

## تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز رقم هوراند

مسعود زابولستانی<sup>۱\*</sup> و محمدباقر خورشیدی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۲۳

۱- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز. ایران

۲- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. تبریز. ایران

\*مسئول مکاتبه: [zabolestani@yahoo.com](mailto:zabolestani@yahoo.com)

### چکیده

برای طراحی ماشین‌های فرآوری پیاز، اطلاع از اندازه، دانسیته، شاخص شکل، زاویه اصطکاک و مقاومت به نفوذ (سفتی بافت) مورد نیاز است. در این تحقیق خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز هوراند با طرح کاملاً تصادفی با ۲۰ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. اندازه سوخ در سه سطح کوچک، متوسط و بزرگ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان دادند که افزایش اندازه سوخ باعث افزایش وزن از ۱۸/۱۶ تا ۱۵۱/۸۵ گرم، میانگین هندسی قطر از ۳۴/۴۹ تا ۶۸/۵۱ میلی‌متر، میانگین حسابی از ۳۴/۵۴ تا ۶۹/۴۲ میلی‌متر، مساحت سطح کل از ۵۲۴۱/۹۸ تا ۱۸۸۲۷/۱۸ میلی‌متر مربع، حجم از ۳۱۵۰۰ تا ۱۷۱۴۰۰ میلی‌متر مکعب، ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از پلاستیک و آهن گالوانیزه به ترتیب از ۰/۳۴ تا ۰/۵۷ و از ۰/۳۷ تا ۰/۵۳، شاخص شکل از ۱/۰۲ تا ۱/۲۲ در سوخ‌های پیاز می‌گردد. دانسیته حقیقی، ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از چوب و مقاومت به نفوذ در سوخ‌های بزرگ و متوسط تفاوتی نداشته اما بیشتر از سوخ‌های کوچک بود و مقدار آن‌ها به ترتیب از ۷۷۲/۳ تا ۸۸۶/۶ کیلوگرم بر مترمکعب، ۰/۳۲ تا ۰/۴۱ و ۵/۶۶ تا ۶/۵۰ کیلوگرم نیرو افزایش یافت. با این وجود سوخ‌های بزرگ از نظر اصطکاک آسیب‌پذیرتر از سوخ‌های متوسط و کوچک بودند.

واژه‌های کلیدی: *Alium cepa L.*، پیاز، رقم هوراند، خواص مکانیکی، خواص فیزیکی

### ۱- مقدمه

پیاز خوراکی یکی از محصولات مهم ایران با سطح زیر کشت ۶۳/۶۸ هزار هکتار و تولید ۲/۴۳ میلیون تن است. استان آذربایجان شرقی نیز با سطح زیر کشت ۳۲۵۶ هکتار، میزان تولید ۱۴۶۳۹۴ تن و عملکرد ۴۴۹۶۸/۲ کیلوگرم در هکتار را در کشور داراست (بی‌نام، ۱۳۹۵). صادرات محصولات کشاورزی یکی از اهداف اصلی به‌منظور جذب ارز برای کشور و رها شدن از وابستگی به صدور نفت است. در این راستا جلوگیری از ضایعات محصول حین انتقال و فرآیندهای پس از برداشت، از اهمیت خاصی برخوردار بوده و متاثر از خواص فیزیکی و مکانیکی است. برای این که بتوان به‌چنین مقاصدی دست پیدا کرد استفاده از تکنولوژی‌های پس از برداشت مناسب برای هر محصول کشاورزی لازم است.

برای طراحی ماشین‌های جور کردن، درجه‌بندی، هوادهی محصول در انبار، انتقال جرم و حرارت در طی فرآیندهای حرارتی و صدمه ندیدن محصول نظیر خراش و سائیدگی سطحی در فرآیند انتقال، اطلاع از اندازه، چگالی، شاخص شکل، زاویه اصطکاک، زاویه

قرارگیری، مقاومت به تغییر شکل و مقاومت به نفوذ (سفتی بافت) مورد نیاز است.

به‌علت عدم وجود اطلاعاتی راجع به خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز و برای درک رفتار محصول در طول عملیات پس از برداشت، انجام تحقیقی در این زمینه قابل توجه است.

آزاد عسگرخانلو و همکاران (۱۳۹۵) برخی خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز قرمز آذرشهر را آزمایش کردند. نتایج آنها نشان دادند که میانگین خصوصیات ابعادی شامل طول، عرض، ضخامت و قطر میانگین هندسی، قطر میانگین حسابی، کرویت، مساحت سطح، جرم و حجم به ترتیب ۶۲/۸۴ میلی‌متر، ۵۷/۲۳ میلی‌متر، ۵۴/۱۴ میلی‌متر، ۵۷/۹۲ میلی‌متر، ۵۸/۰۷ میلی‌متر، ۹۱/۹۴ درصد، ۱۱۱۰/۱۶۳ میلی‌متر مربع، ۷۷/۱۲ گرم و ۸۰/۵۹ مترمکعب بود.

مایز کالسکی (۲۰۱۶) برای پیشنهاد روش مدل‌سازی ریاضی شکل سوخ پیاز واریته داچ، سوخ‌هایی با ابعاد نزدیک به ابعاد میانگین آن‌ها (طول ۶۵/۸، عرض ۵۶ و ضخامت ۵۵/۴ میلی‌متر) را انتخاب کرد.

ابهایویک و همکاران (۲۰۰۲) خواص فیزیکی سه رقم پیاز خشک Spirit, Sweet Vidalia و Niz را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که خواص فیزیکی پیاز با تغییرات رطوبت به طور خطی تغییر می کند و تغییرات چگالی از یک معادله پلی نومیال درجه دوم پیروی و از ۹۷۰ تا ۱۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب تغییر می یابد.

ماو و همکاران (۱۹۹۶) خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز رقم Granex Grano را مورد آزمایش قرار دادند. طبق نتایج ایشان وزن متوسط، سطح کل، حجم، چگالی و قطرهای قطبی و استوایی به ترتیب ۹۸ گرم، ۱۱۱۰۰ میلی متر مربع، ۹۵۰۰۰ میلی متر مکعب، ۱۱۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، ۶۲ و ۴۲ میلی متر بودند. آن ها همچنین دریافتند که نیروی شکست و نفوذ به ترتیب ۲۶/۴ و ۲۵ نیوتن بودند.

اویدا و همکاران (۱۹۹۶) بیان کردند که در سوخ های پیاز مصری رقم Giza6 Mohassan میانگین قطرهای قطبی و استوایی به ترتیب ۷۴ و ۵۲ میلی متر و میانگین حجم آن ها  $10^3 \times 187/6$  میلی متر مکعب بود. آن ها همچنین گزارش کردند که درجه سختی پیاز (مقاومت به نفوذ) معادل ۸/۷۸ کیلوگرم نیرو در زمان برداشت بوده و سختی سوخ ها با افزایش زمان انبار کردن، کاهش یافته و مقدار آن به ۷/۳۸، ۸/۳۸، ۷/۹۴ و ۷/۳۸ کیلوگرم نیرو به ترتیب بعد از ۲، ۴ و ۶ ماه انبارداری رسید.

چهار اندازه پیاز رقم Abo-fatal (کوچک، متوسط، بزرگ و خیلی بزرگ) توسط عبدالغفار و هیندی (۱۹۸۴) آزمایش و نتیجه گیری شد که میانگین قطر قطبی برای آن صفات به ترتیب ۴۰/۴۵، ۴۷، ۴۷/۹۴ و ۵۲/۴۰ میلی متر، میانگین قطر استوایی به ترتیب ۳۹/۰۷، ۵۶ و ۶۰/۴۰ میلی متر، و میانگین وزن، دانسیته حقیقی و ظاهری به ترتیب برابر ۱۷۷ گرم، ۹۷۶ و ۵۸۶ کیلوگرم بر مترمکعب بودند.

هدف این تحقیق اندازه گیری و بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی در سوخ های پیاز هوراند بود که بر روی کیفیت خارجی سوخ ها برای استفاده در طراحی ماشین های حمل و نقل و فرآوری انجام شد.

## ۲- مواد و روش ها

در این مطالعه خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز هوراند در یک طرح پایه کاملاً تصادفی با ۲۰ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. اندازه پیاز در سه سطح کوچک، متوسط و بزرگ مورد ارزیابی قرار گرفت. سوخ های پیاز در هر رقم از نظر اندازه قطر بزرگ به سه گروه کوچک (کوچک تر از ۴۰ میلی متر)، متوسط (بین ۴۰ تا ۷۰ میلی متر) و بزرگ (بزرگ تر از ۷۰ میلی متر) تقسیم شدند (استاندارد ASAE، ۲۰۰۳).

برای هر سه گروه اندازه گیری ابعاد خطی، وزن، حجم، وزن مخصوص حقیقی، ضریب اصطکاک استاتیکی، مقاومت به نفوذ، همچنین قطر هندسی، قطر حسابی، مساحت سطح کل و شاخص

سونیتا و همکاران (۲۰۱۶) برای تعیین خواص فیزیکی پیاز آرکا کیرتیمان مطالعه ای انجام داده و دانسیته ظاهری و حقیقی آن را به ترتیب ۵۲۰ و ۹۷۵/۴ کیلوگرم بر مترمکعب و ضریب اصطکاک استاتیکی آن را بر روی سطوحی از شیشه و استیل به ترتیب ۰/۵۲۱ و ۰/۵۵۶ گزارش کردند.

کاوری و تیروپاتی (۲۰۱۵) خواص هندسی و فیزیکی سوخ های پیاز متراکم را برای طراحی ادوات فرآوری، سورتینگ، انتقال و فرآیند انتقال حرارت مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمودند که مساحت سطح آن ها بین ۷/۰ تا ۳۰/۵ سانتی مترمربع بود.

عامر عیسی و گاما (۲۰۱۴) خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز رقم (Giza20) را بررسی و گزارش کردند که میانگین جرم ۱۱۱ گرم، قطر استوایی ۶۴ میلی متر، قطر قطبی ۵۶ میلی متر، حجم ۱۱۵ سانتی مترمکعب، مساحت ۱۱۹ سانتی مترمربع، استحکام (۵۶ نیوتن در قطر قطبی و ۵۵ نیوتن در قطر استوایی) و مقاومت به سوراخ شدن (۲۶ نیوتن در قطر قطبی و ۲۰ نیوتن در قطر استوایی) بود.

غفاری و همکاران (۲۰۱۳) خواص فیزیکی سه وارسته پیاز ایرانی را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که میانگین قطر قطبی از ۴۶/۹۳ تا ۵۹/۸۲ و قطر استوایی از ۴۶/۶۳ تا ۵۹/۸۲ میلی متر، میانگین شاخص شکل برای پیاز قرمز آذرشهر، سفید کاشان و زرد اصفهان به ترتیب ۱/۰۰۴، ۱/۰۰۱ و ۱/۰۹۹، ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی چوب از ۰/۲۴۳ تا ۰/۸۲۱، بر روی سطحی از آهن گالوانیزه از ۰/۱۹۵ تا ۰/۹۱۶ بود.

اسدی و همکاران (۱۳۸۹) خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز گل نرگس، رقم شهلا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که مقادیر متوسط وزن، حجم، قطر متوسط هندسی، مساحت سطح رویه و چگالی به ترتیب ۲۲/۱۴ گرم، ۲۵ میلی لیتر، ۳۸/۸۳ میلی متر، ۴۷۳۹ میلی متر مربع و ۸۴۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود.

پهنسای و همکاران (۲۰۰۴) در یک تحقیق خواص فیزیکی و مکانیکی سه رقم پیاز مصری سفید (Giza6)، قرمز (Beheri) و زرد (Giza20) را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که برای تمامی ارقام، قطر قطبی بین ۵۱/۲ تا ۶۲ میلی متر بود. همچنین، میانگین قطر هندسی، میانگین قطر حسابی، سطح کل، سطح مقطع و وزن را برای همه ارقام به ترتیب در محدوده ۵۴/۸ تا ۵۹/۸، ۵۵ تا ۶۰/۱ میلی متر، ۳۲۳۰ تا ۲۸۸۱ میلی متر مربع، ۲۳۹۶ تا ۲۹۵۲ میلی متر مربع و ۷۸/۷ تا ۱۱۵/۳ گرم گزارش شدند. حجم در محدوده ۷۷۲۰۰ تا ۱۰۸۸۰۰ میلی متر، چگالی از ۱۰۴۰ تا ۱۱۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب، زاویه غلت بین ۲۰ تا ۳۱ درجه در حالت موقعیت قرارگیری پایدار و از ۱۴ تا ۲۳ درجه برای موقعیت قرارگیری ناپایدار، ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سه سطح پلاستیک، چوب و آهن گالوانیزه از ۰/۶۷ تا ۱/۳۴، نیروی شکست از ۳۴۱/۴ تا ۹۸۰/۷ نیوتن و نیروی نفوذ از ۲۶/۱ تا ۴۵/۵ نیوتن گزارش شدند.

کرده و با افزایش شیب کاهش می‌یابد و به زاویه شیب بستگی دارد که تانژانت آن زاویه، عبارت از ضریب اصطکاک استاتیکی است. ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سه سطح چوب، پلاستیک و آهن گالوانیزه آزمایش شد:

ضریب اصطکاک برای سوخ پیاز بر روی سه سطح پلاستیک، آهن گالوانیزه و چوب با استفاده از دستگاه (شکل ۱ بالا) تعیین شد. هر سوخ روی سطح مورد نظر قرار گرفته و سپس سطح شیب‌دار به آرامی کج شد تا سوخ بدون این که بغلتد شروع به حرکت نماید. ضریب اصطکاک ( $\mu$ ) عبارت است از تانژانت زاویه شیب سطح نسبت به افق ( $\varphi$ ) که اندازه‌گیری شد ( $\mu = \tan \varphi$ ) (غفاری و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل ۱- دستگاه تعیین ضریب اصطکاک استاتیکی (بالا) و دستگاه نفوذسنج مورد استفاده (پایین)

نیروی نفوذ یا سوراخ کردن سوخ پیاز به وسیله یک نفوذسنج (شکل ۱ پایین) مدل FT327 با دقت ۰/۱ کیلوگرم نیرو که قطر نوک آن ۸ میلی‌متر بود به محصول اعمال شد تا باعث سوراخ شدن سوخ گردد. این نیرو به‌عنوان شاخصی از مقاومت مکانیکی سوخ در انتقال محصول در حین برداشت یا پس از آن محسوب می‌شود. نفوذسنج با زاویه ۴۵° نسبت به محور قطبی در چهار نقطه به سوخ اعمال و میانگین آن‌ها در تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد (بهنساوی و همکاران، ۲۰۰۴؛ ماو و همکاران، ۱۹۹۶).

شکل سوخ‌های پیاز تعیین شد. قبل از انجام آزمایش‌ها رطوبت نمونه‌ها با استفاده از روش آن تعیین شد. قطر قطبی ( $D_p$ ) که عبارت است از فاصله بین تاج یا رأس پیاز و ته آن (نقطه‌ای که ریشه به آن اتصال دارد) و قطر استوائی ( $D_e$ ) که عبارت است از عرض بیشینه پیاز از نمای قائم عمود بر قطر قطبی اندازه‌گیری شدند (آزاد عسگرخانلو و همکاران، ۱۳۹۵؛ غفاری و همکاران، ۲۰۱۳؛ کاوری و تیروپاتی، ۲۰۱۵؛ بهنساوی و همکاران، ۲۰۰۴ و ماو و همکاران، ۱۹۹۶).

دو قطر و ضخامت سوخ پیاز با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. میانگین قطر هندسی (برحسب میلی‌متر) از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$D_{gm} = \sqrt[3]{D_e \times D_p \times T} \quad (1)$$

که در آن  $T$  قطر عمود بر قطر استوائی برحسب میلی‌متر است. میانگین قطر حسابی برحسب میلی‌متر از رابطه (۲) محاسبه شد.

$$D_{am} = \frac{(D_e + D_p + T)}{3} \quad (2)$$

شاخص شکل نیز که برای برآورد شکل سوخ پیاز بکار می‌رود از رابطه (۳) محاسبه شد (کاوری و تیروپاتی، ۲۰۱۵؛ عبدالغفار و هیندی، ۱۹۸۴).

$$I_{shape} = \frac{D_e}{\sqrt{D_p \times T}} \quad (3)$$

که اگر این شاخص بزرگ‌تر از ۱/۵ باشد آن را بیضی‌گون (تخم‌مرغی شکل) و اگر کوچک‌تر از ۱/۵ باشد کروی در نظر می‌گیرند.

سطح کل پیاز عبارت است از کل مساحت بیرونی پیاز که ریشه و تاج آن را قطع کرده باشند. این سطح با پیچیدن فویل دور سوخ پیاز و سپس اندازه‌گیری سطح فویل انجام گرفت (با مقایسه وزن فویلی که سطح پیاز با آن اندازه‌گیری شده بود با وزن فویلی که سطح مشخصی داشت انجام شد (بهنساوی و همکاران، ۲۰۰۴ و محسنین، ۱۹۹۶). دانسیته حقیقی نمونه‌ها به وسیله روش جابجایی آب محاسبه گردید. به این صورت که ۲۰ عدد سوخ پیاز وزن شده با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ به‌طور جداگانه در داخل یک سیلندر با گنجایش ۱۰۰۰ میلی‌لیتر که تا ۵۰۰ میلی‌لیتر آن از آب مقطر پر شده بود، قرار داده شد. میزان افزایش حجم آب نشان‌دهنده حجم واقعی پیاز بود. با استفاده از دو مقدار وزن و حجم واقعی، دانسیته حقیقی محاسبه شد. برای هر مورد اندازه‌گیری روی ۲۰ سوخ انجام و میانگین آن‌ها به‌عنوان دانسیته حقیقی منظور شد.

ضریب اصطکاک استاتیکی عبارت است از نسبت نیروی مورد نیاز برای لغزیدن سوخ روی سطح تقسیم بر نیروی عمودی که سوخ را به طرف سطح فشار می‌دهد که با تغییر زاویه شیب مقدارش فرق

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱ وزن سوخها

نتایج میانگین وزن اندازه کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۱۸/۱۶، ۸۳/۵۲ و ۱۵۱/۸۵ گرم اندازه گیری شد. عامر عیسی و گاماً (۲۰۱۴) برای پیاز رقم (Giza20) گزارش کردند که میانگین جرم ۱۱۱ گرم بود. ماو و همکاران (۱۹۹۶) نیز وزن متوسط پیاز رقم Granex Grano را ۹۸ گرم به دست آوردند. همچنین بهنساوی و همکاران (۲۰۰۴) خواص فیزیکی و مکانیکی سه رقم پیاز مصری سفید (Giza6)، قرمز (Beheri) و زرد (Giza20) را بررسی کرده و وزن را برای تمامی ارقام بین ۷۸/۷ تا ۱۱۵/۳ گرم گزارش نمودند که هر سه نتیجه با وزن سوخهای متوسط این پژوهش مطابقت داشته و نتایج این تحقیق (حدود ۸۴ گرم میانگین کل) را تایید می کند.

#### ۳-۲ میانگین هندسی قطر

نتایج میانگین قطر هندسی اندازه کوچک، متوسط و بزرگ پیازها به ترتیب مقادیر ۳۴/۴۹، ۵۶/۸۵ و ۶۸/۵۱ میلی متر بودند. عامر عیسی و گاماً (۲۰۱۴) برای پیاز رقم (Giza20) گزارش کردند که میانگین قطر استوایی ۶۴ میلی متر و قطر قطبی ۵۶ میلی متر بود که با نتیجه این پژوهش مطابق است. بهنساوی و همکاران (۲۰۰۴) برای سه رقم پیاز مصری سفید (Giza6)، قرمز (Beheri) و زرد (Giza20) نتایج مشابهی را در محدوده ۵۴/۸ تا ۵۹/۸ میلی متر گزارش کردند که با نتایج سوخهای متوسط تحقیق حاضر مشابهت دارد (متوسط ۵۳/۲۸ میلی متر).

#### ۳-۳ میانگین حسابی قطر

بررسی نتایج به دست آمده نشان داد که میانگینهای حسابی قطر اندازه کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب مقادیر ۳۴/۵۴، ۵۷/۱۸ و ۶۹/۴۲ میلی متر بودند. بهنساوی و همکاران (۲۰۰۴) نیز برای سه رقم پیاز مصری سفید (Giza6)، قرمز (Beheri) و زرد (Giza20) نتایج مشابهی (میانگین قطر حسابی را در محدوده ۵۵ تا ۶۰/۱ میلی متر) گزارش کردند. همان طوری که مشخص است، میانگین حسابی بیشتر از میانگین هندسی قطرهاست (متوسط ۵۳/۷۱ میلی متر).

#### ۳-۴ مساحت سطح خارجی سوخها

از نظر میانگین سطح اندازه کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب مقادیر ۵۲۴۱/۹۸، ۱۳۶۳۰/۰۲ و ۱۸۸۲۷/۱۸ میلی متر مربع بودند. آزاد عسگرخانلو و همکاران (۱۳۹۶) برخی از خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز قرمز را بررسی و مساحت سطح سوخها را ۱۱۱۰/۱/۶۳ میلی متر مربع به دست آوردند. عامر عیسی و گاماً (۲۰۱۴) خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز رقم (Giza20) را بررسی و گزارش کردند که میانگین مساحت ۱۱۹ سانتی متر مربع بود. ماو و همکاران

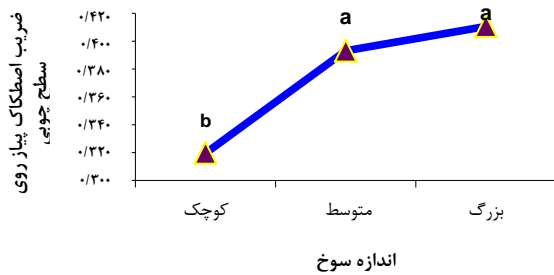
(۱۹۹۶) خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز رقم Granex Grano را مورد آزمایش قرار داده و سطح کل را ۱۱۱۰۰ میلی متر مربع نتیجه گرفتند. هر سه نتیجه با مساحت سوخهای بین گروه های کوچک و متوسط تحقیق ما مشابه بود.

#### ۳-۵ حجم سوخها

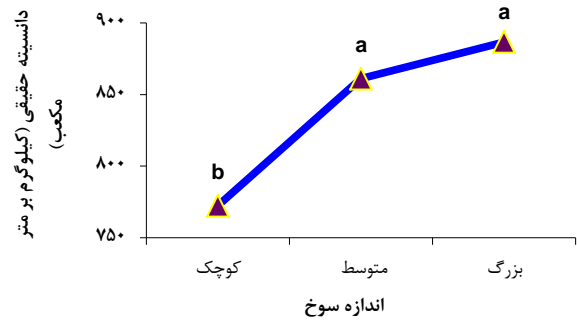
نتایج به دست آمده نشان دادند که اندازه بزرگتر رقم هوراند با مقدار ۱۷۱۴۰۰ میلی متر مکعب، اندازه متوسط با مقدار ۷۳۸۰۰ میلی متر مکعب و اندازه های کوچکتر با مقدار ۲۱۵۰۰ میلی متر مکعب بودند. عامر عیسی و گاماً (۲۰۱۴) گزارش کردند که میانگین حجم سوخها ۱۱۵ سانتی متر مکعب بود و بهنساوی و همکاران (۲۰۰۴) نیز برای سه رقم پیاز مصری سفید (Giza6)، قرمز (Beheri) و زرد (Giza20) میانگین حجم را در محدوده ۷۷۲۰۰ تا ۱۰۸۸۰۰ میلی متر مکعب به دست آوردند که بین سوخهای متوسط و بزرگ در سوخهای مورد آزمایش این تحقیق قرار می گیرند. آزاد عسگرخانلو و همکاران (۱۳۹۶) حجم سوخهای پیاز قرمز را ۸۰/۵۹ سانتی متر مکعب و ماو و همکاران (۱۹۹۶) حجم پیاز رقم Granex Grano را ۹۵۰۰۰ میلی متر مکعب به دست آوردند. این نتایج با حجم سوخهای متوسط مطالعه حاضر مشابه می باشند. اویدا و همکاران (۱۹۹۶) برای سوخهای پیاز مصری رقم Giza6 و Mohassan حجم را ۱۸۷۶۰۰ میلی متر مکعب گزارش کردند که با حجم سوخهای بزرگ این پژوهش مطابقت دارد.

#### ۳-۶ دانسیته حقیقی

مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد که هر چه اندازه سوخهای پیاز از نظر ابعاد بزرگتر باشد دانسیته حقیقی آنها نیز افزایش می یابد (شکل ۲). به طوری که مقادیر آن برای سوخهای کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۷۷۲/۳، ۸۶۱/۴ و ۸۸۶/۶ کیلوگرم بر متر مکعب بود. یعنی با افزایش اندازه سوخها دانسیته حقیقی هم افزایش می یابد. یعنی افزایش اندازه سوخهای پیاز باعث افزایش بیشتر وزن در اثر تجمع ماده خشک نسبت به افزایش حجم آن است. ماو و همکاران (۱۹۹۶) دانسیته پیاز رقم Granex Grano را ۱۱۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب ولی عبدالغفار و هیندی (۱۹۸۴) در چهار اندازه پیاز رقم Abo-fatal (کوچک، متوسط، بزرگ و خیلی بزرگ) دانسیته حقیقی را ۹۷۶ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش کردند. همچنین بهنساوی و همکاران (۲۰۰۴) با مطالعه خواص فیزیکی و مکانیکی سه رقم پیاز مصری سفید (Giza6)، قرمز (Beheri) و زرد (Giza20) گزارش نمودند که برای تمامی ارقام چگالی از ۱۰۴۰ تا ۱۱۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب بود. اختلاف موجود در نتایج این تحقیق با پژوهشهای ماو و بهنساوی می تواند به دلیل کمتر بودن رطوبت نمونه های آنها در مقایسه با نمونه های این تحقیق باشد.



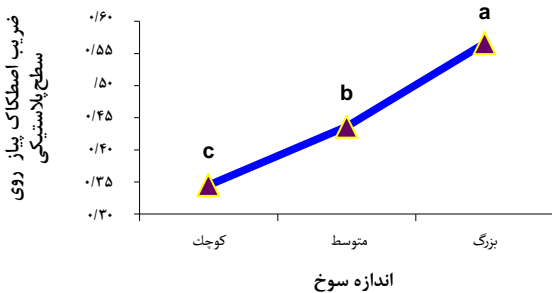
شکل ۳- اثر اندازه سوخها بر تغییرات ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطح چوبی



شکل ۲- اثر اندازه سوخها بر روی دانشیته حقیقی آن‌ها

### ۷-۳-۲ ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از پلاستیک

اثر سطوح مختلف اندازه‌های سوخ‌های پیاز، از نظر ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی پلاستیک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد. مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف اندازه سوخ‌ها نشان‌دهنده قرار گرفتن آن‌ها در گروه‌های مختلف بود. به‌طوری‌که اندازه بزرگ با مقدار ۰/۵۷ در گروه a، و اندازه متوسط با مقدار ۰/۴۴ در گروه b، و اندازه‌های کوچک با مقدار ۰/۳۴ در گروه c، قرار گرفته و با افزایش اندازه سوخ‌ها، ضریب اصطکاک استاتیکی آن‌ها افزایش یافت. این افزایش به دلیل افزایش چسبندگی نمونه‌ها به سطح مورد آزمایش در اثر بالا رفتن میزان مؤلفه نیروی عمودی سوخ‌ها است (شکل ۴). یعنی می‌توانیم سه گروه کوچک، متوسط و بزرگ سوخ‌ها را با عبور دادن از سطح پلاستیک از همدیگر جدا کنیم.



شکل ۴- اثر اندازه سوخها بر ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطح پلاستیکی

### ۷-۳-۳ ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از آهن گالوانیزه

از نظر ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از آهن گالوانیزه بین سطوح مختلف اندازه‌های سوخ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین داده‌های مربوط نشان می‌دهد که با افزایش اندازه، ضریب اصطکاک استاتیکی

### ۷-۳-۱ ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از چوب

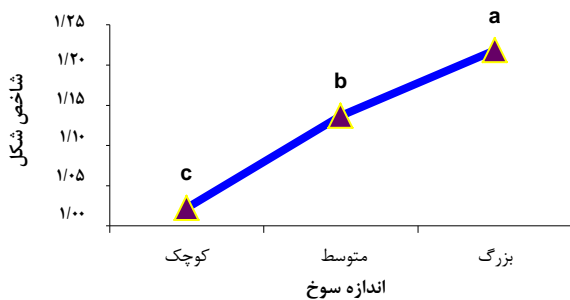
### ۷-۳-۱ ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از چوب

از نظر ضریب اصطکاک استاتیکی روی سطح چوبی، سوخ‌های متوسط و بزرگ با هم اختلافی نداشته و یکی بودند ولی این دو با سوخ‌های کوچک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف اندازه سوخ‌ها نشان‌دهنده قرار گرفتن آن‌ها در دو گروه مختلف بود. یعنی نمی‌توانیم این سه گروه کوچک، متوسط و بزرگ را با عبور دادن از سطح چوب از همدیگر جدا کنیم، بلکه به دو گروه کوچک و بزرگ تقسیم می‌شود. سوخ‌های با اندازه کوچک با ۰/۳۲ کم‌ترین و سوخ‌های با اندازه بزرگ با مقدار ۰/۴۱ بیش‌ترین مقدار ضریب اصطکاک استاتیکی را داشته و سوخ‌های با اندازه متوسط با ضریب اصطکاک استاتیکی ۰/۳۹ بین آن‌ها قرار گرفتند. به عبارتی دیگر، با افزایش اندازه سوخ‌ها، ضریب اصطکاک استاتیکی آن‌ها افزایش یافت. این افزایش به دلیل افزایش چسبندگی نمونه‌ها به سطح مورد آزمایش در اثر بالا رفتن میزان مؤلفه نیروی عمودی سوخ‌ها است (شکل ۳). محسنین نشان داد که نیروی اصطکاک بستگی به بار عمودی (مثل وزن)، مساحت سطح لغزیدن (مثل شکل محصول)، سرعت لغزیدن (مثل جنس سطح) و نهایتاً طبیعت محصول دارد، بنابراین در تحقیق پیش‌رو این نتایج می‌تواند منتج از اندازه و شکل سوخ یا جنس سطح باشد مثلاً اگر سوخ‌های کوچک را روی سه سطح با جنس‌های مختلف در نظر بگیریم ملاحظه می‌شود که روی سطح آهن گالوانیزه به علت طبیعت سوخ و چسبندگی، بیشتر از چوب و پلاستیک بود. بنابراین، اندازه پیاز تاثیری در ضریب اصطکاک استاتیکی نداشته است. از طرف دیگر چسبندگی بین پیاز و سطح اصطکاک‌ی روی چوب و پلاستیک کم بوده است و در این شرایط تاثیر شکل و اندازه موثرتر بوده است.

به‌نسای و همکاران (۲۰۰۴) در سه رقم پیاز مصری سفید (Giza6)، قرمز (Beheri) و زرد (Giza20) ضریب اصطکاک استاتیکی را بر روی سطح پلاستیک، چوب و آهن گالوانیزه از ۰/۶۷ تا ۱/۳۴ اعلام کردند. اختلاف نتایج دو تحقیق می‌تواند به دلیل تفاوت طبیعت سوخ‌های ایرانی و مصری باشد.

### ۳-۹ شاخص شکل

تأثیر سطوح مختلف اندازه سوخ بر شاخص شکل در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. میانگین داده‌های مربوط به سطوح مختلف اندازه پیاز نشان می‌دهد که با افزایش اندازه، شاخص شکل سوخ‌های پیاز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوری‌که میانگین شاخص شکل اندازه‌های کوچک، متوسط و بزرگ به‌ترتیب مقادیر ۱/۰۲۲، ۱/۱۴ و ۱/۲۲ بودند (شکل ۷). این نتایج نشان می‌دهد با آن که تمامی سوخ‌های هوراند شکلی کروی دارند اما هرچه بزرگ‌تر می‌شوند به‌شکل بیضی‌گون نزدیک‌تر می‌شوند. نتایج غفاری و همکاران (۲۰۱۳) هم برای پیازهای زرد و قرمز و سفید شکل کروی بود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. شکل سوخ در طراحی ماشین‌های سورتینگ و از نظر بازارپسندی مهم است.



شکل ۷- اثر اندازه سوخ‌ها بر شاخص شکل

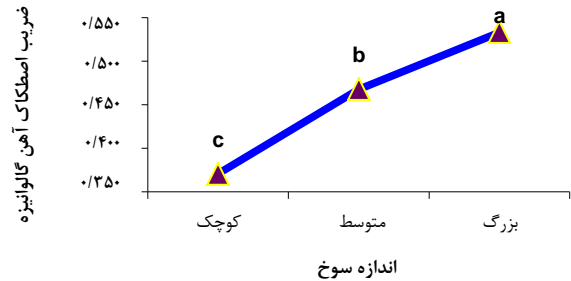
### ۴- نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان دادند که افزایش اندازه سوخ باعث افزایش ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از جنس پلاستیک و آهن گالوانیزه و شاخص شکل در سوخ‌های پیاز می‌گردد. با افزایش اندازه سوخ، ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از جنس چوب، دانسیته حقیقی و نیروی مورد نیاز برای نفوذ در رقم هوراند افزایش یافت اما این افزایش در مورد سوخ‌های متوسط و بزرگ معنی‌دار نبود. سوخ‌های بزرگ پیاز هوراند را در انبار می‌توان زیر سوخ‌های متوسط و سوخ‌های کوچک را بالای متوسط‌ها نگهداری نمود. سوخ‌های بزرگ از نظر اصطکاک آسیب‌پذیرتر از سوخ‌های متوسط و کوچک هستند. با این‌که تمامی سوخ‌های هوراند شکلی کروی دارند اما هرچه بزرگ‌تر می‌شوند به شکل بیضی‌گون نزدیک‌تر می‌شوند.

### پیشنهادها

با توجه به تنوع ارقام ایرانی پیاز، پیشنهاد می‌شود ارقام مختلف منطقه و کشور از جمله قلی قیسی زنجان، قرمز ری، قرمز نیشابور، درچه اصفهان، سفید قم، سفید کاشان، سفید خمین و غیره نیز به-تفکیک از نظر خواص فیزیکی و مکانیکی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند و نتایج آن‌ها در طراحی و ساخت ماشین‌های فراوری مدنظر قرار گیرند.

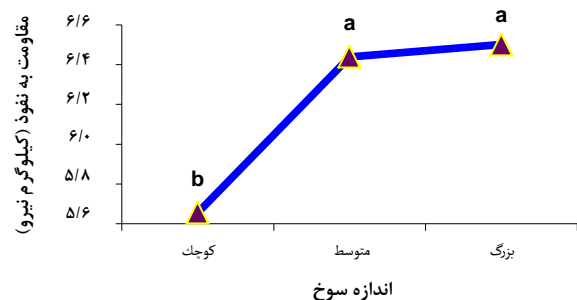
سوخ‌های پیاز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوری‌که میانگین-های سطوح اندازه کوچک، متوسط و بزرگ به‌ترتیب مقادیر ۰/۳۷، ۰/۴۷ و ۰/۵۳ بودند (شکل ۵). یعنی می‌توان سه گروه کوچک، متوسط و بزرگ سوخ‌ها را با عبور دادن از سطح آهن گالوانیزه از هم‌دیگر جدا کرد.



شکل ۵- اثر اندازه سوخ‌ها بر ضریب اصطکاک استاتیکی بر روی سطحی از آهن گالوانیزه

### ۳-۸ نیروی نفوذ یا سوراخ کردن پیاز

اثر اندازه سوخ‌های پیاز بر نیروی نفوذ یا سوراخ کردن سوخ پیاز در سطح احتمال ۱ درصد، معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان-دهنده قرار گرفتن آن‌ها در گروه‌های مختلف بود به‌طوری‌که اندازه بزرگ و متوسط هوراند با مقدار ۶/۴۴ و ۶/۵۰ کیلوگرم نیرو در گروه a و اندازه کوچک با مقدار ۵/۶۶ کیلوگرم نیرو در گروه b قرار گرفتند (شکل ۶). با افزایش اندازه سوخ‌ها مقدار نیروی لازم برای نفوذ در آن‌ها افزایش یافت. عامر عیسی و گاماً (۲۰۱۴) گزارش کردند که میانگین سفتی سوخ پیاز رقم (Giza20) در قطب ۵۶ نیوتن و در استوا ۵۵ نیوتن بود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. ما و همکاران (۱۹۹۶) در پیاز رقم Granex Grano نتیجه گرفتند که نیروی نفوذ ۲/۵۵ کیلوگرم نیرو بود. ولی بهنساوی و همکاران (۲۰۰۴) در سه رقم پیاز مصری سفید (Giza6)، قرمز (Beheri) و زرد (Giza20) مقادیر نیروی نفوذ را از ۲/۶۶ تا ۴/۶۴ کیلوگرم نیرو اعلام کردند. این نتایج نشان می‌دهد که سوخ‌های تحقیق حاضر سفت‌تر از سوخ‌های مورد آزمایش ما و بهنساوی بود. اگر چه سفتی سوخ همواره با بهتر شدن کامل مزه بستگی ندارد ولی مصرف کنندگان هنوز هم موقع خرید از آن استفاده می‌کنند.



شکل ۶- اثر اندازه سوخ‌ها بر نیروی موردنیاز برای نفوذ به سوخ-های رقم هوراند

## منابع

- آزاد عسگرخانلو ک، مهدوی امین م. و قمری ب. ۱۳۹۶. **برخی خواص فیزیکی و مکانیکی پیاز قرمز**. هفتمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار. تهران. مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار- موسسه آموزش عالی مهر اروند. تیر ۱۳۹۶.
- بی نام. ۱۳۹۵. **آمارنامه کشاورزی. سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳**، جلد اول، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور برنامه ریزی اقتصادی و بین المللی دفتر آمار و فن آوری اطلاعات. ۱۳۹۵.
- زابلستانی م. و طباطبایی فر س. الف. ۱۳۸۶. **تاثیر میزان رطوبت بر ضریب اصطکاک استاتیکی سه رقم مغز بادام**. سومین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. شیراز. اردیبهشت ۱۳۸۶.
- Abdel-Gaffar E. A. and Hindey F. I. 1984. **Linear airflow resistance of onion**. J. Agr. Res. Tanta Univ., 10 (3), 721-735.
- Abhayawick L., Laguerre J. C., Tauzin V., Duguenoy A. 2002. **Physical properties of three onion varieties as affected by moisture content**. J. J. of. Eng. 55. 253-262.
- Amer Essa A. H. and Gamea G. R. 2014. **Physical and mechanical properties of bulb onion**. Miser Journal of agricultural engineering. Vol. 20, No. 3. 661-676.
- ASAE standard 2003. ASAE S368.4 DEC00. **Compression test of food materials of convex shape**. ASAE. 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659.
- Bahnasawy A. H., El-Haddad Z. A., El-Ansary M.Y., and Sorour H. M. 2004. **Physical and mechanical properties of Some Egyptian onion cultivars**. J. food Eng. 62. 255-261.
- Eweida M. H., Osman M. S., Okaz A. M. and Anous M. Y. 1996. **Application of ethephon on onion**. 1. Effect on Yield, Yield components and bulb characteristics at harvest and during storage. Al-Azhar J. Agric. Res., 1, 467-476.
- Ghaffari H., Marghoub N., Shirazi Sheikhdarabadi M., Hakimi A. and Abbasi F. 2013. **Physical properties of three Iranian onion varieties**.
- Kaveri G. and Thirupathi V. 2015. **Studies on geometrical and physical properties of CO<sub>4</sub> onion bulb (Allium cepa Lvar, Aggregatum Don.)**. International journal of resent scientific research. Vol. 6, Issue, 3, pp.2897-2902.
- Locurto G. and Zakirov J. 1997. **Soybean Friction properties**. ASAE paper No. 7-4108.
- Maw B. W., Hung Y. C., Tollner E. W., Smittle D. A. and Mullinix B. G. 1996. **Physical and mechanical properties of fresh and stored sweet onions**. Trans. ASAE, 39 (2), 633-637.
- Mieszkalski L. 2016. **Mathematic modelling of onion bulb shape (Allium cepa L.)**. Annals of Warsaw U637niversity of life sciences-SGGW Agriculture No. 68 (Agricultural and forest Engineering). 87-93.
- Mohsenin N.N. 1996. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Brech Science Publishers.
- Oje K. and Ugbor E. C.. 1991. **Some physical properties of oil bean seed**. J. Agric. Eng. Res. (50), 305-313.
- Sunitha B., Sujatha G., Girish B., Raj kiran B. and Ramana M. V. 2016. **Determination of physical properties of onion (Arka Kirthiman)**. International journal of processing and post harvest technology. Vol. 7, Issue 1, 36-41.

# Determination of Physical and Mechanical Properties of Onion (CV. Horand)

M. Zabolestani<sup>\*1</sup> and M. B. Khorshidi<sup>2</sup>

Received: 18 January 2016

Accepted: 15 October 2017

<sup>1</sup>Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.

<sup>2</sup>Seed and Plant Improvement Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.

\*Corresponding author: zabolestani@yahoo.com

## Abstract

In order to design the processing machines for onion, it is necessary to have enough information about its size, density, shape index, angle of friction and penetration resistance (hardness). In this research, physical and mechanical properties of onion cultivar Horand were studied with a completely randomized design experiment with 20 replications. Three levels of, small, medium and large onion bulb size (small was less than 4 cm, medium between 4 to 7 cm and large greater than 7 cm) were evaluated. The results showed that with the increasing size of the bulbs there was an increase in the mass (18.16 to 151.85 gr), geometric mean diameter (34.49 to 68.51mm), arithmetic mean diameter (34.54 to 69.42 mm), surface area (5241.98 to 18827.18mm<sup>2</sup>), volume (31500 to 171400 mm<sup>3</sup>), coefficient of static friction on the plastic and galvanized iron surfaces (0.34 to 0.57 and 0.37 to 0.53, respectively) and finally, the shape index of onion bulbs (1.02 to 1.22). Increasing bulb size increased Horand cv. true density (772.3 to 886.6 kgm<sup>-3</sup>), static friction coefficient on the wood surface (0.32 to 0.41) and requirement power for penetration (5.66 to 6.50 kgf). Big bulbs were more susceptible to frictional injuries than medium and small ones.

**Keywords:** *Allium cepa* L., Horand, Mechanical properties, Physical properties