایط شیب عرضی و پارامتر  $V/a\omega$  ثابت را نشان می دهد. مقایسه شکلهای ۵ الف تا ح نیز نشان می دهد که افزایش شیب طولی از ۳ درجه به ۵ درجه به کاهش در صد جداسازی منجر می شود. منحنی ها را در همه حالات می توان با تقریب خوبی

جدا سازی در این حالت به ۹۵/۱۴ درصد می رسد. همچنین مقایسه شکل‌های ۴ و ۵ نشان می دهد که شیب عرضی در عمده موارد اثر کمتری دارد.

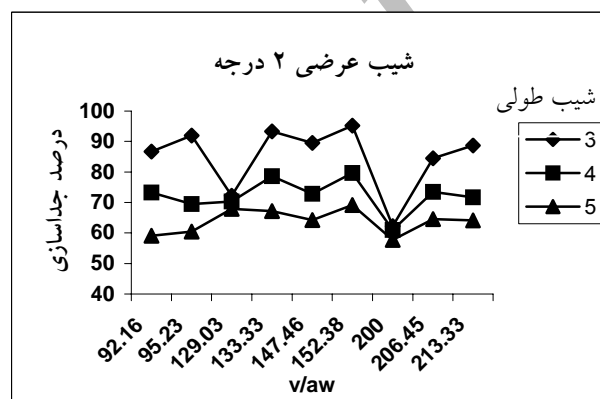
برابر با ۴۵۰ سیکل بر دقیقه، سرعت هوای برابر با ۸ متر در ثانیه، دامنه نوسان برابر با ۷ میلیمتر، شیب عرضی برابر با ۲ درجه و شیب طولی برابر با ۳ درجه) است و در صد



(ب)



(الف)



(ج)

شکل ۶ الف تا ج در صد جداسازی نسبت به مقادیر  $V/aw$  و در شرایط شیب‌های طولی و عرضی

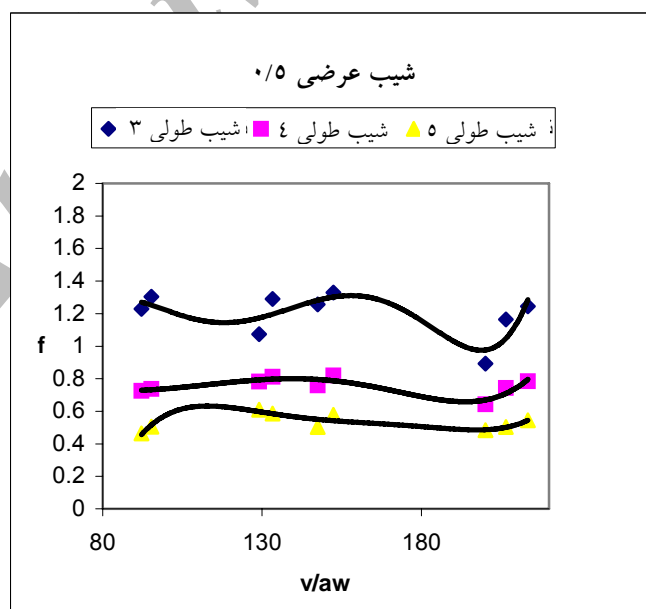
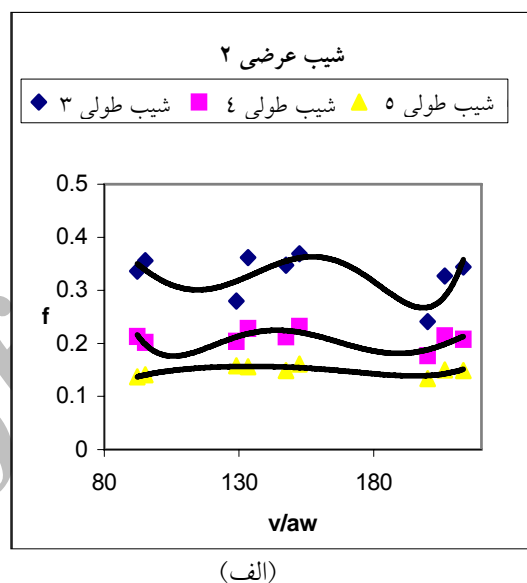
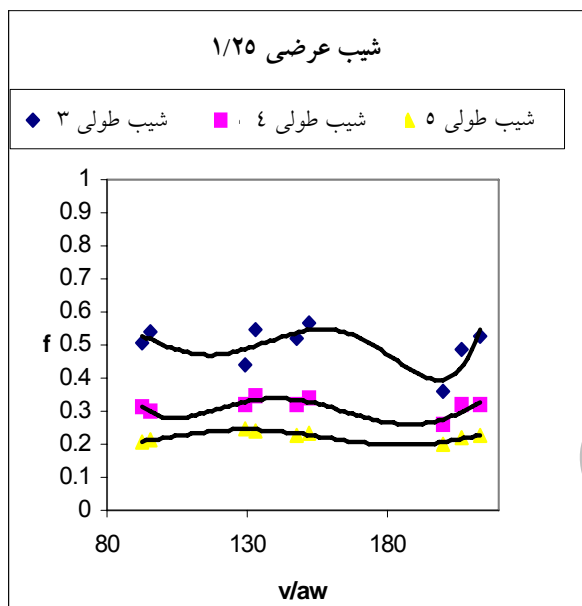
نشان می دهد که انتخاب نا مناسب  $V/aw$  به کاهش شدید در صد جدا سازی می انجامد. تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشها نشان داد که درصد جداسازی با شیب‌های طولی و عرضی به صورت خطی تغییر می کند. لذا رابطه (۳) را می توان به فرم زیر نوشت.

شکل ۶ الف تا پ در صد جداسازی گندم سن زده را نسبت به مقادیر  $V/aw$  و در شرایط شیب‌های طولی و عرضی مختلف نشان می دهد. دیده می شود که به جز در دو مقدار  $V/aw$ ، در سایر موارد درصد جداسازی با مقدار  $V/aw$  تغییر نمی کند. اگرچه بررسی شکل‌های ۶

$$\frac{Q_h}{Q_t} = \alpha_1 \times \alpha_2 \times f\left(\frac{V}{a\omega}\right) \Rightarrow f\left(\frac{V}{a\omega}\right) = \frac{\frac{Q_h}{Q_t}}{\alpha_1 \times \alpha_2} \dots\dots\dots(۴)$$

$\alpha_2$  های مختلف و در مقادیر مختلف  $\alpha_1$ ،  $\frac{Q_h}{Q_t}$ ،  $\frac{V}{a\omega}$  تعیین کرد.

با محاسبه مقادیر  $f$  به ازاء مقادیر مختلف  $\alpha_1$ ،  $\alpha_2$ ،  $\frac{Q_h}{Q_t}$  و  $\frac{V}{a\omega}$  و رسم منحنی های مربوطه می توان فرم تابع  $f$  و ضریب همبستگیهای هر حالت ( $R^2$ ) را به ازاء



شکل ۷ الف تا ج فرم تغییر تابع  $f$  نسبت به  $\alpha_2$ ،  $\frac{V}{a\omega}$  و  $\frac{Q_h}{Q_t}$  در شرایط شیب عرضی

مقدار  $V/a\omega$  و شیب های طولی و عرضی ، و انتخاب رابطه مربوطه از جدول زیر مقدار  $f\left(\frac{V}{a\omega}\right)$  از محور قائم بدست می آید. سپس با استفاده از رابطه ۴ مقدار  $Q_h$  معلوم می شود.

تابع مربوطه و مقادیر ضریب همبستگی ( $R^2$ ) در حالت های مختلف شیب عرضی در زیر نشان داده شده است. از این نتایج می توان برای بدست آوردن  $\frac{Q_h}{Q_t}$  در حالت های مختلف  $\alpha_1$  ،  $\alpha_2$  ،  $V/a\omega$  استفاده کرد. نحوه استفاده از روابط جدول ۲ به این شرح است، با داشتن

جدول ۲ مقادیر ضریب همبستگی  $R^2$ 

تابع	شیب طولی	شیب عرضی	$R^2$
$f = 10^{-9}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 - 7 \times 10^{-7}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 + 0/0002\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 - 0/0266\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 + 1/7023\left(\frac{V}{a\omega}\right) - 40/872$	۳		۰/۶۹
$f = 10^{-10}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 - 7 \times 10^{-8}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 - 10^{-5}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 - 0/0014\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 + 0/0657\left(\frac{V}{a\omega}\right) - 0/362$	۴	۰/۵	۰/۷۹
$f = 4 \times 10^{-10}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 - 3 \times 10^{-7}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 + 10^{-4}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 - 0/0149\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 + 1/138\left(\frac{V}{a\omega}\right) - 33/68$	۵		۰/۸۱
$f = 4 \times 10^{-10}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 - 3 \times 10^{-7}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 + 8 \times 10^5\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 - 0/0107\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 + 0/6665\left(\frac{V}{a\omega}\right) - 15/539$	۳		۰/۶۷
$f = -2 \times 10^{-10}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 + 2 \times 10^{-7}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 - 5 \times 10^{-5}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 + 0/0082\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 - 0/6221\left(\frac{V}{a\omega}\right) + 18/658$	۴	۱/۲۵	۰/۷۳
$f = -6 \times 10^{-11}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 + 5 \times 10^{-8}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 - 10^{-5}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 + 0/002\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 - 0/1386\left(\frac{V}{a\omega}\right) + 3/8396$	۵		۰/۸۹
$f = 2 \times 10^{-10}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 - 2 \times 10^{-7}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 + 4 \times 10^{-5}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 - 0/0053\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 + 0/3106\left(\frac{V}{a\omega}\right) - 6/4721$	۳		۰/۶
$f = -2 \times 10^{-10}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 + 10^{-7}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 - 4 \times 10^{-5}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 + 0/0065\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 - 0/499\left(\frac{V}{a\omega}\right) + 15/053$	۴	۲	۰/۵۸
$f = 2 \times 10^{-11}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^5 - 10^{-8}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^4 + 4 \times 10^{-6}\left(\frac{V}{a\omega}\right)^3 - 0/0005\left(\frac{V}{a\omega}\right)^2 + 0/0389\left(\frac{V}{a\omega}\right) - 1/0211$	۵		۰/۷۵

مقادیر  $R^2$  در جدول فوق نشان می دهد که منحنی های ذکر شده در جدول حداکثر نقاط را پوشش داده است.

#### ۴- نتیجه گیری کلی

۲- سرعت حد گندم سالم  $۸/۶۳$  متر بر ثانیه و سرعت حد گندم سن زده  $۶/۷۲$  متر بر ثانیه تعیین شد. ذکر این نکته لازم است که دانه های گندم در این دستگاه صرفاً بر اساس سرعت حد حرکت نمی کنند. به نظر می رسد

۱- چگالی گندم سن زده  $۱۱۰۲/۲۱$  کیلوگرم در متر مکعب و چگالی گندم سالم  $۱۲۹۸/۶۵$  کیلوگرم در متر مکعب تعیین شد. لذا چگالی گندم سالم  $۱۷/۸۲\%$  در صد بیشتر از چگالی گندم سن زده است.

- on the morphological and physiological development of wheat”, *Journal of the Science of Food Agriculture*, 50(3): 297-309.
- [۲] ایرانی، پرویز (۱۳۶۵)، نتایج تحقیقات و بررسی اثرات آفت سن روی خواص کیفی و ارزش نانوائی گندم، موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ص ۲۳.
- [3] Harrison, H. P. and Blecha, A. (1983), “Screen oscillation and aperture size sliding only”, *Transactions of the ASAE*, 26(2): 343-348
- [4] Silva, W. R. and Marcos Filho, J. (1982), “Effect of weight and size of maize seeds on field performance”, *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 17(12): 1743-1750.
- [5] Patil, V. N. and Sarode, s. d. (1988), “Seed quality studies in wheat as influenced by specific gravity separator”, *Seed research*, 16(1): 114-116.
- [6] Gaul, A. D., Misra, M. K., Bern, C. J. and Hurburgh, C. R. (1986), “Variation of physical properties in gravity separated soybeans”, *Transactions of the ASAE*, 29(40): 1146-1149.
- [7] Feller, R., Mizrach, A., Zaltzman, A. and Schmilovitch, Z. (1981), “Gravity separation over a mesh belt conveyor”, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 26(5): 371-377.
- [8] Balascio, C. C. and Misra, M. K. and Johnson, H. P. (1987), “Particle movement and separation phenomena for a gravity separator: II. Experimental data and performance of distance-transition
- که سرعت هوای مورد استفاده در دستگاه باید حدوداً زیر سرعت حد گندم باشد.
- ۳- افزایش شیب عرضی از ۰/۵ درجه به ۲ درجه و کاهش شیب طولی از ۵ درجه به ۳ درجه باعث افزایش در صد جداسازی گندم سن زده می شود. روند تغییر درصد جدا سازی با این تغییرات خطی است.
- ۴- در مقدار عدد بدون بعد  $V/a\omega$  برابر با ۱۵۲/۳۸ (فرکانس نوسان ۴۵۰ سیکل بر دقیقه، دامنه نوسان ۷ میلیمتر، سرعت هوای ۸ متر در ثانیه، شیب عرضی ۲ درجه و شیب طولی ۳ درجه) بیشترین در صد جداسازی حاصل شده و برابر با ۹۵/۱۴ در صد می باشد. در این حالت گندم خروجی دارای کمترین ضایعات خواهد بود.
- ۵- در مقدار عدد بدون بعد  $V/a\omega$  برابر با ۲۰۰ (فرکانس نوسان ۴۸۰ سیکل در دقیقه، دامنه نوسان برابر با ۵ میلیمتر، سرعت هوا برابر با ۸ متر در ثانیه، شیب عرضی ۲ درجه و شیب طولی ۳ درجه) بیشترین در صد جداسازی گندم سن زده برابر با ۶۲/۱۹ در صد می باشد که نسبت به ۸ حالت دیگر کمتر می باشد. دلیل این امر فرکانس نوسان زیاد میز و رطوبت پایین گندم ها است که باعث عدم دستیابی به الگوی صحیح حرکت دانه ها روی سطح میز است. لذا به نظر می رسد که با حذف فرکانس نوسان ۴۸۰ سیکل در دقیقه روند آزمایشات مطابق بند ۳ گردد.
- ۶- برازش تابعی که نشان دهنده اثرات  $V/a\omega$  باشد بگونه ای انجام شده که حد اکثر نقاط حاصل از آزمایش را پوشش دهد. در نتیجه بطور متوسط حدود ۷۵٪ نقاط آزمایش در مدل تئوری حاضر قرار دارند.

## ۵- منابع

- [1] Every, D., Farrell, J. A. K. and Stufkens, M. W. (1990), “Wheat- bug damage in New Zealand wheat: The feeding mechanism of *Nisus huttoni* and its effect

- ed. Rotter dam: A. A. Balkema, Netherland
- [12] Song, H. and Litchfield, J. B. (1991), "Predicting method of terminal velocity for grain", Transactions of the ASAE, 34(1): 225-230.
- [13] ابروینگ اچ، شیمز ۱۳۷۰، مقدمه ای بر مکانیک سیالات، ترجمه علیرضا انتظاری، تهران، انتشارات فراز، ۹۱۲ص
- Markov models", Transactions of the ASAE, 30(6): 1840- 1846.
- [9] Anonymous. (1999). ASAE Standard 352.2. Moisture measurement-ungrounded grains and seeds. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineering.
- [۱۰] مهدی زاده، ر، (۱۳۷۹)، طراحی و ساخت تونل باد جهت اندازه گیری خواص آیرودینامیکی محصولات کشاورزی. پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۱۸۲
- [11] Klenin, N. I., popov, I. F. and Sakun, V. A. (1986), "Agricultural machines", 1 st

Archive of SID

# Experimental studying of performance of gravity separator apparatus in separation of sunn Pest-Damaged wheat

Mansoor Rasekh<sup>1\*</sup>, Teymoor Tavakoli<sup>2</sup>, Bahar Firooz Abadi<sup>3</sup>, Mohamad Hosein Kianmehr<sup>4</sup>

1- Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Ahvaz Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

2- Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran, Iran

3- Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering., Sharif University of Technology

4- Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery, Faculty of Aborihan, Tehran University, Tehran, Iran

In this research, a gravity separator apparatus was used for separating Sunn Pest-Damaged Wheat from good wheat. Influence of parameters of machine table (longitudinal and latitudinal slopes, oscillation frequency and amplitude and velocity of air) for obtaining of maximum separation of Sunn Pest-Damaged Wheat from good wheat have been studied. Using of dimensional analysis and a model study that is common in fluid mechanic, some dimensionless parameters were produced that were effective in reduction of numbers of parameters. Results showed that increase of latitudinal slope of table from 0.5 to 2 degrees and reduction of longitudinal slope from 5 to 3 degrees increased separation of Sunn Pest-Damaged Wheat. A dimensionless number  $V/a\omega$  which shows ration of innercy force of air current blown to wheat to force arising from oscillation, was considered in ratio of separation. The results of the experiment showed that the separation of Sunn Pest-Damaged Wheat get to maximum 95.14 percent in  $V/a\omega = 152.3$ , longitudinal slope 3 degree, and latitudinal slope 2

**Keywords:** Wheat, Sunn Pest-Damaged, gravity separation, separator

\* Corresponding author E-mail: rasekhm@noavar.com

Archive of SID