بررسی ویژگی‌های فیزیکی دو رقم نخود فرنگی

علی آل‌حسینی [1*]، حمید توکلی‌پور [2]،علیرضا قدس‌ولی [3] ، سید مهدی جعفری [4]

[1] دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی ،دانشگاه آزاد اسلامی ،واحد سبزوار، سبزوار، ایران

[2] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی ،دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران

[3] استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران

[4] استادیار گروه مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۲/۱۳

چکیده

در این مطالعه، برخی از خواص فیزیکی شامل ویژگی‌های هندسی (طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین حسابی و هندسی، قطر معادل، سطح جانبی، سطح مقطع، حجم و ضریب کرویت)، ویژگی‌های ثقلی (وزن هزاردانه، دانسیته‌ی واقعی، دانسیته‌ی توده و تخلخل)، ویژگی‌های اصطکاکی (زاویه‌ی پایداری و ضریب اصطکاک ایستایی روی سطوح آلومینیم، استیل، آهن‌گالوانیزه، لاستیک، سیمان و چوب) و ویژگی آئرودینامیکی دو رقم نخود فرنگی (شمشیری و پفکی) تحت تاثیر رقم بررسی شد. اثر رقم روی کلیه‌ی ویژگی‌های فیزیکی (به استثنای دانسیته‌ی واقعی) معنی‌دار ($P<0/01$) شد. بیش ترین قطر میانگین هندسی به رقم پفکی (۸/۶۲ میلی‌متر) تعلق داشت. ضریب کرویت برای ارقام شمشیری و پفکی به ترتیب ۸۳/۳٤ و ۸٤/٤۷ بود. بیش‌ترین دانسیته‌ی توده، مربوط به رقم شمشیری (٦۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب) و بیشینه‌ی زاویه‌ی پایداری پرکردن مربوط به رقم پفکی (۳۲/٤۷ درجه) بود. بالاترین ضریب اصطکاک ایستایی در هر دو رقم مربوط به سطح چوب (شمشیری ۰/۵۷۹ و پفکی ۰/٦۱۱) و کم ترین ضریب اصطکاک ایستایی در رقم شمشیری مربوط به سطح آلومینیم (۰/۵٤۳) و برای رقم پفکی مربوط به سطوح آلومینیم(۰/۵۷۵) و استیل(۰/۵۷۵) بود. بیشینه‌ی سرعت حد مربوط به رقم پفکی (۱۱/۵٤ متر بر ثانیه) بود.

واژه‌های کلیدی: ارقام نخود فرنگی، ویژگی‌های هندسی، ویژگی‌های ثقلی، ویژگی‌های اصطکاکی، ویژگی آئرودینامیکی.

* مسوول مکاتبه : hircania7@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

نخود فرنگی[1] با نام *علمی Pisum Sativum* گیاهی است علفی و یک ساله از خانواده‌ی لگومینه[2]، سرمادوست، دارای شاخه‌های بلند رونده که به منظور استفاده از دانه‌ی سبز، کشت می‌گردد. سطح زیر کشت و میانگین عملکرد جهانی آن به ترتیب معادل یک میلیون هکتار و ۸/۵ تن در هکتار است. سطح زیر کشت آن در استان گلستان ۱۲۲۲ هکتار با عملکرد حدود ٦/٧ تن در هکتار می‌باشد. کشاورزان گلستانی به منظور رعایت اصول تناوب خصوصاً در زراعت گندم و نیز بحث اقتصادی آن که منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به کشت این محصول مبادرت می‌ورزند (٤). این بررسی به تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی نخود فرنگی می‌پردازد. شکل و ابعاد فیزیکی برای غربال کردن مواد جامد و جدا سازی مواد خارجی و یا برای جداسازی و درجه‌بندی مورد نیاز هستند. ابعاد محوری اصلی دانه در انتخاب غربال‌های بوجاری و محاسبه‌ی نیروی لازم در آسیاب کردن حائز اهمیت است. هم‌چنین جهت محاسبه‌ی سطح و حجم دانه‌ها که در مدل سازی فرآیندهای خشک کردن، هوادهی، گرم و سرد کردن از اهمیت برخوردارند، کاربرد دارد. دانستن حجم و مساحت سطح در جداسازی دقیق و صحیح، حمل و نقل و انتقال حرارت و جرم کاربردی است. نقش دانسیته و وزن مخصوص در تعیین خلوص بذر، تخمین فضاهای آزاد موجود در بافت گیاه، ارزیابی کیفی محصولاتی که افزایش در میزان رسیدگی آن‌ها همراه با تغییر دانسیته می‌باشد، سفتی بافت و تراکم مکانیکی محصولات انبار شده اهمیت دارد. دانسیته‌ی توده دارای کاربرد عملی در محاسبه‌ی ویژگی‌های حرارتی حین عملیات انتقال حرارت، تعیین عدد رینولدز در جابه‌جایی پنوماتیک مواد و در جداسازی محصول از مواد نامطلوب است. جریان‌پذیری دانه‌ها معمولاً با استفاده از تعیین زاویه‌ی ریپوز اندازه‌گیری می‌شود که در طراحی قیف‌ها و ناودانی آسیاب‌ها مفید است زیرا که شیب دیواره‌ی ناودان‌ها باید بیش‌تر از زاویه‌ی ریپوز باشد تا جریان مداومی از مواد که بر حسب نیروی ثقل خود جاری می شوند، وجود داشته باشد. ضریب اصطکاک ایستایی جهت تعیین زاویه‌ای که جریان و ریزش مداوم مواد در طول شیب را تضمین نماید، مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌چنین ضرایب اصطکاکی و سرعت حد دانه‌ها در طراحی و ساخت خشک‌کن و تعیین اندازه‌ی موتورهای لازم جهت انتقال و جابه‌جایی دانه اهمیت دارد. چنین داده‌هایی در تعیین اندازه‌ی موتورهای لازم، جهت انتقال و جابه‌جایی دانه، کاربرد دارد. در ایران و خصوصاً در بخش تحقیقات کشاورزی تا کنون مطالعه ی جامع و سیستماتیک جهت دست‌یابی به چنین اطلاعات پایه و ضروری در مورد این محصول به مرحله‌ی اجرا در نیامده است ولی در خارج از کشور، اطلاعات پراکنده‌ای در رابطه با ویژگی‌های فیزیکی عدس، باقلا، نخود، ذرت‌شیرین، لوبیا قرمز و محصولات مشابه می‌توان یافت (۲، ۵، ۷، ۸ و۱۳). از آن‌جا که ویژگی‌های فیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی تا اندازه‌ی زیادی تابع رقم، منطقه‌ی رویش، ویژگی‌های ساختاری و سایر شرایط رشد است، با توجه به اهمیت موارد ذکر شده (تفاوت در ژنوم و شرایط اقلیمی محل رویش این گیاه با سایر نقاط جهان) در این بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکی دو رقم نخود فرنگی استان گلستان (شمشیری و پفکی) بررسی شد.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق، روی ارقام شمشیری و پفکی انجام شد. دانه‌ی نخود فرنگی ارقام مورد نظر در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۹ از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه گردید. رطوبت دانه‌های تهیه شده در هر دو رقم ۱۰ درصد در مبنای مرطوب بود. دانه‌ها به صورت دستی تمیز و دانه های شکسته، معیوب و ذرات خارجی جدا و در کیسه‌های نایلونی از جنس پلی‌اتیلن و در محیط آزمایشگاه (دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) نگه داری شد. میزان رطوبت پایه‌ی هر نمونه با خشک کردن حدود ۵ تا ۱۰ گرم نمونه در آون ۲±۱۰۳ درجه‌ی سانتی‌گراد (آون Memmert، مدل: 06062 D 600، ساخت آلمان) تا رسیدن به رطوبت ثابت به روش ASAE No 352.2 (٦) تعیین شد. آزمایش‌ها در سه تکرار جهت تعیین مقدار میانگین رطوبت انجام گشت.

۲-۱- اندازه‌گیری ویژگی های هندسی

به منظور تعیین ابعاد اصلی، ۱۰۰ دانه به صورت تصادفی انتخاب و سه بعد اصلی آن شامل قطر بزرگ (طول)، قطر متوسط (عرض) و قطر کوچک (ضخامت) با استفاده از کولیس

1 - Peagarden
2 - Legomines

Archive of SID

www.SID.ir

دیجیتال (مدل چینی) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. میانگین قطر حسابی (Da)، میانگین قطر هندسی (Dg)، قطر معادل (De)، سطح جانبی(S)، سطح مقطع(SP) و ضریب کرویت(Ø) به ترتیب با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید (۱۹):

رابطه‌ی (۱) $$D_a = \frac{(L+W+T)}{3}$$

رابطه‌ی (۲) $$D_g = \sqrt[3]{LWT}$$

رابطه‌ی (۳) $$D_e = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}$$

رابطه‌ی (٤) $$S = \pi D_g^2$$

رابطه‌ی (٥) $$S_p = \frac{\pi D_g^2}{4}$$

رابطه‌ی (٦) $$\Phi = \frac{\sqrt[3]{LWT}}{L} \times 100$$

در این روابط L، W، T و V به ترتیب طول، عرض، ضخامت و حجم می‌باشند.

حجم دانه‌ها با استفاده از روش جابه جایی مایع تعیین گردید (۲۰).

۲-۲- اندازه‌گیری ویژگی‌های ثقلی

وزن هزار دانه با توزین ۱۰۰۰ دانه‌ی انتخاب شده به وسیله‌ی ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، تعیین گردید. دانسیته‌ی واقعی (ρt) با استفاده از یک ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم با استفاده از رابطه‌ی ۷ تعیین شد(۲۰).

رابطه‌ی (۷) $$\rho_t = \frac{M}{(V_2 - V_1)}$$

M = جرم ۱۰ دانه، V1 و V2 = به ترتیب حجم اولیه و ثانویه قرائت شده از روی بورت دانسیته‌ی توده (ρb) با وزن کردن مقدار نمونه‌ی موجود در ظرف با حجم مشخص (۵۰۰ سانتی‌متر مکعب) و تقسیم وزن نمونه به حجم ظرف محاسبه شد (رابطه ۸). برای محاسبه‌ی تخلخل (ε) از رابطه‌ی ۹ استفاده شد (۲۰).

رابطه‌ی (۸) $$\rho_b = \frac{M}{V_b}$$

رابطه‌ی (۹) $$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_t}\right) \times 100$$

M = جرم دانه‌ها، Vb = حجم ظرف استوانه‌ای شکل (۵۰۰ سی سی)

۲-۳- اندازه‌گیری ویژگی‌های اصطکاکی

۲-۳-۱- زاویه‌ی ریپوز پر شدن یا زاویه‌ی پایداری پر شدن

برای اندازه‌گیری این زاویه از یک لوله‌ی استوانه‌ای شکل به قطر ۱۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۵۰ میلی‌متر و یک صفحه‌ی چوبی به قطر ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد. لوله‌ی استوانه‌ای در مرکز صفحه قرار داده شد و از نمونه پر گردید. ارتفاع کپه‌ی تشکیل شده اندازه‌گیری و طبق رابطه‌ی ۱۰ زاویه‌ی پایداری پر شدن محاسبه گشت (۱٦).

رابطه‌ی (۱۰) $$\theta_f = \tan^{-1}\left(\frac{h}{10}\right)$$

h عبارت است از ارتفاع کپه یا توده‌ی تشکیل شده از دانه‌ها به سانتیمتر.

۲-۳-۲- زاویه‌ی ریپوز تخلیه یا زاویه‌ی پایداری تخلیه

به منظور تعیین این زاویه از یک جعبه‌ی چوبی به ابعاد ۱۲×۱۲×۱۲ سانتی‌متر مجهز به درب کشویی استفاده شد. ابتدا جعبه با نمونه پر و سپس درب کشویی به سرعت به طرف بالا کشیده شد. پس از تخلیه، نمونه به صورت سطح شیب‌دار قرار گرفت و با استفاده از رابطه‌ی ۱۱ زاویه‌ی پایداری تخلیه محاسبه گردید (۱۰، ۱۵ و۲۲).

رابطه‌ی (۱۱) $$\theta_e = \tan^{-1}\left(\frac{h}{a}\right)$$

در این رابطه a برابر است با ۱۲ سانتیمتر و h ارتفاع کپه یا توده‌ی تشکیل شده از دانه‌ها به سانتیمتر است.

۲-۳-۳- ضرایب اصطکاک ایستایی

ضرایب اصطکاک ایستایی دانه‌ها روی مواد ساختمانی مختلف شامل شش سطح آلومینیم، ورقه‌ی سیمانی، استیل، آهن‌گالوانیزه، چوب و لاستیک تعیین گردید. بدین منظور از استوانه‌ای به قطر ٦۰ میلی‌متر و ارتفاع ۵۰ میلی‌متر (بدون سر و کف) استفاده شد. استوانه، روی صفحات ساختمانی مورد نظر قرار گرفت و با مقدار معینی از ماده‌ی مورد آزمایش پر شد. زاویه‌ای که استوانه شروع به سر خوردن کرد، اندازه‌گیری شد. ضریب اصطکاک ایستایی از رابطه‌ی ۱۲ به دست آمد (۷ و۲۳):

رابطه‌ی (۱۲) $$\mu = \tan a$$

a = زاویه در لحظه سر خوردن

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- تجزیه‌ی واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های هندسی دانه‌ی ارقام نخود فرنگی

منبع تغییر	طول	عرض	ضخامت	قطر میانگین حسابی	قطر میانگین هندسی	قطر معادل	سطح جانبی دانه	سطح مقطع دانه	حجم	کرویت
رقم	۳۵/۷٤**	۲۰/۹۱**	۳۲/۰۹**	۲۹/۲۷**	۲۹/۵۱**	۳۳/۵۱**	۷۲۹۵۳/٦۲**	٤۵۵۹/٦۹**	۳۳/۳۰**	۱۹/۲۷**

**: معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول۲- مقایسه‌ی میانگین ویژگی‌های هندسی دانه‌ی نخود فرنگی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P<$ ۰/۰۵)

منبع تغییر رقم	طول (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	قطر میانگین حسابی (میلی‌متر)	قطر میانگین هندسی (میلی‌متر)	قطر معادل (میلی‌متر)	سطح جانبی دانه (میلی‌متر مربع)	سطح مقطع دانه (میلی‌متر مربع)	حجم (سانتی مترمکعب)	کرویت (درصد)
شمشیری	۸/٦۵ ^{b}	۷/۱۹ ^{b}	٦/۰٤ ^{b}	۷/۲۹ ^{b}	۷/۲۱ ^{b}	۷/۱۷ ^{b}	۱٦۳/٦۹ ^{b}	٤۰/۹۲ ^{b}	۱/۹۵ ^{b}	۸۳/۳٤ ^{b}
پفکی	۱۰/۲۰ ^{a}	۸/۳۷ ^{a}	۷/۵۰ ^{a}	۸/٦۹ ^{a}	۸/٦۲ ^{a}	۸/٦٦ ^{a}	۲۳۳/٤۳ ^{a}	۵۸/۳٦ ^{a}	۳/٤٤ ^{a}	۸٤/٤۷ ^{a}

در هر ستون، میانگین های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۲ مقایسه‌ی میانگین ویژگی‌های هندسی دانه‌ی ارقام نخود فرنگی مورد آزمون را تحت تاثیر رقم نشان می‌دهد. میزان طول در رقم پفکی به میزان ۱۸ درصد بیش تر از رقم شمشیری بود و مقادیر طول دو رقم تفاوت معنی‌دار ($P<$۰/۰۵) با هم داشت. در مطالعات مشابه، رقم روی طول دانه‌ی سویا (۳) و آفتابگردان (۲۱) نیز تاثیر معنی‌داری ($P<$۰/۰۱) داشته و طول به دست آمده دو رقم نخود (۷ و۲۳) از ارقام مورد آزمون در این مطالعه کم تر بوده است.

۲-٤- اندازه‌گیری ویژگی آئرودینامیکی

۲-٤-۱- سرعت حد

برای محاسبه‌ی سرعت حد از دستگاه سنجش سرعت حد (موجود در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) استفاده شد. در این آزمون، سرعت هوا در لحظه‌ی شناوری دانه‌ها توسط یک بادسنج دیجیتال (Testo، ساخت چین) با دقت ۰/۱ متر بر ثانیه تعیین گشت (۱).

کلیه آزمایش ها در ۵ تکرار انجام گردید. تأثیر رقم روی ویژگی‌های فیزیکی مختلف دانه‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس (ANOVA) تعیین و مقایسه‌ی میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد با به کارگیری نرم افزار (SAS 2001) انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های هندسی

نتایج تجزیه‌ی واریانس ویژگی‌های هندسی دانه‌ی ارقام نخود فرنگی مورد آزمایش در جدول ۱ آمده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد رقم تاثیر معنی‌داری ($P<$۰/۰۱) روی همه‌ی ویژگی‌های هندسی دانه نخود فرنگی داشت.

در تحقیقات مشابه، اثر رقم روی عرض دانه سویا (۳)، لوبیا قرمز (۱۳) و آفتابگردان (۲۱) نیز معنی‌دار ($P<$۰/۰۱)، ($P<$۰/۰۵) و ($P<$۰/۰۱) گزارش شده است. مقدار عرض در رقم شمشیری ١٤ درصد کم‌تر از رقم پفکی بود (جدول ۲). در دو تحقیق مشابه که روی دو رقم نخود (۷ و۲۳) انجام شده، عرض به دست آمده در رطوبت پایه از ارقام مورد آزمون در این مطالعه، کم‌تر بوده است.

در این مطالعه، بیشینه و کمینه‌ی ضخامت به ترتیب به ارقام پفکی (۷/۵۰ میلی‌متر) و شمشیری (٦/۰٤ میلی‌متر) اختصاص و میانگین ضخامت در هر دو رقم در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). تاثیر رقم روی ضخامت دانه‌ی

Archive of SID

www.SID.ir

آفتابگردان (٢١) نیز معنی دار (P<٠/٠٥) گزارش شده است. بالاتر بودن ابعاد محوری رقم پفکی نسبت به رقم شمشیری را می‌توان به ژنوم خاص این رقم نسبت داد.

مطابق جدول ٢، رقم پفکی بیشینه‌ی قطر میانگین حسابی (٨/٦٩ میلی‌متر) و هندسی (٨/٦٢ میلی‌متر) و رقم شمشیری کمینه قطر میانگین حسابی (٧/٢٩ میلی‌متر) و هندسی (٧/٢١ میلی‌متر) را دارا بود. قطر میانگین حسابی و هندسی در هر دو رقم در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ٢). در مطالعات مشابه، تاثیر رقم روی قطر میانگین هندسی دانه‌ی سویا (٣) و آفتابگردان (٢١) معنی‌دار (P<٠/٠٥) گزارش شده است. همچنین در این مطالعه، رقم پفکی بالاترین قطر معادل (٨/٦٦ میلی‌متر) و رقم شمشیری، پایین‌ترین (٧/١٧ میلی‌متر) مقدار را دارا بود (جدول ٢). بالاتر بودن قطر میانگین حسابی و هندسی در رقم پفکی نسبت به رقم شمشیری با توجه به بزرگ تر بودن ابعاد محوری دانه و بر اساس روابط ١ و ٢، قابل توجیه می‌باشد.

سطح جانبی و سطح مقطع رقم پفکی به میزان ٤٣ درصد بیش‌تر از رقم شمشیری بود و میانگین سطح جانبی در هر دو رقم در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ٢). در مطالعات مشابه، تاثیر رقم روی سطح جانبی دانه‌ی آفتابگردان (٢١) معنی‌دار (P<٠/٠٥) گزارش شده است. سطح جانبی نمونه‌های مورد بررسی از دانه‌های ارقام نخود (٢٣)، سویا (٩ و١٨)، برنج (١١)، پنبه دانه (١٤) و پاپ کورن (١٧) بیش‌تر و از دانه‌های باقلا (٥) و لوبیا قرمز (١٣) کم تر بود. بیش‌تر بودن سطح جانبی و سطح مقطع در رقم پفکی نسبت به رقم شمشیری با توجه به بزرگ تر بودن قطر میانگین هندسی رقم پفکی و بر اساس روابط ٤ و ٥ ، قابل توجیه می‌باشد.

مقدار حجم رقم شمشیری ٤٣ درصد کم تر از رقم پفکی بود (جدول٢). حجم به دست آمده برای ارقام آزمایشی از حجم به دست آمده در تحقیقاتی که بر روی ارقام سویا (٩) و پاپ کورن (١٧) به دست آمده بود، بیش تر و از دانه‌ی باقلا (٥) کم تر بود. کم تر بودن حجم رقم شمشیری نسبت به رقم پفکی را می‌توان به ژنوم خاص این رقم نسبت داد.

در این تحقیق، میزان کرویت رقم پفکی ١/٤ درصد بیش تر از رقم شمشیری بود. ضریب کرویت دانه‌ی ارقام نخود فرنگی مورد مطالعه، از دانه‌های عدس (٢)، باقلا (٥)، لوبیا قرمز (١٣) و پاپ کورن (١٧) بالاتر بود ولی به نتایج تحقیق دیگری که روی ارقام سویا (٣) انجام شده بود، نزدیکی داشت. به علت بالاتر بودن ابعاد محوری رقم پفکی نسبت به شمشیری و با توجه به رابطه‌ی ٦ بزرگ تر بودن ضریب کرویت رقم پفکی دور از انتظار نیست.

٣-٢- ویژگی‌های ثقلی

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های ثقلی دانه‌ی ارقام نخود فرنگی مورد آزمایش در جدول ٣ آمده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد رقم تاثیر معنی‌داری (P<٠/٠١) روی همه‌ی ویژگی‌های ثقلی به استثنای دانسیته‌ی واقعی دانه‌ی نخود فرنگی داشت.

جدول٣- تجزیه‌ی واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های ثقلی دانه‌ی ارقام نخود فرنگی

منبع تغییر	وزن هزاردانه	دانسیته واقعی	دانسیته توده	تخلخل
رقم	٣١٩٠١٠/٤٢**	١٤/٠٢^{ns}	٥٢٢٦/٦٧**	٣١/٥٤**

**: معنی‌دار در سطح یک درصد ^{ns}: اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

نتایج آزمون مقایسه‌ی میانگین دانکن برای ویژگی‌های ثقلی دو رقم نخود فرنگی مورد آزمون تحت تاثیر رقم، در جدول ٤ آورده شده است. مطابق جدول ٤، ویژگی‌های ثقلی تحت تاثیر رقم با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌دار (P<٠/٠٥) داشتند.

دانسیته‌ی توده در رقم شمشیری به میزان ٣ درصد بیش تر از رقم پفکی بود (جدول ٤). در تحقیقات مشابه، اثر رقم روی دانسیته‌ی توده‌ی دانه‌ی ارقام سویا (٣) و آفتابگردان (٢١) نیز معنی‌دار (P<٠/٠١) بوده است. اختلاف آماری معنی‌داری بین مقدار دانسیته‌ی واقعی دو رقم شمشیری و پفکی وجود نداشت (جدول ٤).

مقدار تخلخل در رقم پفکی ٣/٣ درصد بیش تر از رقم شمشیری بود (جدول ٤). اثر رقم روی تخلخل دانه‌ی آفتابگردان (٢١) معنی‌دار (P<٠/٠١) گزارش شده است. بر خلاف این مطالعه، اثر رقم روی تخلخل دانه‌ی ارقام برنج (١١) معنی‌دار نبوده است. کم تر بودن میزان تخلخل رقم شمشیری نسبت به رقم پفکی با توجه به بزرگ‌تر بودن نسبت دانسیته‌ی توده به دانسیته‌ی واقعی در رقم شمشیری و بر اساس رابطه‌ی ٩

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه‌ی میانگین ویژگی‌های ثقلی دانه‌ی نخود فرنگی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P< ۰/۰۵)

منبع تغییر رقم	وزن هزاردانه (گرم)	دانسیته واقعی (کیلوگرم بر مترمکعب)	دانسیته توده (کیلوگرم بر مترمکعب)	تخلخل (درصد)
شمشیری	۲۱٤/۰۱ b	۱۱۹۳/۵۷ a	٦۷۲/۸۷ a	٤۳/٦۵ b
پفکی	۳۵۹/۸۳ a	۱۱۹۲/٦۰ a	٦۵٤/۲۰ b	٤۵/۱۰ a

در هر ستون، میانگین های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۵- تجزیه‌ی واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های اصطکاکی و آئرودینامیکی دانه‌ی ارقام نخود فرنگی

منبع تغییر	زاویه پایداری		ضریب اصطکاک ایستایی						سرعت حد
	پرکردن	تخلیه	آلومینیم	استیل	آهن گالوانیزه	لاستیک	سیمان	چوب	
رقم	۹۳/۰۰۲**	٤۹/٦۸٦**	۰/۰۱٦**	۰/۰۱۲**	۰/۰۲۱**	۰/۰۰۷**	۰/۰۱۱**	۰/۰۱۵**	٦/٤۸**

**: معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ٦- مقایسه‌ی میانگین ویژگی‌های اصطکاکی ارقام نخود فرنگی تحت تاثیر رقم با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P< ۰/۰۵)

منبع تغییر	زاویه پایداری		ضریب اصطکاک ایستایی						سرعت حد (متر بر ثانیه)
	پرکردن (درجه)	تخلیه (درجه)	آلومینیم	استیل	آهن گالوانیزه	لاستیک	سیمان	چوب	
شمشیری	۲۹/۹۸b	۳٤/۳۵ b	۰/۵٤۳ b	۰/۵٤۷ b	۰/۵۵٤ b	۰/۵۵٦ b	۰/۵۵۷ b	۰/۵۷۹ b	۱۰/۸۹ b
پفکی	۳۲/٤۷ a	۳٦/۱۷ a	۰/۵۷۵ a	۰/۵۷۵ a	۰/۵۹۲ a	۰/۵۷۸ a	۰/۵۸٤ a	۰/٦۱۱ a	۱۱/۵٤ a

در هر ستون، میانگین های دارای حروف یکسان، اختلاف معنی‌دار ندارند.

قابل توجیه است. وزن هزاردانه رقم پفکی به میزان ٦۸ درصد بیش‌تر از رقم شمشیری بود (جدول ٤). اثر رقم روی وزن هزاردانه‌ی ارقام سویا (۳) و آفتابگردان (۲۱) نیز معنی‌دار گزارش شده است. وزن هزار دانه ارقام مورد بررسی در مقایسه با دانه‌ی ارقام نخود (۷)، ذرت شیرین (۸) و پاپ کورن (۱۷) بیش‌تر و در مقابل از دانه‌ی باقلا (۵) و لوبیا قرمز (۱۳) کم‌تر بود. تمایز در مقادیر دانسیته‌ی توده و وزن هزاردانه به دست آمده در دو رقم را می‌توان به اختلاف در مقادیر ابعاد محوری، جرم و شکل ویژه‌ی ارقام مورد آزمون که ناشی از تفاوت در ژنوم آن هاست، نسبت داد.

۳-۳- ویژگی‌های اصطکاکی

نتایج تجزیه‌ی واریانس ویژگی‌های اصطکاکی دانه‌ی ارقام نخود فرنگی مورد آزمایش در جدول ۵ آمده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد رقم تاثیر معنی‌داری (P<۰/۰۱) روی همه‌ی ویژگی‌های اصطکاکی دانه نخود فرنگی داشت.

نتایج آزمون مقایسه‌ی میانگین دانکن برای ویژگی‌های ثقلی دو رقم نخود فرنگی مورد آزمون تحت تاثیر رقم، در جدول ٦ آورده شده است. مطابق جدول ٦ ویژگی‌های ثقلی در سطوح اصطکاکی گوناگون با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) داشتند.

www.SID.ir

مقادیر زاویه‌ی پایداری پرکردن و تخلیه‌ی رقم پفکی به ترتیب به میزان ۸/۳ و ۵/۳ درصد بیش‌تر از رقم شمشیری بود (جدول ٦). در مطالعات مشابه، اثر رقم روی زاویه‌ی پایداری پرکردن و تخلیه‌ی دانه‌های سویا (۳) و آفتابگردان (۲۱) تاثیر معنی‌داری ($P<0/01$) داشته است. با مقایسه‌ی نتایج به دست آمده با تحقیقات مشابه، مشخص شد که زاویه‌ی پایداری تخلیه‌ی دانه‌ی نخود فرنگی از دانه‌ی ارقام باقلا (۵) و پاپ‌کورن (۱۷) بیش‌تر بود.

در مطالعات مشابه، اثر رقم روی ضرایب اصطکاک ایستایی دانه‌های سویا (۳) و آفتابگردان(۲۱) روی هر شش سطح اصطکاکی تاثیر معنی‌داری ($P<0/05$) داشته است. رقم پفکی بالاترین ضریب اصطکاک ایستایی را روی همه سطوح اصطکاکی به خود اختصاص داد. اختلاف در مقادیر ویژگی‌های اصطکاکی ارقام پفکی و شمشیری را می‌توان به خصوصیات ذاتی دو رقم نخود فرنگی از قبیل تفاوت در وزن، شکل، سطح و ویژگی‌های پوسته‌ی دانه و جنس سطوحی که دانه‌های نخود فرنگی با آن در تماس هستند، نسبت داد.

۳-٤- ویژگی آئرودینامیکی

نتایج تجزیه‌ی واریانس سرعت حد دانه‌ی ارقام نخود فرنگی مورد آزمایش در جدول ۵ آمده است. آنالیز داده ها نشان داد رقم تاثیر معنی‌داری ($P<0/01$) روی سرعت حد دانه‌ها داشت. جدول ٦، مقایسه‌ی میانگین سرعت حد دانه‌ی ارقام نخود فرنگی مورد آزمون را تحت تاثیر رقم نشان می دهد. سرعت حد در رقم پفکی به میزان ٦ درصد بیش تر از رقم شمشیری بود و مقادیر سرعت حد هر دو رقم تفاوت معنی‌دار ($P<0/05$) با هم داشت (جدول ٦). با مقایسه‌ی نتایج به دست آمده با تحقیقات مشابه مشخص شد که سرعت حد دانه‌ی نخود فرنگی از ارقام گندم (۱) و آفتابگردان (۱۲) بیش‌تر و از دانه‌ی فندق و مغز آن و آلوی وحشی(۱) کم‌تر و نزدیک به ارقام نخود (۷ و۲۳) بود. بر اساس قانون استوکس[1] کم‌تر بودن سرعت حد رقم شمشیری را می‌توان به کوچک‌تر بودن قطر ذره در مقایسه با رقم پفکی نسبت داد. به نظر می‌رسد تفاوت‌های ساختاری (خصوصاً ترکیبات دیوار سلولی)، ابعادی و جرمی موجود بین دو رقم شمشیری و پفکی سبب اختلاف در ویژگی‌های هندسی، ثقلی، اصطکاکی و آئرودینامیکی آن‌ها می‌گردد.

٤- نتیجه‌گیری

در این مطالعه، برخی از ویژگی‌های فیزیکی دو رقم نخود فرنگی استان گلستان تحت تاثیر رقم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش به صورت خلاصه در زیر آورده شده است:

۱. اثر رقم روی تمامی ویژگی‌های فیزیکی (به استثنای دانسیته‌ی واقعی) معنی‌دار ($P<0/01$) بود.

۲. رقم پفکی، بیش ترین ابعاد محوری را به خود اختصاص داد.

۳. رقم شمشیری بیشترین دانسیته واقعی و توده و رقم پفکی بیشترین وزن هزار دانه و تخلخل را به خود اختصاص داد.

٤. رقم پفکی بیشینه ویژگی‌های اصطکاکی و آئرودینامیکی را دارا بود.

۵. بالاترین ضریب اصطکاک ایستایی در هر دو رقم مربوط به سطح چوب و کم‌ترین ضریب اصطکاک ایستایی در رقم شمشیری مربوط به سطح آلومینیم و برای رقم پفکی مربوط به سطوح آلومینیم و استیل بود.

۵- منابع

۱- رضوی، م. ع. و اکبری، ر. ۱۳۸۸. *خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

۲- زاهدی، س. م. ت. طاهری، ا. موسوی، س. م. و جعفری، س. م. ۱۳۸۸. *بررسی اثر محتوای رطوبتی بر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی دو رقم عدس کشت شده در ایران*. فصلنامه‌ی علوم و فناوری غذایی، سال اول، شماره‌ی اول. سبزوار.

۳- فرهنگ‌مهر، ع. قدس‌ولی، ع. ر. و حدادخداپرست، م. ح. ۱۳۸۸. *بررسی خواص فیزیکی دانه‌ی سویا*. فصلنامه‌ی علوم و فناوری غذایی، سال اول، شماره‌ی سوم. سبزوار.

٤- مختار پور، ح. بهرام، ر. زیادلو، ص. و کریمیان، ع. ۱۳۸۳. *کشاورزی در استان گلستان (دستور العمل های فنی تولید محصولات زراعی و باغی)*. انتشارات فکر نو.

5- Altuntas, E., and Yaldiz, M., 2007. Effect of moisture content on some physical and mechanical

1 - Stoke's Law

Archive of SID

www.SID.ir

properties of fababean (Vicia faba L.) grains. *Journal of Food Engineering*, 78(1): 173-183.
6- ASAE S352.2. 1997. Moisture Measurement-Unground Grain and Seeds, ASAE standards vol. 555, ASAE, St. Joseph, MI
7- Baryeh, E.A. Mangope, B. K.2003. Some physical properties of QP-38 variety pigeon pea. *Journal of Food Engineering*, 56(1): 59-65.
8- Bülent Coşkun, M. Yalçin, I. and Özarslan, Cengiz. 2006. Physical properties of sweet corn seed (Zea mays saccharata Sturt.). *Journal of Food Engineering*, 74(4): 523-528.
9- Deshpande, S. D. Bal, S. and Ojha, T. P. 1993. Physical Properties of Soybean. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 56(2) 89-98.
10- Fraser, B. M., Verma, S. S., and Muir, W. E. 1978. Some physical properties of fababean. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 23(1):53–57.
11- Ghasemi Varnamkhasti, M. Mobli, H. Jafari, A. Keyhani, A.R. Heidari Soltanabadi, M. Rafiee, S. and Kheiralipour, K. 2008. Some physical properties of rough rice (Oryza Sativa L.) grain. *Journal of Cereal Science*, 47(3): 496-501.
12- Gupta, R. K. and Das, S. K. 1997. Physical Properties of Sunflower Seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66(1): 1-8.
13- IŞik, E. and Ünal, H. 2007. Moisture-dependent physical properties of white speckled red kidney bean grains. *Journal of Food Engineering*, 82(2): 209-216.
14- Jayan, P.R. and Kumar, V. G. F. 2004. Planter design in relation to the physical properties of seeds. *Journal of Tropical Agriculture*, 42(1-2): 69-71.
15- Joshi, D. C. Das, S. K. and Mukherjee, R. K. 1993. Physical Properties of Pumpkin Seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 54(3): 219-229.
16- Kaleemullah, S., & Gunasekar, J. J. 2002. Moisture-dependent physical properties of areca nut kernals. *Biosystem Engineering*. 82(3):331-338.
17- Karababa, E. 2006. Physical properties of popcorn kernels. *Journal of Food Engineering*, 72(1): 100-107.
18- 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): 1-8.
19- McCabe, W.L. Smith, J.C. and Harriott, P. 1986. *Unit operations of chemical engineering*, McGraw-Hill Publisher, New York.
20- Mohsenin, N. N. 1980. *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gorden and Breach.
21- Niasti, s., Tavakolipour, H., Ghodsevali, A., Armin, M., and Sharifi, A. 2010. Physical properties of sunflower seeds. *Internatinal Congress on Food Technology*. 106.
22- Pradhan, R.C. Naik, S.N. Bhatnagar, N. and Swain, S.K. 2008. Moisture-dependent physical properties of Karanja (Pongamia pinnata) kernel. *Industrial Crops and Products*, 28(2): 155-161.
23- Yalçin, I. Özarslan, C. and Akbaş, T. 2007. Physical properties of pea (Pisum sativum) seed. *Journal of Food Engineering*, 79(2): 731-735.

Archive of SID

www.SID.ir