

# خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آئرودینامیکی دانه‌ی جو لاین‌های برتر استان گلستان

شاهرخ جبراییلی\*<sup>۱</sup>، سیدمهدی جعفری<sup>۲</sup>، حبیب اله میرزایی<sup>۲</sup>، علیرضا قدس ولی<sup>۳</sup> و مهدی قره خانی<sup>۴</sup>

<sup>۱\*</sup> دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان، ایران

<sup>۲</sup> هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

<sup>۳</sup> استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، ایران

<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۵

## چکیده

خصوصیات فیزیکی دانه‌ی جو به منظور طراحی تجهیزات فرآوری و نقل و انتقال در این تحقیق، تعیین شد. خصوصیات فیزیکی مورد بررسی شامل طول، عرض، ضخامت، قطر هندسی، ضریب کرویت، وزن هزاردانه، دانسیته‌ی توده‌ای، دانسیته‌ی ذره‌ای و تخلخل بودند که در بین ۶ لاین استان گلستان شامل EBYT-۸۸-۲، EBYT-۸۸-۴، EBYT-۸۸-۶، EBYT-۸۸-۱۴، EBYT-۸۸-۱۷، EBYT-۸۸-۲۰ و EBYT-۸۸-۲۰ تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مورد مطالعه قرار گرفت. در بین خصوصیات فیزیکی بررسی شده لاین EBYT-۸۸-۲ بیش‌ترین میزان طول دانه را داشت. از نظر میزان عرض، ضخامت، قطر هندسی و وزن هزاردانه بیش‌ترین میزان مربوط به لاین EBYT-۸۸-۴ بود که به ترتیب برابر با ۳/۵۹ سانتی‌متر، ۲/۸ سانتی‌متر، ۴/۷۵ سانتی‌متر و ۳۸/۰۵۳ گرم بود. کم‌ترین میزان ضریب کرویت مربوط به لاین EBYT-۸۸-۲ بود که اختلاف معنی‌داری با لاین EBYT-۸۸-۱۷ نداشت. دانسیته‌ی توده‌ای، دانسیته‌ی ذره‌ای و تخلخل لاین‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشت و بیش‌ترین میزان دانسیته‌ی توده‌ای و ذره‌ای مربوط به لاین EBYT-۸۸-۱۴ و EBYT-۸۸-۶ به ترتیب بودند. بیش‌ترین درصد تخلخل نیز مربوط به لاین EBYT-۸۸-۲ و کم‌ترین مربوط به لاین EBYT-۸۸-۱۴ بود. در بین خصوصیات شیمیایی بررسی شده، لاین EBYT-۸۸-۴، بیش‌ترین میزان پروتئین، روغن و فیبر را داشت و رقم EBYT-۸۸-۲۰ نیز از نظر میزان کربوهیدرات و رقم EBYT-۸۸-۲ از نظر میزان خاکستر بیش‌ترین میزان را در بین لاین‌های مختلف به خود اختصاص دادند. در بین خصوصیات شیمیایی مورد مطالعه، تنها رطوبت در بین لاین‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت. از نظر خصوصیات آئرودینامیکی نیز لاین EBYT-۸۸-۶ بیش‌ترین میزان سرعت حد (۴/۱۱۷ متر بر ثانیه) و کم‌ترین میزان ضریب کشش (۰/۰۱۲۵) را در بین لاین‌های مورد استفاده داشت و این نشان دهنده‌ی رابطه‌ی معکوس بین سرعت حد و ضریب کشش است.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، دانسیته، خصوصیات آئرودینامیکی، لاین، سرعت حد.

۱- مقدمه

آثرویدینامیکی سایر دانه‌ها همچون دانه‌ی تیف (۲۳)، دانه‌ی گندم (۱۶) و دانه‌ی آفتابگردان (۱۰) انجام گرفته است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آثرویدینامیکی لاین‌های دانه‌ی جو استان گلستان به منظور معرفی لاین‌های مناسب و کمک به طراحی تجهیزات فرآوری و نقل و انتقال دانه‌ی جو بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- مراحل و روش انجام کار

لاین‌های مورد استفاده (۲-EBYT-۸۸، ۴-EBYT-۸۸، ۶-EBYT-۸۸، ۱۴-EBYT-۸۸، ۱۷-EBYT-۸۸ و ۲۰-EBYT-۸۸) از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شد و پس از تمیزکاری خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و آثرویدینامیکی نمونه‌های جو بررسی گردید.

بوجاری نمونه‌های جو با استفاده از الک و به صورت دستی صورت گرفت. با استفاده از کولیس میزان قطر، عرض و ضخامت دانه‌ها اندازه‌گیری شد. برای محاسبه‌ی میزان قطر هندسی از رابطه‌ی (۱) و ضریب کرویت از رابطه‌ی (۲) بر اساس روش محسنین (۱۹۸۰) عمل شد (۱۸).

$$D = (LWT)^{\frac{1}{3}} \quad \text{رابطه‌ی (۱):}$$

L اندازه‌ی طول، W اندازه‌ی عرض و T اندازه‌ی ضخامت دانه بر حسب سانتی‌گراد است.

$$\phi = (LWT)^{0.33} / L \quad \text{رابطه‌ی (۲):}$$

۵۰ گرم نمونه‌ی بوجاری شده توزین و در سل دستگاه شمارنده‌ی کنتادور قرار داده شد سپس با تنظیم سرعت شمارش دانه، ۱۰۰۰ عدد دانه به طور اتوماتیک شمارش و سپس توزین آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال (مارک Sartorius مدل TE313S ساخت کشور کانادا) انجام گرفت و به عنوان وزن هزار دانه گزارش گردید.

۲-۲- اندازه‌گیری دانسیته‌ی توده‌ای<sup>۱</sup>، دانسیته‌ی ذره‌ای یا کرنل<sup>۲</sup> و تخلخل<sup>۳</sup> نمونه‌ها

برای محاسبه‌ی دانسیته‌ی توده‌ای از ظرف استوانه‌ای شکل با حجم مشخص استفاده گردید (۱۳). دانسیته‌ی ذره‌ای یا کرنل با استفاده

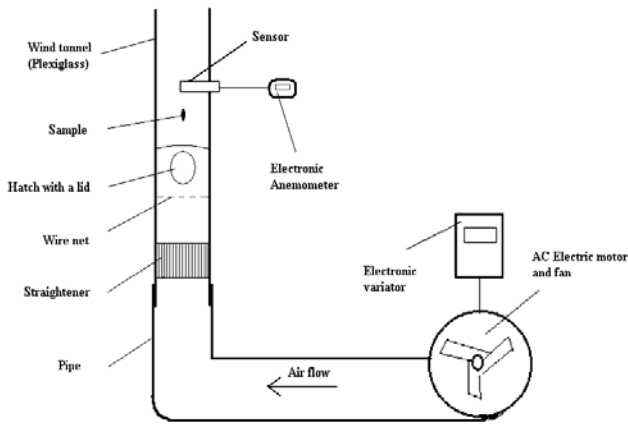
جو با نام علمی *Hordeum vulgare* از جمله محصولات زراعی استراتژیک و مورد حمایت سیاست‌های نوین کشاورزی و جزو نباتات علوفه‌ای کشور می‌باشد. جو یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده‌ی غلات می‌باشد و از نظر میزان تولید در مرتبه‌ی پنجم پس از گندم و برنج و ذرت و سیب‌زمینی قرار دارد. از جو به طور عمده در خوراک دام و صنعت مالت‌سازی استفاده می‌شود که مورد اخیر، مهم‌ترین کاربرد آن است (۷). سطح برداشت شده جو در کشور در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ حدود ۱/۶۸ میلیون هکتار برآورد شده است که ۴۳/۱۶٪ آن به صورت آبی و ۵۶/۸۴٪ به صورت دیم می‌باشد. استان گلستان از نظر میزان تولید جو در کشور در بین تمامی استان‌ها مقام ششم را خود اختصاص داده است (۱).

خصوصیات فیزیکی در طراحی تجهیزات فرآوری، حمل و نقل، غربالگری، جداسازی و ذخیره‌سازی، نقش مهمی دارد. طراحی این فرآیندها بدون در نظر گرفتن این خصوصیات، امری غیر ممکن است. ابعاد اصلی دانه‌ها در انتخاب نوع الک برای غربالگری و محاسبه قدرت لازم برای خرد کردن در فرآیند کاهش اندازه کاربرد دارد. دانسیته‌ی توده‌ای دانه‌ها در طراحی سیستم‌های خشک کن و هوادهی به کار می‌رود به خاطر این که بر مقاومت در برابر جریان هوا توده ذخیره شده تاثیر می‌گذارد. دانسیته‌ی ذره‌ای و تخلخل دانه‌ها نیز بر میزان انتقال انرژی و جرم رطوبت در طول هوادهی و خشک کردن کاربرد دارد. بنابراین، توجه به این خصوصیات و تعیین آن‌ها نقش مهمی در صنعت فرآوری غلات دارد. تحقیقات مشابهی نیز در مورد بررسی خصوصیات فیزیکی سایر دانه‌ها همچون سویا (۱۳)، دانه‌های نخود (۱۷) و پسته (۱۲) انجام گرفته است.

خصوصیات آثرویدینامیکی مانند سرعت حد محصولات کشاورزی در طراحی سیستم‌های انتقال با جریان هوا و تجهیزات جداسازی مهم و ضروری است. در محاسبه‌ی سرعت حد و ضریب کشت محصولات کشاورزی، جداسازی مواد خارجی نامطلوب مانند بذر علف‌های هرز و بذرهای ناخالص دیگر در سیستم‌های جداکننده مهم است. بنابراین، خصوصیات آثرویدینامیکی مانند سرعت حد و ضریب کشت برای طراحی سیستم‌های انتقالی با جریان هوا و سیستم‌های جداسازی مهم می‌باشد (۱۲). تحقیقات مشابهی در مورد خصوصیات

1- Bulk density  
2- Kernel density  
3- Porosity

که در آن دانه‌های جو به صورت معلق داخل استوانه قرار داده شوند به عنوان سرعت حد در نظر می‌گیرند. اندازه‌گیری سرعت با استفاده از سرعت‌سنج<sup>۲</sup> با دقت ۰/۱ متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد (۱۲).



شکل ۱- دستگاه آزمایشگاهی مورد استفاده برای اندازه‌گیری سرعت حد نمونه‌های دانه‌ی جو

ضریب کشش نمونه‌ها نیز با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$C_d = \frac{2Mg}{\rho_A A_f V_t^2} \quad \text{رابطه‌ی (۵)}$$

M: وزن یک دانه بر حسب گرم g: شتاب جاذبه زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه  $\rho_A$ : چگالی هوا  
 $A_f$ : سطح مخصوص دانه‌ها  $V_t^2$ : سرعت حد دانه‌ها

$$Af = \left(\frac{\pi}{4}\right) L_1 L_2 \quad \text{رابطه‌ی (۶)}$$

$L_1 L_2$ : به ترتیب طول و عرض دانه‌ها بر حسب سانتی‌متر

### ۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این تحقیق، تاثیر نوع لاین بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آئرویدینامیکی در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد و نتایج به دست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس (ANOVA) در سطح احتمال ۱٪ ( $P_{r0.01}$ ) و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel 2010 صورت گرفت.

از پیکنومتر و براساس قانون جابه‌جایی سیال (تولون) اندازه‌گیری شد (۱۹، ۲۲). درصد تخلخل نمونه‌ها نیز از نسبت دانسیته‌ی توده‌ای به دانسیته‌ی ذره‌ای با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید (۱۸):

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_k}\right) \times 100 \quad \text{رابطه‌ی (۳)}$$

### ۲-۳- اندازه‌گیری میزان رطوبت

مطابق روش AOAC به شماره‌ی ۲۹-۹۳۵ اندازه‌گیری گردید.

### ۲-۴- اندازه‌گیری میزان ازت کل

ازت کل غلات مورد بررسی با دستگاه کج‌لدال تمام اتوماتیک اندازه‌گیری شد که شامل مراحل هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. در این روش، نمونه پس از آسیاب کردن، در دمای  $100^\circ C$  به مدت ۳ ساعت خشک گردید. سپس ۱ گرم از نمونه‌ی خشک، مقداری کاتالیزور و ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به فلاسک هضم افزوده و حرارت داده شد تا تمامی ازت به سولفات آمونیوم تبدیل گردید. سپس فلاسک را سرد و مرحله‌ی تقطیر انجام شد و در مرحله‌ی تیتراسیون با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیر و درصد ازت طبق فرمول زیر محاسبه شد (۵):

$$N(\%) = \frac{(X - 14/008)}{(w)} \quad \text{رابطه‌ی (۴)}$$

N: درصد ازت، X: عدد تیر، W: وزن نمونه‌ی خشک شده

### ۲-۵- اندازه‌گیری میزان خاکستر دانه‌ی جو

مطابق روش AOAC به شماره‌ی ۰۳-۹۲۳ اندازه‌گیری گردید.

### ۲-۶- اندازه‌گیری میزان روغن دانه‌ی جو

میزان روغن دانه جو با روش استخراج با سوکسله به وسیله‌ی حلال هگزان انجام شد.

### ۲-۷- اندازه‌گیری میزان سرعت حد دانه‌های جو و ضریب کشش<sup>۱</sup>

سرعت حد دانه‌های جو لاین‌های مختلف با استفاده از استوانه‌ی دارای جریان هوا اندازه‌گیری شد (شکل ۱). مقدار مشخصی از دانه‌ها داخل استوانه به قطر ۱۵۰ میلی‌متر ریخته شد و سپس جریان هوا از پایین استوانه دمیده شد. سرعتی از جریان هوا

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- ابعاد

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر نوع لاین مورد استفاده بر روی ابعاد شامل طول، عرض و ضخامت در سطح احتمال ۱٪ ( $P_r < 0/01$ ) موثر و معنی دار است. نتایج، نشان داد که در بین ۶ لاین مورد استفاده، لاین EBYT-۸۸-۲ بیشترین میزان طول را نسبت به سایر لاین‌ها داشت و لاین EBYT-۸۸-۲۰ کم‌ترین میزان را از نظر میزان طول به خود اختصاص داد. محدوده‌ی داده‌های به دست آمده برای طول دانه‌های جو لاین‌های مختلف بین ۸/۷۵-۱۱/۲۱ سانتی‌متر بود. در مورد عرض و ضخامت نیز لاین EBYT-۸۸-۴ بیشترین مقدار را در هر دو بعد به خود اختصاص داد و کم‌ترین میزان عرض دانه و ضخامت نیز مربوط به لاین EBYT-۸۸-۱۷ بود که نتایج به دست آمده مشابه با نتایج عرب عامریان و همکاران (۱۳۹۰) در مورد دو واریته صحرا و یوسف، مطابقت داشت (۳). از ویژگی‌های جو مورد استفاده برای مالت سازی دارا بودن حداقل ضخامت ۲/۵mm می‌باشد (۷) که در بین لاین‌های مورد بررسی فقط لاین EBYT-۸۸-۱۷ دارای ضخامت کم تر از این مقدار (۱/۷۶mm) بود (جدول ۱).

#### ۳-۲- ضریب کرویت و قطر هندسی

تجزیه واریانس طرح کاملاً تصادفی نتایج اندازه‌گیری قطر هندسی و ضریب کرویت لاین‌های مختلف نشان داد که بین اثر تیمارها در سطح احتمال ۱٪ ( $P_r < 0/01$ ) اختلاف معنی داری وجود دارد. محدوده‌ی داده‌های به دست آمده برای قطر هندسی و ضریب کرویت به ترتیب بین ۳/۶-۴/۷۵ سانتی‌متر و ۳۹/۲-۴۶/۹۹٪ بود. با توجه به جدول شماره ۱ دانه‌های جو دارای طول بیش‌تر، کم‌ترین میزان ضریب کرویت را دارند و به عبارت دیگر، دانه‌های دارای طول بیش‌تر حالت کشیده‌تری دارند. بنابراین، لاین EBYT-۸۸-۲ بیش‌ترین میزان طول و کم‌ترین میزان ضریب کرویت را داشت که نسبت به سایر دانه‌ها دارای حالت کشیده‌تری بود. در مورد قطر هندسی نیز دانه‌های دارای میزان عرض دانه بیش‌تر، بالاترین میزان قطر هندسی را دارند. بنابراین، لاین EBYT-۸۸-۴ نسبت به سایر لاین‌ها بیش‌ترین میزان عرض و در نتیجه، بیش‌ترین میزان قطر هندسی را داشت.

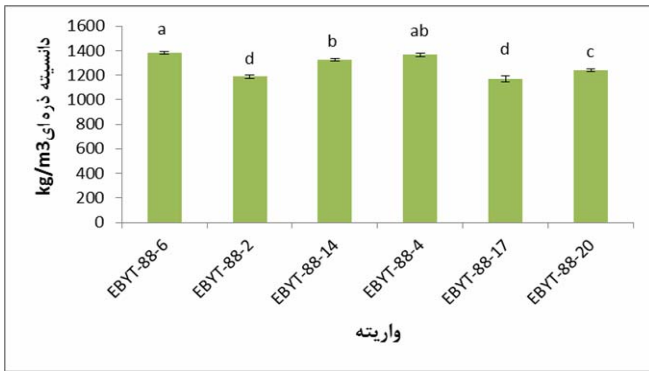
#### ۳-۳- وزن هزاردانه

وزن هزاردانه، یک ویژگی کیفی موثر در انتخاب و طبقه‌بندی دانه است. طبق استاندارد ملی ایران میزان وزن هزاردانه‌ی مطلوب برای تولید مالت ۴۰ گرم است که در بین لاین‌های مورد بررسی فقط لاین EBYT-۸۸-۴ با وزن هزاردانه‌ی ۳۸/۵۳ گرم برای مالت سازی مطلوب به نظر می‌رسید (۴).

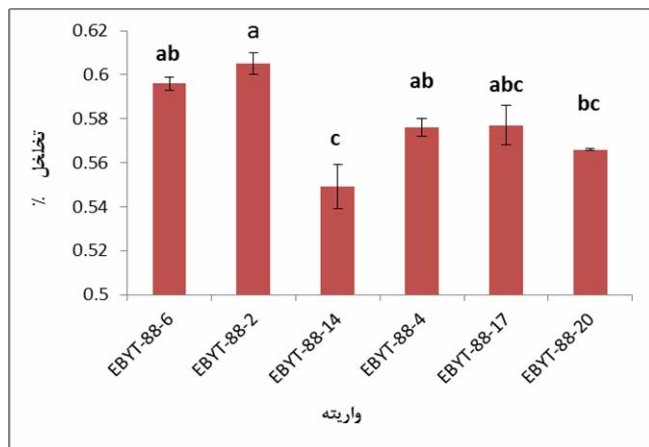
تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده برای وزن هزاردانه‌ی لاین‌های مختلف حاکی از آنست که اختلاف معنی داری بین لاین‌های مختلف وجود دارد. دامنه‌ی داده‌های به دست آمده برای وزن هزاردانه‌ی لاین‌های مختلف جو بین ۲۶/۲۵-۳۸/۰۵ گرم بود. در بین ۶ لاین مختلف، تنها لاین EBYT-۸۸-۴ بیش‌ترین میزان را از نظر وزن هزاردانه نسبت به سایر لاین‌ها داشت (جدول ۱).

#### ۳-۴- دانسیته‌ی توده‌ای، دانسیته‌ی ذره‌ای و تخلخل

دانسیته‌ی توده‌ای در طراحی سیستم‌های خشک‌کن و هوادهی به دلیل مقاومت به جریان هوای یک توده انباری مورد استفاده قرار می‌گیرد. دانسیته‌ی توده‌ای، دانسیته‌ی ذره‌ای و تخلخل می‌تواند قیف‌های سایزبندی دانه‌ها مناسب باشد و انبارداری دانه‌ها را آسان می‌کند. این خصوصیات می‌توانند سرعت انتقال حرارت و انتقال جرم رطوبت را در طی فرآیندهای هوادهی خشک کردن تحت تاثیر قرار دهند. با توجه به جدول تجزیه واریانس لاین‌های مختلف دانه‌ی جو می‌توان بیان کرد که اختلاف معنی داری بین لاین‌های مختلف وجود دارد ( $P_r < 0/01$ ). دامنه‌ی داده‌های به دست آمده برای دانسیته‌ی توده‌ای ۴۹۳/۹۶-۵۹۶/۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب (شکل ۷) و برای دانسیته‌ی ذره‌ای بین ۱۱۷۰/۵۷-۱۳۸۰/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب (شکل ۳) بود. اما نتایج تجزیه واریانس در مورد تخلخل نشان داد که بین لاین‌های مختلف دانه جو تفاوت معنی داری وجود دارد و لاین EBYT-۸۸-۲ بیش‌ترین میزان تخلخل را داشت که تفاوت معنی داری با لاین‌های EBYT-۸۸-۴، EBYT-۸۸-۱۷ و EBYT-۸۸-۱۷ نداشت. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج کار اوزتورک و ایسین (۲۰۰۸) مطابقت داشت. در نتایج گزارش شده محدوده‌ی دانسیته‌ی ذره‌ای و دانسیته‌ی توده‌ای برای جو به ترتیب  $1013/67-984 \text{ kg/m}^3$  و  $623-34/647 \text{ kg/m}^3$  بود (۲۰). در تحقیق مشابهی حافظ (۲۰۰۹) محدوده‌ی دانسیته‌ی ذره‌ای و تخلخل را برای دانه‌ی بذرک به ترتیب  $1176-1244 \text{ kg/m}^3$  و  $44/89-46/65$ ٪ به دست



شکل ۳- میزان دانسیته‌ی ذره‌ای لاین‌های جو استان گلستان



شکل ۴- میزان تخلخل لاین‌های جو استان گلستان

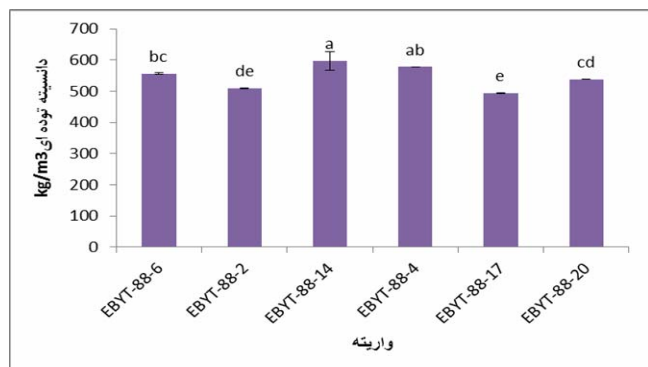
بیش‌ترین میزان پروتئین، روغن و فیبر در بین لاین‌های مختلف مربوط به لاین EBYT-88-4 لاین EBYT-88-17 بیش‌ترین میزان رطوبت را داشت که با لاین‌های EBYT-88-2، EBYT-88-4، EBYT-88-6 و EBYT-88-20 اختلاف معنی‌دار نداشت. در مورد کربوهیدرات نیز بیش‌ترین میزان مربوط به لاین EBYT-88-20 بود و اختلاف معنی‌داری با لاین‌های EBYT-88-6 و EBYT-88-17 نداشت و در بین لاین‌های مختلف، لاین EBYT-88-2 بیش‌ترین میزان خاکستر را داشت و تفاوت معنی‌داری با سایر لاین‌ها داشت.

نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج کار حسینی قابوس (۱۳۸۳) با واریته‌های صحرا، دشت، جنوب و لاین‌های EBYT-79-10، EBYT-79-12 و EBYT-79-19 هم‌خوانی دارد (۲). در نتایج گزارش شده، محدوده‌ی میزان خاکستر ۲/۵۶۰-۲/۱۹۴٪، پروتئین ۱۴/۱۹۷-۱۲/۲۴۳٪ و رطوبت ۱۰/۳۵۷-۱۰/۱۶۷٪ به دست آمده بود.

آورده است (شکل ۴) (۱۱). از آن جا که دانسیته‌ی توده‌ای و ذره‌ای تحت تاثیر همزمان وزن و حجم است، طی فرآیند مالت‌سازی میزان دانسیته‌ی توده‌ای و ذره‌ای کاهش می‌یابد. علت این کاهش را می‌توان به کاهش وزن و افزایش حجم دانه طی فرآیند مالت‌سازی نسبت داد به طوری که کاهش وزن مالت جو نسبت به دانه‌ی جو به دلیل کاهش رطوبت در مرحله‌ی خشک کردن مالت سبز و خروج ترکیبات قابل حل در آب طی مرحله‌ی خیساندن اتفاق می‌افتد. در مورد تخلخل نیز در اثر فرآیند مالت‌سازی میزان آن افزایش می‌یابد که علت این افزایش، مربوط به تجزیه‌ی ترکیبات توسط آنزیم‌های فعال در مرحله‌ی جوانه‌زنی فرآیند مالت‌سازی می‌باشد.

### ۳-۵- تاثیر نوع لاین‌های دانه‌ی جو بر خصوصیات شیمیایی دانه

خصوصیات شیمیایی مورد بررسی در این مطالعه پروتئین، روغن، فیبر، خاکستر، کربوهیدرات و رطوبت می‌باشند. آنالیز واریانس داده‌های به دست آمده برای درصد پروتئین، روغن، فیبر، خاکستر و کربوهیدرات لاین‌های مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین اثر تیمارها در سطح احتمال ۱٪ ( $P_f < 0.01$ ) وجود دارد. اما در مورد درصد رطوبت داده‌های به دست آمده اختلاف معنی‌داری را بین نمونه‌های مختلف نشان نداد. محدوده‌ی اعداد قرائت شده برای پروتئین ۱۳/۳۳۰-۱۲/۸۲٪، رطوبت ۹/۵۶-۸/۴۴٪، روغن ۲/۴۰-۱/۹۵٪، فیبر ۶/۸۳-۶/۶۶٪، خاکستر ۳/۳۶-۲/۱۰٪ و برای کربوهیدرات ۶۹/۴۴-۶۶/۳۹٪ در بین لاین‌های مورد استفاده بود (جدول ۲).



شکل ۲- میزان دانسیته‌ی توده‌ای لاین‌های جو استان گلستان

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی لاین‌های جو استان گلستان

رقم	طول (سانتی‌متر)	عرض (سانتی‌متر)	ضخامت (سانتی‌متر)	قطر هندسی (سانتی‌متر)	ضریب کروییت	وزن هزاردانه (گرم)
۲-۸۸EBYT-	<sup>a</sup> ۱۱/۲۱۶±۰/۰۵۸	<sup>d</sup> ۳/۰۸۶±۰/۰۵۸	<sup>c</sup> ۲/۴۲۳±۰/۰۳۸	<sup>b</sup> ۴/۳۷۷±۰/۰۴۶	<sup>c</sup> ۳۹/۰۲۰±۰/۲۱۵	<sup>b</sup> ۳۵/۴۷۶±۰/۵۵۰
۴-۸۸EBYT-	<sup>b</sup> ۱۰/۶۷۰±۰/۰۵۳	<sup>a</sup> ۳/۵۹۰±۰/۰۳۲	<sup>a</sup> ۲/۸۰۰±۰/۰۵۶	<sup>a</sup> ۴/۷۴۹±۰/۰۲۰	<sup>b</sup> ۴۴/۵۱۶±۰/۲۵۴	<sup>a</sup> ۳۸/۰۵۳±۰/۰۹۶
۶-۸۸EBYT-	<sup>d</sup> ۹/۴۳۶±۰/۰۴۰	<sup>b</sup> ۳/۳۸۶±۰/۰۲۰	<sup>ab</sup> ۲/۶۵۳±۰/۰۳۴	<sup>b</sup> ۴/۳۹۲±۰/۰۳۱	<sup>a</sup> ۴۶/۵۴۷±۰/۲۵۹	<sup>c</sup> ۳۲/۸۳۳±۰/۳۰۰
۱۴-۸۸EBYT-	<sup>c</sup> ۹/۷۸۳±۰/۰۲۰	<sup>c</sup> ۳/۲۴۰±۰/۰۵۵	<sup>b</sup> ۲/۶۳۶±۰/۰۷۴	<sup>b</sup> ۴/۳۷۰±۰/۰۲۰	<sup>b</sup> ۴۴/۶۶۸±۰/۲۷۵	<sup>c</sup> ۳۲/۳۴۶±۰/۲۴۳
۱۷-۸۸EBYT-	<sup>e</sup> ۹/۱۹۰±۰/۰۷۴	<sup>e</sup> ۲/۹۰۰±۰/۰۳۵	<sup>d</sup> ۱/۷۶۰±۰/۰۵۵	<sup>d</sup> ۳/۶۰۵±۰/۰۶۱	<sup>c</sup> ۳۹/۲۲۸±۰/۳۶۲	<sup>e</sup> ۲۶/۲۵۳±۰/۲۰۴
۲۰-۸۸EBYT-	<sup>f</sup> ۸/۷۵۰±۰/۰۷۲	<sup>cd</sup> ۲/۱۸۰±۰/۰۴۰	<sup>bc</sup> ۲/۵۰۰±۰/۰۱۵	<sup>c</sup> ۴/۱۱۱±۰/۰۱۰	<sup>a</sup> ۴۶/۹۹۶±۰/۳۳۰	<sup>d</sup> ۳۱/۰۷۳±۰/۰۸۶

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی لاین‌های مختلف جو استان گلستان

رقم	پروتئین %	رطوبت %	روغن %	فیبر %	خاکستر %	کربوهیدرات %
۲-۸۸EBYT-	<sup>d</sup> ۱۳/۶۸۶±۰/۰۲۲	<sup>ab</sup> ۸/۴۴۶±۰/۲۴۱	<sup>c</sup> ۲/۰۷۰±۰/۰۲۳	<sup>a</sup> ۶/۲۳۷±۰/۰۲۴	<sup>a</sup> ۳/۳۶۶±۰/۱۳۸	<sup>b</sup> ۶۷/۷۲۷±۰/۲۱۹
۴-۸۸EBYT-	<sup>a</sup> ۱۵/۲۱۳±۰/۰۳۸	<sup>ab</sup> ۸/۸۰۶±۰/۴۱۲	<sup>a</sup> ۲/۴۰۳±۰/۰۲۱	<sup>d</sup> ۴/۸۸۷±۰/۰۲۲	<sup>b</sup> ۳/۰۱۳±۰/۱۰۲	<sup>b</sup> ۶۷/۷۲۱±۰/۴۳۴
۶-۸۸EBYT-	<sup>c</sup> ۱۳/۸۴۳±۰/۰۲۳	<sup>ab</sup> ۸/۸۶۶±۰/۲۶۰	<sup>d</sup> ۱/۹۵۳±۰/۰۱۲	<sup>b</sup> ۶/۰۲۰±۰/۰۳۲	<sup>d</sup> ۲/۱۰۳±۰/۰۹۰	<sup>ab</sup> ۶۸/۴۲۱±۰/۲۶۲
۱۴-۸۸EBYT-	<sup>e</sup> ۱۳/۵۴۷±۰/۰۳۳	<sup>b</sup> ۸/۶۷۳±۰/۲۷۹	<sup>b</sup> ۲/۲۶۶±۰/۰۱۸	<sup>c</sup> ۵/۶۳۷±۰/۰۲۰	<sup>b</sup> ۲/۲۹۳±۰/۰۳۸	<sup>a</sup> ۶۹/۰۱۶±۰/۲۹۴
۱۷-۸۸EBYT-	<sup>b</sup> ۱۴/۵۲۰±۰/۰۲۹	<sup>a</sup> ۹/۵۶۶±۰/۱۲۴	<sup>c</sup> ۲/۰۴۳±۰/۰۳۲	<sup>d</sup> ۴/۸۹۷±۰/۰۲۷	<sup>c</sup> ۲/۵۶۰±۰/۱۳۲	<sup>a</sup> ۶۸/۹۷۳±۰/۱۲۵
۲۰-۸۸EBYT-	<sup>de</sup> ۱۳/۶۰۷±۰/۰۲۳	<sup>ab</sup> ۹/۴۰۰±۰/۰۴۱	<sup>c</sup> ۲/۰۵۳±۰/۰۴۲	<sup>b</sup> ۵/۹۸۰±۰/۰۲۹	<sup>cd</sup> ۲/۴۰۰±۰/۰۴۵	<sup>a</sup> ۶۸/۹۶۰±۰/۰۸۲

### ۳-۶- تاثیر نوع لاین‌های دانه‌ی جو بر خصوصیات

#### آئرو دینامیکی

برای انتقال محصولات کشاورزی مقدار مشخصی از جریان هوا برای محصول خاص باید به کار برده شود. سرعت کم جریان هوا انتقال محصول را با مشکل مواجه می‌سازد و راندمان انتقال را پایین می‌آورد و سرعت زیاد جریان هوا از یک طرف باعث افزایش هزینه‌های مربوط به انرژی می‌شود و از طرف دیگر ممکن است باعث آسیب دیدن دانه‌ها بشود. میزان سرعت جریان هوا از طریق خصوصیات آئرو دینامیکی مانند سرعت حد و ضریب کشش تعیین می‌گردد (۶، ۱۲).

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر نوع لاین‌های مورد استفاده بر روی سرعت حد و ضریب کشش در سطح احتمال ۱٪، ( $P_1 < 0.01$ ) موثر و معنی‌دار است. نتایج، نشان داد که در بین ۶ لاین مورد استفاده، لاین ۶-۸۸-EBYT بیش‌ترین میزان سرعت حد و لاین ۲-۸۸-EBYT بیش‌ترین میزان ضریب کشش را نسبت به سایر لاین‌ها داشت (شکل ۵). همچنین کم‌ترین میزان سرعت حد و ضریب کشش به ترتیب مربوط به لاین‌های ۲-۸۸-EBYT و

۶-۸۸-EBYT است. محدوده‌ی داده‌های به دست آمده برای سرعت حد لاین‌های مختلف بین ۴/۱۱۷-۳/۹۵۳ متر بر ثانیه و همچنین این محدوده برای ضریب کشش بین ۰/۱۴۵-۰/۱۲۵ می‌باشد (شکل ۶). زود در سال ۲۰۰۷ در پژوهشی مشابه خصوصیات آئرو دینامیکی دانه‌ی تف را بررسی کرد و مقادیر ۳/۰۸۰ و ۰/۴ به ترتیب برای سرعت حد و ضریب کشش به دست آورد (۲۳). تفاوت در میزان سرعت حد لاین‌های مختلف دانه‌ی جو مربوط به تفاوت در جرم دانه و سطح مقطع دانه‌ها می‌باشد. بنابراین، لاین‌های دارای میزان سرعت حد بالا وزن سبک‌تری نسبت به سایر لاین‌ها دارد و زودتر از بقیه در ستون‌های بوجاری معلق می‌ماند و جمع‌آوری و انبار می‌گردد.

۵- منابع

۱. بی نام. آمارنامه‌ی کشاورزی. ۱۳۸۸. دفتر آمار و فناوری اطلاعات، وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی. ۱۳۶ صفحه.

۲. حسینی قابوس، س. ح. ۱۳۸۳. بررسی کیفیت مالتینگ ارقام و لاین‌های جو استان گلستان. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی.

۳. عرب عامریان، ف. ۱۳۹۰. بررسی اثر فرآیند مالت‌سازی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مالت حاصل از دو رقم جو صحرا و یوسف (D5). پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار.

۴. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۲. غلات و فرآورده‌های آن - جو - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد شماره‌ی ۴۷.

5. Anonymouse, M. 1989. Laboratory Methods in Malting. International Center for brewing and Distilling Heriot-Watt University, Edinburgh, Scotland.

6. Aydın, C. and Ozcan, M. 2002. Some physico-mechanic properties of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) fruits. *Journal of Food Engineering*, 53(1): 97-101.

7. Briggs, D. E., Hough, J. S., Stevens, R., & Young, T. W. 1990. Malting and brewing science, (malt and sweet wort) , 2nd ed. London: Chapman and Hall. Pp: 167-182.

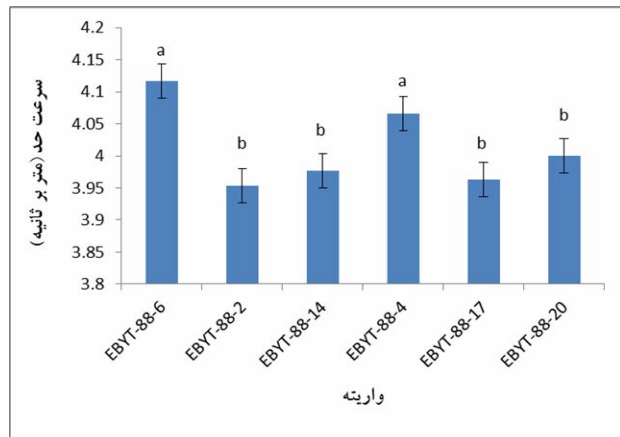
8. Dendy, D. A. V. and Dobraszczyk, B. J. 2001. Cereal and products: *chemistry and technology*. Aspen Publishers, Inc, 423 p.

9. Francis, F. J. 2000. Interscience. Wiley encyclopedia of food science and technology. 2<sup>nd</sup> Edition, A wiley publication, Canada, Vol. 1, 153-171, Vol. 3, pp. 1517-1520.

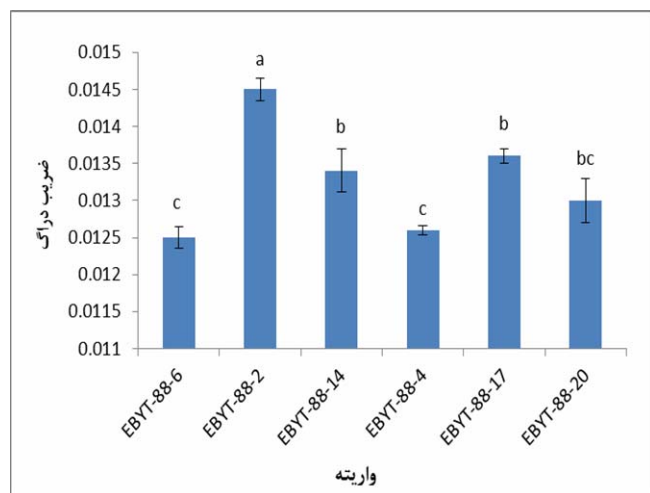
10. Gupta, R.K., Arora, G. and Sharma, R. 2007. Aerodynamical properties of sunflower seed (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Food Engineering* 79: 899-904.

11. Hafiz, A. 2009. Aerodynamic and solid flow properties for flaxseeds for pneumatic separation by using air stream. *International journal of agriculture & biol engineering* 2(4): 31-45.

12. Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. and Tabil, L.G. 2006. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. *Journal of Food Engineering*, 72: 30-38.



شکل ۵- میزان سرعت حد برای لاین‌های مختلف استان گلستان



شکل ۶- میزان تریب ککش برای لاین‌های مختلف استان گلستان

۴- نتیجه گیری

با توجه به فاکتورهای مهم اندازه گیری شده در این تحقیق، شامل رطوبت، پروتئین و خاکستر برای ۶ لاین مورد استفاده می‌توان نتیجه گرفت که در بین تیمارهای آزمایش، لاین ۲۰-۸۸-EBYT دارای کم‌ترین میزان پروتئین بوده و با توجه به این که لاین‌های دارای میزان پروتئین پایین‌تر مناسب برای صنایع نوشابه‌های مالتی هستند، لذا می‌توان لاین ۲۰-۸۸-EBYT را برای این صنعت مناسب دانست. همچنین در بین تیمارهای مورد آزمایش لاین ۴-۸۸-EBYT دارای بیش‌ترین میزان پروتئین بوده و لذا مالت تهیه شده از آن به عنوان ماده آنزیمی عطر و طعم زا و رنگ دهنده جهت استفاده در صنایع نانوائی، قنادی و مشابه آن مناسب می‌باشد.

13. Kashaninejad, M., Ahmadi, M., Daraei, A. and Chabra, D. 2008. Handling and frictional characteristics of soybean as a function of moisture content and variety. *Powder Technology*, 188: 1-8
14. Kent, N. L. & Evers, A. D. 1994. Technology of cereals. 4<sup>th</sup> ed. Wood Head Publishing, pp: 86-103.
15. Khetarpaul, N. Grewal, R. & Jood, S. 2005. Bakery science and cereal technology. Daya Publishing House, Dehli, 311 p.
16. Khoshtaghaza, M. H. and Mehdizadeh, R. 2006 . Aerodynamic Properties of Wheat Kernel and Straw Materials. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Vol. **VIII**.
17. Konak, M., Çarman, K. and Aydin, C. 2002. Physical properties of chickpea seeds. *Biosystems Engineering* 82 (1): 73-78.
18. Mohsenin, N.N. 1980. Physical Properties of Plants and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, NW, New York. 119-136.
19. Ogut, H. 1998. Some physical properties of white lupin. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56: 273-277.
20. Ozturk, T. Esen, B. 2008. Physical and mechanical properties of barley. *Journal of agricultura tropica et subtropica*. 41 (3): 117-121.
21. Palmer, G. H. 1975. Influence of endosperm structure on extract development. Proceedings of the American Society of Brewing Chemists, 174-180.
22. Singh, K.K. and Goswami, T.K. 1996. Physical properties of cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64: 93-98.
23. Zewdu, A.D. 2007. Aerodynamical properties of tef grain and straw material. *Biosystem Engineering* 98: 304-309.