



دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی

گروه آموزشی مهندسی بیوسیستم

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی مکانیزاسیون گرایش مدیریت و تحلیل سامانه‌ها

عنوان:

تعیین برخی خواص فیزیکی، مکانیکی و آئرو‌دینامیکی دانه عدس

اساتید راهنما:

دکتر منصور راسخ

دکتر عزت‌اله عسکری اصلی ارده

اساتید مشاور:

دکتر امیرحسین افکاری سیاح

دکتر عبدالله گل محمدی

پژوهشگر:

ناصر اهور

مهر ۹۶

نام خانوادگی دانشجو: اهور	نام: ناصر
عنوان پایان نامه: تعیین برخی خواص فیزیکی، مکانیکی و آئرو دینامیکی دانه عدس	
اساتید راهنما: دکتر منصور راسخ-دکتر عزت اله عسکری اصلی ارده اساتید مشاور: دکتر امیرحسین افکاری سیاح -دکتر عبدالله گل محمدی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی مکانیزاسیون
کشاورزی	
گرایش: مدیریت و تحلیل سامانه‌ها	دانشگاه محقق اردبیلی
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ دفاع: ۱۳۹۶/۷/۱۸
	تعداد صفحات: ۸۵
چکیده:	
<p>خواص آیرودینامیکی، فیزیکی و مکانیکی دانه عدس در سیستم های بوجاری و انتقال توسط سیال هوا در برداشت و فرآوری بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای انجام آزمون فشاری از دستگاه آزمون کشش - فشار مدل STM-20 ساخت شرکت طراحی مهندسی سنتام استفاده شد. دستگاه آزمون مورد استفاده در این تحقیق مجهز با بارسنج BONGSHIN مدل DBBP-100 با ظرفیت 100 kgf بود. در این پژوهش سرعت حد دو رقم دانه عدس به نام های بیله‌سوار و کیمیا در سه سطح اندازه ریز، متوسط و درشت و در چهار سطح رطوبتی (برای بیله سوار ۹/۵، ۱۱، ۱۲/۵ و ۱۴) و برای کیمیا (۱۲، ۱۳/۵، ۱۵ و ۱۶/۵) بر پایه‌تر بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی از طرح‌های کاملا تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. آزمایش‌های خواص آئرو دینامیکی نشان می‌دهد در رقم بیله‌سوار اثرات اصلی عوامل محتوای رطوبتی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. اثر اصلی اندازه دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است. و اثر متقابل محتوای رطوبتی و اندازه دانه بر سرعت حد معنی‌دار نشده است. با افزایش رطوبت سرعت حد دانه افزایش می‌یابد. به طوری که کمترین مقدار آن در رطوبت ۹/۵ درصد برابر ۴/۸۵۶ متر بر ثانیه می‌باشد و بیشترین مقدار آن در رطوبت ۱۴ درصد برابر با ۷/۹۶۲ متر بر ثانیه می‌باشد. در رقم کیمیا اثر اصلی اندازه دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. همچنین اثر اصلی محتوای رطوبتی بر سرعت حد معنی‌دار نشده است. اثر متقابل رطوبت و اندازه دانه بر سرعت حد عدس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. با افزایش رطوبت دانه عدس سرعت حد افزایش داشته است که بیشترین مقدار آن برای اندازه (درشت) دانه عدس و رطوبت ۱۵ درصد برابر با ۷/۸۷۳ متر بر ثانیه و کمترین مقدار آن برای اندازه (درشت) دانه عدس در رطوبت ۱۶/۵ درصد برابر با ۶/۰۶۷ متر بر ثانیه می‌باشد.</p>	
کلید واژه‌ها: خواص فیزیکی ، خواص مکانیکی، خواص آئرو دینامیکی، دانه عدس	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
فصل اول:.....	۱
مقدمه و مروری بر پیشینه پژوهش	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- ضرورت تحقیق	۳
۱-۳- اهداف تحقیق:	۳
۱-۴- کلیات و تعاریف	۴
۱-۴-۱- خواص فیزیکی محصولات کشاورزی	۴
۱-۴-۱-۱- ابعاد و شکل	۵
۱-۴-۱-۲- حجم	۶
۱-۴-۱-۳- چگالی	۶
۱-۴-۱-۴- ضریب اصطکاک استاتیکی	۷
۱-۴-۱-۵- وزن هزار دانه	۸
۱-۴-۲- خواص مکانیکی	۸
۱-۴-۲-۱- عوامل موثر بر خواص مکانیکی	۸
۱-۴-۲-۱-۱- ساختمان و بافت محصول	۹
۱-۴-۲-۱-۲- رطوبت محصول	۹
۱-۴-۲-۱-۳- سرعت بارگذاری	۹
۱-۴-۲-۱-۴- نحوه بارگذاری	۱۰
۱-۴-۲-۱-۵- نیروهای وارد بر جسم در جریان سیال	۱۰
۱-۴-۲-۱-۶- آزمون های مکانیکی	۱۰
۱-۴-۲-۱-۷- بارگذاری فشاری تک محوری (شبه استاتیک)	۱۱
۱-۴-۲-۱-۸- پارامترهای استخراج شده از منحنی نیرو - تغییر شکل	۱۲
۱-۴-۲-۱-۹- معرفی محصول عدس	۱۶
۱-۴-۲-۱-۱۰- نحوه آماده سازی زمین و تاریخ کاشت	۱۸
۱-۴-۲-۱-۱۱- روشهای کاشت عدس	۱۸
۱-۴-۲-۱-۱۲- کشت سنتی	۱۸
۱-۴-۲-۱-۱۳- کشت مکانیزه	۱۹
۱-۴-۲-۱-۱۴- تراکم	۱۹
۱-۴-۲-۱-۱۵- کود	۱۹
۱-۴-۲-۱-۱۶- آبیاری	۱۹
۱-۴-۲-۱-۱۷- داشت	۱۹
۱-۴-۲-۱-۱۸- علفهای هرز	۱۹
۱-۴-۲-۱-۱۹- برداشت	۱۹

Error! Bookmark not defined.	۱-۶-۹-دامنه، پراکندگی
Error! Bookmark not defined.	۱-۶-۱۰-نیاز اکولوژیکی
Error! Bookmark not defined.....	۱-۷-پیشینه تحقیق
Error! Bookmark not defined.....	فصل دوم:
Error! Bookmark not defined.....	مواد و روش ها.
Error! Bookmark not defined.....	۱-۲-آزمایش ها.
Error! Bookmark not defined.....	۲-۲-تهیه و آماده سازی نمونه های مورد آزمایش
Error! Bookmark not defined.....	۲-۳-تعیین رطوبت اولیه دانه عدس
Error! Bookmark not defined.....	۲-۴-تهیه نمونه ها با ϵ سطح رطوبتی
Error! Bookmark not defined.....	۲-۵-وسایل مورد استفاده در آزمایش
Error! Bookmark not defined.....	۲-۶-تعیین خصوصیات فیزیکی دانه عدس
Error! Bookmark not defined.	۲-۶-۱-ابعاد
Error! Bookmark not defined.	۲-۶-۲-قطر متوسط هندسی، درجه کرویت، سطح تصویر شده
Error! Bookmark not defined.	۲-۶-۳-تعیین چگالیتوده و چگالیتوحقیقی
Error! Bookmark not defined.	۲-۶-۴-تعیین وزن هزار دانه
Error! Bookmark not defined.....	۲-۷-تعیین خواص اصطکاکی
Error! Bookmark not defined.....	۲-۸-تعیین برخی خواص مکانیکی
Error! Bookmark not defined.....	۲-۹-خواص آئرو دینامیکی
Error! Bookmark not defined.....	فصل سوم:
Error! Bookmark not defined.....	نتایج و یافته های پژوهش
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱-مقدمه
Error! Bookmark not defined.....	۳-۲-نتایج آزمون های خواص فیزیکی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۳-مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه های دانکن
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-خواص مکانیکی دانه عدس تحت بارگذاری فشاری
Error! Bookmark not defined.....	۳-۵-نتایج آزمون های مکانیکی دانه عدس
Error! Bookmark not defined.....	۳-۶-خواص سرعت حد
Error! Bookmark not defined.....	فصل چهارم:
Error! Bookmark not defined.....	نتیجه گیری و پیشنهادات
Error! Bookmark not defined.....	۴-۱-نتیجه گیری
Error! Bookmark not defined.	۴-۱-۱-خواص فیزیکی
Error! Bookmark not defined.	۴-۱-۲-خواص مکانیکی

Error! Bookmark not defined...... ۳-۱-۴ آثرو دینامیکی

Error! Bookmark not defined. ۲-۴ پیشنهادات

Error! Bookmark not defined. فهرست منابع

فهرست جدول‌ها

صفحه

شماره و عنوان

جدول ۱-۲- محدوده اندازه دسته های انتخابی عدس (برحسب قطر)..... **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۱-۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس ضریب اصطکاک ایستایی عدس رقم بیله سوار. **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۲-۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس ضریب اصطکاک ایستایی عدس رقم کیمیا. **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس خواص فیزیکی دانه عدس رقم بیله سوار در سطوح مختلف رطوبتی. **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۴- نتایج حاصل از تجزیه واریانس خواص فیزیکی عدس رقم کیمیا در سطوح مختلف رطوبتی. **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۵- نتایج حاصل از تجزیه واریانس خواص مکانیکی عدس رقم بیله سوار. **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۶- نتایج حاصل از تجزیه واریانس خواص مکانیکی عدس رقم کیمیا..... **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۷- نتایج تجزیه واریانس سرعت حد عدس رقم بیله سوار..... **Error! Bookmark not defined.**

جدول ۳-۸- نتایج تجزیه واریانس سرعت حد عدس رقم کیمیا..... **Error! Bookmark not defined.**

فهرست شکل‌ها

صفحه

شماره و عنوان شکل

شکل ۱-۱ شرایط بارگذاری مختلف در محصولات کشاورزی..... ۱۲

شکل ۱-۲ نمایی کلی از قرار گیری دانه و بارگذاری روی آن در هر دو آزمایش فشاری محوری و تنش آسایی..... ۱۲

شکل ۱-۳ ضریب کشسان ظاهری (بین مبدا و نقطه تسلیم) در منحنی نیرو تغییر شکل برای محاسبه ضریب کشسانی ظاهری..... ۱۴

ضریب پواسون؛..... ۱۵

شکل ۱-۴ نقاط مورد نیاز از نمودار نیرو - تغییر شکل ، تحت بارگذاری فشاری..... ۱۶

شکل ۱-۲ کولیس دیجیتال..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۲-۲ ترازوی دیجیتال..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲ دستگاه کشش -فشار سننم برای تعیین خواص مکانیکی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲ محل قرار گیری دانه عدس در تونل باد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۵-۲ دستگاه تونل باد..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سطح اصطکاکی برضریب اصطکاک ایستایی رقم بیله سوار (lsd=۰۰۴۹۵۳)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۲-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رطوبت برضریب اصطکاک ایستایی رقم بیله سوار (lsd=۰۰۴۹۵۳)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سطح اصطکاکی برضریب اصطکاک ایستایی رقم کیمیا (lsd=۰۰۴۹۵۳)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رطوبت برضریب اصطکاک ایستایی رقم کیمیا (lsd=۰۰۴۹۵۳)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۵-۳ نتایج مقایسه میانگین ضخامت دانه عدس رقم بیله‌سوار در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۰/۱۲۹۸)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۶-۳ نتایج مقایسه میانگین چگالی توده دانه عدس رقم بیله سوار در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۰/۱۰۲۴)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۷-۳ نتایج مقایسه میانگین وزن هزار دانه، دانه عدس رقم بیله سوار در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۱/۳۰۳)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۸-۳ نتایج مقایسه میانگین طول دانه عدس رقم کیمیا در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۰/ ۱۹۸۱)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۹-۳ نتایج مقایسه میانگین ضخامت دانه عدس رقم کیمیا در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۱/۱۰۶۰)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۰-۳ نتایج مقایسه میانگین قطر متوسط حسابی دانه عدس رقم کیمیا در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۰/۱۱۰۹)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۱-۳ نتایج مقایسه میانگین قطر متوسط هندسی دانه عدس رقم کیمیا در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۰/۰۸۴۰۳)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۲-۳ نتایج مقایسه میانگین حجم دانه عدس رقم کیمیا در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۱/۹۷۹)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۳-۳ نتایج مقایسه میانگین چگالی توده دانه عدس رقم کیمیا در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۰/۰۱۰۲۴)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۴-۳ نتایج مقایسه میانگین وزن هزار دانه، دانه عدس رقم کیمیا در سطوح مختلف رطوبتی (lsd=۵/۱۹۸)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۵-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سرعت برانرژی گسیختگی رقم بیله سوار (lsd=۱۲/۳۴)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۶-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رطوبت برانرژی گسیختگی رقم بیله سوار (lsd=۱۲/۳۴)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۷-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سرعت بر نیروی گسیختگی رقم بیله سوار (lsd=۱۸/۷۷)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۱۸-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سرعت بارگذاری و رطوبت بر تغییر شکل در نقطه گسیختگی رقم بیله سوار

..... **Error! Bookmark not defined.** lsd=۱۶۵۸

شکل ۱۹-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سرعت بر چگرمگی رقم بیله سوار (lsd=۰/۰۹۷۸۲)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۲۰-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رطوبت بر چگرمگی رقم بیله سوار (lsd=۰/۰۹۷۸۲)..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۱- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سرعت بارگذاری برانرژی رقم کیمیا (۱۸/۴۱). **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۲- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رطوبت برانرژی رقم کیمیا (۱۸/۴۱). **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سرعت بارگذاری و رطوبت بر نیروی گسیختگی رقم کیمیا (۵۵/۴۹). **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۴- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رطوبت بر تغییر شکل در نقطه گسیختگی رقم کیمیا (۱۴۹۹/۱). **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۵- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سرعت بر چغرمگی رقم کیمیا (۱۱۱۹/۱). **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۶- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رطوبت بر چغرمگی رقم کیمیا (۱۱۱۹/۱). **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۷- اثر رطوبت بر سرعت حد عدس رقم بیله سوار (۳۸۷۶/۱). **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۸- اثر نتایج مقایسه میانگین اصلی اندازه دانه بر سرعت حد عدس رقم بیله سوار (۳۳۵۷/۱). **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۳-۲۹- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی رطوبت و اندازه دانه بر سرعت حد عدس رقم کیمیا (۰/۷۰۶۳). **Error! Bookmark not defined.**

فصل اول:

مقدمه و مروری بر پیشینه پژوهش

۱-۱- مقدمه

اهمیت اقتصادی تولید محصولات کشاورزی، به ویژه تولیدات حیوانی و گیاهی به عنوان اساس تولید مواد غذایی روز به روز در حال افزایش است. در طی تولید و فرآوری این محصولات، عملیات مکانیکی، حرارتی، ذخیره سازی و انتقال آن‌ها انجام می‌گیرد. اطمینان از طراحی صحیح فرآیندها، تجهیزات و سیستم‌های تولید و فرآوری محصولات کشاورزی، مستلزم شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی و آئروپدینامیکی محصولات است. سالانه به علت عدم شناخت این خواص مقادیر زیادی محصول تلف می‌گردد. اطلاع از خواص فیزیکی و مکانیکی و آئروپدینامیکی محصولات کشاورزی اغلب برای توسعه ماشین‌های پس از برداشت لازم است. خواص فیزیکی و مکانیکی دانه‌های روغنی در طراحی و ساخت تجهیزات ویژه و تجهیزاتی برای جابجایی، انتقال، فرآوری، ذخیره کردن و هم چنین برای ارزیابی کیفیت محصول اهمیت دارند. در انتقال و فرآوری محصولات کشاورزی اغلب از جریان هوا یا آب به عنوان یک حمل‌کننده بهره گرفته می‌شود. جدا نمودن و انتقال با استفاده از هوای فشرده (نیوماتیک) مدت‌ها است که در ماشین‌های کشاورزی و مهندسی فرآوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. زمانیکه از جریان هوا به منظور جدا نمودن محصول بهره گرفته می‌شود، اگر جریان هوا از حد مطلوبی کمتر باشد، جداسازی بطور کامل انجام نمی‌شود به طوری که همراه محصول مواد زائد وجود دارد. اگر جریان هوا از حد مطلوب بیشتر باشد، قسمت زیادی از محصول به همراه مواد زائد تلف می‌گردد. عامل تعیین کننده سرعت جریان هوا در این سیستم‌ها، خواص آئروپدینامیکی محصول و مواد زائد همراه آن است. بدین منظور لازم است دینامیک ذره بر حسب ضریب کشش و سرعت حد مورد بررسی قرار گیرد. به عبارت دیگر، سرعت حد یک ذره به سرعتی از هوا اطلاق می‌گردد که قادر باشد ذره را به حالت تعلیق درآورد. (ربانی، ۱۳۸۱). مقادیر سرعت حد و ضریب کشش به خصوصیات فیزیکی ذره (ابعاد، جرم و)، ویسکوزیته محیط و نیروی شتاب‌دهنده (معمولاً شتاب ثقل) بستگی دارد. به منظور طراحی تجهیزات برای جابجایی، هوادهی، ذخیره‌سازی و فرآوری دانه عدس لازم است برخی خواص فیزیکی عدس (مانند ابعاد هندسی، چگالی توده، چگالی حقیقی، ضریب کروی، وزن هزاردانه و ضریب اصطکاک استاتیکی) به صورت تابعی از میزان رطوبت بررسی شوند. (اوزارسلان^۱، ۲۰۰۲). هم چنین لازم است برخی خواص مکانیکی عدس (مانند تغییر شکل در نقطه گسیختگی، نیروی

گسیختگی، انرژی گسیختگی و چغرمگی)، به صورت تابعی از میزان رطوبت و سرعت بارگذاری ارزیابی گردند.

۱-۲- ضرورت تحقیق

با توجه به عدم وجود اطلاعات کافی در خصوص خواص فیزیکی، مکانیکی و آئرودینامیکی دانه عدس لازم است مطالعه کاملی از نظر خواص فیزیکی، مکانیکی و آئرودینامیکی بر روی عدس انجام شود. در فرآیند جداسازی، ذخیره سازی و تمیز کردن عدس اطلاع از برخی خواص مکانیکی مانند نیروی گسیختگی، تغییر شکل در نقطه گسیختگی و انرژی گسیختگی دانه از اهمیت خاصی برخوردار است. با شناخت خواص فیزیکی دانه عدس از قبیل مشخصات ابعادی دانه، چگالی توده، چگالی حقیقی، ضریب اصطکاک استاتیکی دانه روی سطوح مختلف، می توان با دقت لازم نسبت به طراحی و ساخت دستگاه های جداکننده ناخالصی از دانه عدس و سیستم های انتقال دانه اقدام نمود. از نتایج این تحقیق می توان برای کاهش هزینه های ناشی از ضایعات مکانیکی که در مراحل جابجایی، ذخیره سازی و فرآوری محصول رخ می دهد، استفاده کرد. (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱). در تحقیقات متعددی خواص فیزیکی برخی از محصولات کشاورزی تعیین شده است ولی برای دو رقم عدس (بیله سوار و کیمیا) پژوهشی به عمل نیامده است. بنابراین با توجه به ضرورت های اشاره شده، این تحقیق به منظور اهداف زیر انجام شده است.

۱-۳- اهداف تحقیق:

مواردی چند را می توان به عنوان هدف های مورد نظر در این تحقیق به شرح زیر ذکر کرد؛

- ۱- تعیین اثر رطوبت بر روی خواص فیزیکی دانه عدس.
- ۲- تعیین اثر رطوبت بر خواص آئرودینامیکی دانه عدس.
- ۳- تعیین اثر رطوبت بر برخی خواص مکانیکی دانه عدس.
- ۴- تعیین اثر رطوبت و سرعت بارگذاری بر خواص مکانیکی دانه عدس (تغییر شکل در نقطه گسیختگی، نیروی گسیختگی، انرژی گسیختگی و چغرمگی)

۱-۴-کلیات و تعاریف

اهمیت اطلاع از خواص فیزیکی، مکانیکی و آئرودینامیکی محصولات در طراحی و بهینه سازی سیستم‌های مرتبط با تولید، فرآوری و بسته‌بندی این محصولات بر کسی پوشیده نیست. در بیانی عام، اکثر مواد کشاورزی جزء مواد ویسکوالاستیک طبقه‌بندی می‌شوند. اگرچه وابستگی رفتار مواد ویسکوالاستیک به سرعت بارگذاری، از ویژگی‌های این دسته از مواد است. لکن نحوه‌ی تاثیر سرعت بارگذاری بر خواص مکانیکی محصولات کشاورزی منوط به بررسی دقیق و موردی این محصولات است. از سوی دیگر، وابستگی خواص مکانیکی به اندازه دانه به عنوان خاصیتی فیزیکی، برای بسیاری از دانه‌ها شناخته شده نیست. ویژگی منحصر به فرد محصولات کشاورزی از جمله شکل نامنظم، ناهمگن و بیولوژیک بودن آن‌ها، سبب تمایز آنها از مواد مهندسی شده است. (باربوسا آجانوواس و همکاران، ۲۰۱۰) خواص محصولات کشاورزی را به صورت زیر تقسیم بندی نموده اند؛

- ۱- خواص گرمایی مانند گرمای ویژه، رسانایی گرمایی، انتشار گرما، نقطه جوش و انجماد.
- ۲- خواص نوری مانند رنگ، هم چنین شفاف و نیمه شفاف.
- ۳- خواص الکتریکی (مانند رسانایی).
- ۴- بافت و خواص هندسی مانند چگالی، ابعاد ذره، شکل، زبری سطح و ساختار سلولی ماده.
- ۵- خواص مکانیکی (مانند مقاومت، فشار پذیری و تغییر شکل) و خواص رئولوژیکی (مانند ویسکوالاستیسیته).
- ۶- خواص دیگری شامل خواص مربوط به انتقال جرم (نفوذ و نفوذ پذیری)، کشش سطحی، پایداری توده، قابلیت چسبندگی و جذب تشعشع.

۱-۴-۱- خواص فیزیکی محصولات کشاورزی

خواص فیزیکی محصولات کشاورزی را می‌توان به سه گروه دسته بندی کرد:

- ۱- خواص هندسی شامل ابعاد، ضریب کرویت، قطر متوسط هندسی، قطر متوسط حسابی و سطح تصویر شده.

۲- خواص ثقلی شامل جرم تک دانه، حجم واقعی، وزن هزار دانه، چگالی توده و چگالی حقیقی.

۳- خواص اصطکاکی شامل ضریب اصطکاک استاتیکی (داویس ۳، ۲۰۰۹).

اطلاع از خواص فیزیکی محصولات کشاورزی اصولاً برای روش ذخیره‌سازی مطلوب و برای طراحی، تعیین اندازه، ساخت و کاراندازی تجهیزات مختلف در فرآیند پس از برداشت اهمیت دارند. هم‌چنین به منظور طراحی تجهیزات برای استفاده در کشت و زرع، برداشت، حمل و نقل، ذخیره‌سازی و فرآوری محصولات کشاورزی اطلاع از محصولات کشاورزی به صورت تابعی از میزان رطوبت ضروری است (کیبار^۴ و همکاران، ۲۰۱۰).

برخی از خواص فیزیکی وابسته به رطوبت محصولات کشاورزی عبارتند از شکل، ابعاد، جرم، چگالی توده، چگالی حقیقی و ضریب اصطکاک روی سطوح مختلف می‌باشد. (محسنین^۵، ۱۹۸۶).

۱-۴-۱-۱- ابعاد و شکل

شکل معمولاً برای محصولات فرآوری نشده استفاده می‌شود. (استروشاین و هامان، ۱۹۹۴). ابعاد و شکل محصول در طراحی ماشین‌های بوجاری و درجه بندی محصولات اهمیت دارند. (اکبرپور^۶ و همکاران، ۲۰۰۹)، (مانووا^۷ و محمد، ۲۰۱۰). شکل و اندازه دو عامل جدا نشدنی در جسم فیزیکی بوده که لازم و ملزوم یکدیگر هستند. برای تعیین شکل یک جسم باید بعضی از ابعاد آن اندازه‌گیری شود. (سیتکی^۸، ۱۹۸۶).

هم‌چنین ابعاد و شکل در جداسازی ذرات بوسیله نیروی گریز از مرکز تاثیر دارند، اندازه‌گیری علمی نشان می‌دهد که اشکال مختلف را می‌توان با استفاده از محورهای عمود برهم مشخص کرد، ابعاد را می‌توان با اندازه‌گیری ابعاد سطح تصویر شده محصول و با تعریف سه بعد کوچک، متوسط و بزرگ اندازه‌گیری کرد. (محسنین، ۱۹۸۶). ابعاد را می‌توان بوسیله کولیس، میکرومتر، تصویر برداری و بزرگنمایی محاسبه نمود. در اندازه‌گیری بوسیله کولیس و میکرومتر بایستی دقت نمود به محصول فشار بیش از حد وارد نشود و لبه کولیس و میکرومتر بر محصول مماس شود.

2-Davies
1- Kibar
2-Mohsenin
3-Akbar poor
4-Manuwa
5-Sitkei

اطلاع از پارامتر ابعاد سه گانه، در طراحی الک-ها و سیستم های درجه بندی محصولات کشاورزی اهمیت دارد. (الاًیبه^۹، ۲۰۰۰).

۱-۴-۱-۲- حجم

حجم مواد غذایی و محصولات کشاورزی اهمیت زیادی در فرآیندهای مختلف و در ارزیابی کیفیت محصولات از جمله خشک کردن و نگهداری، طراحی سیلوها و مخازن نگهداری، جداکردن مواد ناخالصی، درجه بندی و ارزیابی از لحاظ رسیدگی میوه جات دارد. حجم محصول را می توان توسط جابجایی مایع و یا گاز و یا نیروی شناوری وارد بر محصول هنگام غوطه ور شدن در مایع و یا از روش های هندسی محاسبه نمود. که بسته به ابعاد محصول می توان از ابزارهای متفاوتی مانند بورت، پیکنومتر و استوانه مدرج استفاده نمود. (استروشاین و هامان، ۱۹۹۴). همچنین حجم خاصیت فیزیکی مهم برای بسیاری از مواد غذایی در حمل و نقل و فرآوری است. (باربوسا جانوواس و همکاران، ۲۰۱۰).

در حالت کلی مشکلات مختلفی برای اندازه گیری حجم محصولات کشاورزی به روش های معمول وجود دارد که مهم ترین آنها عبارتند از :

۱- شکل بی قاعده محصولات کشاورزی

۲- اندازه کوچک بسیاری از محصولات مانند دانه ها و بذرها

۳- طبیعت متخلخل برخی از محصولات کشاورزی

۴- وقت گیر بودن این روش

۵- دقت ناکافی

برای محاسبه سطح تصویر شده می توان از روش های هندسی، پوشش سطح محصول و روش جابجایی مایع استفاده نمود. (استروشاین و هامان، ۱۹۹۴).

مقادیر مساحت سطح در ارزیابی نسبی نرخ تنفس میوه ها و سبزی ها، به منظور برآورد میزان جریان هوای لازم برای سرما یا گرمادهی لازم است (باربوسا جانوواس و همکاران، ۲۰۱۰). سطح تصویر همچنین فاکتور مهمی در تعیین سرعت حد است. (الاًیبه، ۲۰۰۰).

۱-۴-۱-۳- چگالی

اختلاف در کیفیت میوه‌جات و سبزی‌جات، حبوبات و دانه‌ها اغلب می‌تواند بوسیله اختلاف در چگالی نشان داده شود. چگالی مواد غذایی مایع، در جداسازی بوسیله رسوب‌سازی و در تعیین خواص جریان و نیازهای قدرتی برای پمپ کردن اهمیت دارد. به عنوان مثال از چگالی می‌توان در خشک کردن و نگهداری، طراحی سیلو و مخازن نگهداری، درجه‌بندی و جدا نمودن، خشک کردن و انبار کردن علوفه، طراحی سیلوها و سازه‌های انباری و تعیین رسیدگی میوه‌ها استفاده کرد. (استروشاین و هامان، ۱۹۹۴). چگالی محصولات کشاورزی معمولاً به دو صورت چگالی توده و چگالی حقیقی اندازه‌گیری می‌شود. چگالی توده جرم توده‌ای از محصول است که حجم معلومی را اشغال می‌کند، در صورتی که چگالی حقیقی جرم واحد حجم یک نمونه از محصول است. نمونه می‌تواند یک دانه منفرد یا مجموعه‌ای از چند دانه باشد. (راسخ و همکاران، ۱۳۸۴).

چگالی توده و چگالی حقیقی در طراحی سیستم‌های خشک‌کن، هوادهی و ذخیره‌سازی اهمیت دارند، به طوری که در مقاومت جریان هوا از میان توده انباشته شده اثر دارند. (اکبرپور و همکاران، ۲۰۰۹، زودو و سولومون، ۲۰۰۸). هم‌چنین برای جدا کردن ناخالصی از مواد غذایی، می‌توان از اختلاف چگالی بین ناخالصی و مواد غذایی استفاده نمود. یکی دیگر از مواد کاربرد چگالی، استفاده در سیستم‌های درجه‌بندی محصولات کشاورزی است. (باربوساجانوواس و همکاران، ۲۰۱۰)

۱-۴-۱-۴- ضریب اصطکاک استاتیکی

ضریب اصطکاک بین بذر و دیوار یک پارامتر مهم در پیش بینی فشار بذر بر روی دیوار انبارها است و هم‌چنین فاکتور مهم در طراحی تجهیزات انتقال محصولات کشاورزی است. (اکبرپور و همکاران، ۲۰۰۹).

رفتار محصولات دانه‌ای توده‌ای و غلات به مقدار خیلی زیاد به ضریب اصطکاک بستگی دارد، به طوری که اصطکاک بین دانه و یک سطح، موقع حرکت ذره‌ها روی نقاله‌های لغزان، پاک کردن با استفاده از الک‌های لغزان و پر و خالی کردن انبار تاثیر می‌گذارند. (زودو و سولومون، ۲۰۰۸). عواملی که می‌توانند بر این ضریب تاثیر بگذارند عبارتند از؛ رطوبت محصول و نوع سطحی که محصول کشاورزی روی سطح آن حرکت می‌کند. (استروشاین و هامان، ۱۹۹۴).

۱-۴-۱-۵-وزن هزار دانه

وزن دانه غله و حبوبات عموماً براساس وزن هزار دانه بیان می‌گردد. وزن هزار دانه فاکتور مهم در تعیین کیفیت بذر می‌باشد. به طوری که با افزایش وزن هزار دانه، شاخص رشد و درصد جوانه زنی بذر افزایش می‌یابد. (شاستری^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۷).

۱-۴-۲-خواص مکانیکی

۱-۴-۲-۱-عوامل موثر بر خواص مکانیکی

با توجه به اینکه محصولات کشاورزی ممکن است بر اساس بافت بکار روند و یا استفاده از اطلاعات بدست آمده برای مدل سازی و طراحی ماشین های پس از برداشت، بررسی خواص مکانیکی محصولات کشاورزی اهمیت دارد (افکاری سیاح و مینایی^{۱۱}، ۲۰۰۴).

کاهش تلفات و حفظ کیفیت محصولات کشاورزی در طی عملیات کشاورزی (قبل و بعد از برداشت)، در صورتی ممکن است که خواص مختلف این محصول و چگونگی تغییرات آنها شناخته شوند. شناخت محصولات مختلف کشاورزی، اجازه می‌دهد ماشین های جدید و فرآیندهای صنعتی زیادی با مشخصات کیفی اصلاح شده طراحی شوند و بدین ترتیب خسارت، کاهش و بهره‌دهی محصولات افزایش یابد.

اصولاً اطلاع از عوامل گسیختگی دانه ها، برای طراحی ایده آل سیستم های خردکن، به نحوی که فرآوری و پارامترهای تولید بهینه شود، ضروری است. (طباطبائی فر^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۷).

1 -Shastri

2 -Afkari Sayyah and minaei

3 -Tabatabaeefar

بدین منظور از آزمون های فشاری بر روی محصولات کشاورزی استفاده می کنند که هدف از این آزمون-ها، استخراج پارامترهایی است که در طراحی مواد بسته بندی یا ذخیره سازی مفید واقع شوند، تا بتوانند ضایعات وارده به محصول را به حداقل برسانند. (الآیه، ۲۰۰۰).

۱-۴-۲-۱-۱-ساختمان و بافت محصول

خواص محصولات کشاورزی بسیار متغییر می باشند که بررسی های عملی این مواد را با پیچیدگی-هایی همراه ساخته است. بنابراین خواص مکانیکی برای تحلیل بافت و بدست آوردن یک درک بهتر از کیفیت محصول اهمیت دارد. با تحلیل بافت می توان انبارداری و فرآوری محصول کشاورزی را بهینه نمود (رضوی و بهرام پور^{۱۳}، ۲۰۰۷). رابطه بین نیروی تغییر شکل در مورد غلات بستگی به وضع بارگذاری دانه ها دارد (سیتکی، ۱۹۸۶). (توکلی^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۰) گزارش دادند که بافت محصول تاثیر بسزایی در خواص مکانیکی محصول دارد.

۱-۴-۲-۱-۲-رطوبت محصول

رطوبت محصول به صورت مقدار رطوبت در محصول در وزن مرطوب یا وزن خشک محصول اندازه-گیری می شود. رطوبت محصول یکی از مهم ترین ویژگی های محصولات بیولوژیک است. که علاوه بر خواص فیزیکی بر خواص مکانیکی محصول نیز تاثیر می گذارد. قابلیت انبار کردن برخی محصولات وابسته به میزان رطوبت موجود در آنها می باشد و در صورت افزایش رطوبت، باید از طریق طبیعی یا مصنوعی رطوبت از محصول خارج شود. (سیتکی، ۱۹۸۶).

۱-۴-۲-۱-۳-سرعت بارگذاری

سرعت بارگذاری برای انجام آزمایش های فشاری، بر اساس حساسیت نمونه به سرعت بارگذاری انتخاب می شود. اکثر محصولات کشاورزی که تحت بارگذاری فشاری قرار می گیرند در قسمت اول منحنی بار تغییر شکل حالت الاستیک دارند. اما با افزایش بار خاصیت ویسکوالاستیک پیدا می کنند. بنابراین افزایش حد الاستیک به هر نحوی بستگی به زمان داشته و اثر سرعت بارگذاری در این مورد اهمیت دارد. (توکلی و همکاران، ۲۰۱۰). رفتار مواد حقیقی به ویژه محصولات کشاورزی کم و بیش نسبت به رفتار مواد ایده آل متفاوت است. یکی از خواص جالب محصولات کشاورزی این است که رابطه‌ی

نیروی تغییر شکل در آنها بستگی به سرعت تغییر شکل دارد. یعنی باید در منحنی نیروی تغییر شکل عامل زمان را هم دخالت داد. موادی که تغییر شکل آنها به زمان بستگی دارد مواد چسبان نامیده می شوند. این مواد بخشی از خواص جامدات و بخشی از خواص مایعات را دارند (سیتکی، ۱۹۸۶).

۱-۴-۲-۱-۴- نحوه بارگذاری

اعمال بار روی محصولات کشاورزی معمولاً کرنش مومسان زیادی تولید می کند، بنابراین رفتار تنش بیشینه‌ی کرنش آنها تحت بارهای دوره‌ای یا تکراری تغییر می‌کند زیرا بخشی از انرژی لازم برای تغییر شکل در محصول، در بارگذاری قبل تامین شده است. (استروشاین و هامان، ۱۹۹۴).

۱-۴-۲-۱-۵- نیروهای وارد بر جسم در جریان سیال

هنگامی که جسمی در سیالی حرکت می‌کند، در اثر واکنش بین جسم سیال نیروهایی بین فصل مشترک جسم و سیال به وجود می‌آید. این نیروها در قالب تنش‌های برشی (τ) که در اثر لزجت سیال ایجاد شده و نیز تنش‌های عمودی (ρ) که در اثر فشار بوجود آمده است، بر جسم وارد می‌شوند. برآیند نیروهای وارد بر جسم از طرف هوا در جهت سرعت جریان را نیروی کشش و برآیند این نیروها در جهت عمود بر سرعت جریان را نیروی بالابری می‌نامند (محسنین،^{۱۵} ۱۹۷۸).

در مورد اجسام سه بعدی نیروی جانبی دیگری نیز که عمود بر صفحه‌ای شامل نیروهای بالابری و کشش است، بر جسم وارد می‌شود.

۱-۴-۲-۲- آزمون‌های مکانیکی

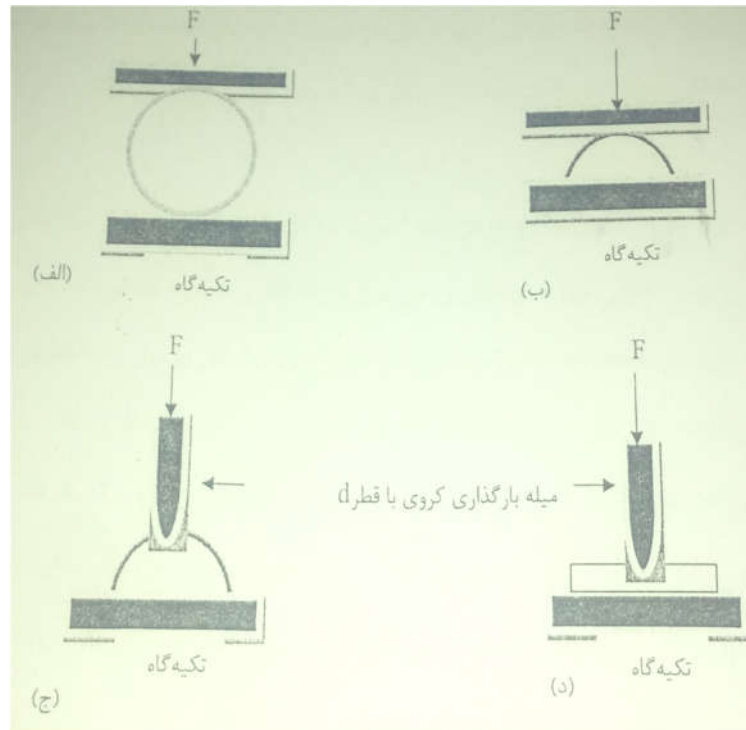
در صورتی که هدف از تحقیق، کسب اطلاعات از بافت محصول به منظور بهینه‌سازی ماشین‌های پس از برداشت باشد، پارامترهای مورد نیاز باید پارامترهایی باشند که امکان استفاده از آنها در محاسبات مهندسی وجود داشته باشد. از جمله بارگذاری‌های معمول برای بررسی رفتار مکانیکی و تعیین خواص مکانیکی محصولات بارگذاری فشاری روی محصول کامل است. این نوع بارگذاری، گذشته از پیچیدگی-های محصول و عدم دسترسی به نحوه توزیع تنش بیشینه و کرنش، به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا مواد خام در حین عملیات کشاورزی و فرآوری به شکل دست نخورده و نه در قطعات بریده شده تحت تنش بیشینه مکانیکی قرار می‌گیرند (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸).

- در این رابطه آزمون فشاری تک محوری یک روش عمومی آزمایش مواد کشاورزی است (سیتکی، ۱۹۸۶).
- برای بالا بردن اطمینان نتایج حاصل، باید شرایط زیر را در انجام این آزمایش به کار برد؛
- ۱- بار باید کاملاً به صورت محوری بوده و هیچ گونه خمشی ایجاد نکند.
 - ۲- اصطکاک بین دو انتهای نمونه و صفحه فشار خیلی کم باشد، تا اینکه تغییر شکل عرضی نمونه را محدود نکند.
 - ۳- نسبت طول به قطر نمونه باید طوری باشد که خطر خمیدگی وجود نداشته باشد. (سیتکی، ۱۹۸۶)

۱-۴-۲-۳- بارگذاری فشاری تک محوری (شبه استاتیک)

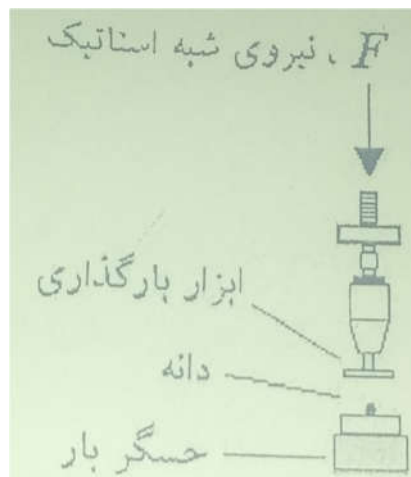
بعد از آماده کردن نمونه‌ها آنها را توسط دستگاه آزمون کشش - فشار تحت بارگذاری قرار داده و نمودار نیرو - تغییر شکل مربوطه را از دستگاه استخراج می‌کنند و با استفاده از این نمودار می‌توان نیروی لازم برای گسیختگی، ضریب کشسانی ظاهری و بیشینه نیروی فشاری را محاسبه کرد. (لهراسبی، ۱۳۸۲).

در این نوع آزمون برای نمونه کامل محصول بر اساس استاندارد (ASAE, 2001) و مطابق شکل (۱-۱) نیرو به وسیله ورقه‌های مسطح (الف و ب)، میله‌های فرو شونده کروی (ج) و یا میله‌های استوانه‌ای (د) بر نمونه آزمایش وارد شود.



شکل ۱-۱ شرایط بارگذاری مختلف در محصولات کشاورزی

در شکل ۱-۱ حالت کلی قرارگیری دانه و بارگذاری را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱ نمای کلی از قرارگیری دانه و بارگذاری روی آن در هر دو آزمایش فشاری محوری و تنش آسایی

۱-۵- پارامترهای استخراج شده از منحنی نیرو - تغییر شکل

از منحنی نیرو تغییر شکل می‌توان تغییر شکل در نقطه گسیختگی، نقطه تسلیم بیولوژیکی، نقطه گسیختگی، انرژی گسیختگی، چغرمگی و ضریب کشسانی ظاهری را بدست آورد.

رئولوژی

رئولوژی علم مطالعه تغییر شکل و جریان ماده است. بر مبنای علم رئولوژی رفتار مکانیکی ماده را می‌توان بر اساس سه عامل نیرو، تغییر شکل و زمان بیان نمود. (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸). خصوصیات رئولوژی محصولات غذایی بر اساس بکار بردن تنش یا کرنش بر روی یک ماده در یک دامنه مشخص و مشاهده نتایج پاسخ مواد بنا نهاده شده است. (دابرازیسک و وینسنت^{۱۶}، ۱۹۹۹). با توجه به نوع محصول و نوع آزمون مکانیکی انجام شده در این پژوهش می‌توان با کمک علم رئولوژی تغییر شکل ناشی از بارگذاری روی محصول غیرکشسان مورد نظر را بر مبنای رفتار ویسکوالاستیک آن از نمودارهای حاصل از دستگاه آزمون کشش - فشار مطالعه کرده و به برخی از ویژگی‌های مکانیکی محصول دست یافت. برای این منظور به تعاریف اصطلاحات زیر پرداخته می‌شود؛

تنش؛

عبارت است از شدت نیروهای داخلی یا مولفه‌های نیرویی، که به صفحه‌ای درون یک جسم اعمال می‌گردد. (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸).

کرنش؛

کمیتی است که تغییر واحد در اندازه و شکل یک جسم در اثر اعمال نیرو، نسبت به اندازه یا شکل اولیه را نشان داده و بدون بعد بیان می‌گردد. (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸).

تنش آسایی؛

کاهش تدریجی تنش هنگامی که ماده در کرنش ثابت قرار می‌گیرد. (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸)..

تغییر شکل؛

عبارت است از جابجایی نسبی نقاط داخل یک جسم. تغییر شکل کمیتی برداری است و در حالت کلی با تغییر شکل کلی جسم در ارتباط است. تغییر شکل عاملی بسیار مهم در رفتار رئولوژیک محصولات کشاورزی بشمار می‌رود، زیرا در اغلب آزمون‌های مکانیکی که با هدف بررسی خواص مواد بیولوژیک انجام می‌شود، محصول کشاورزی عموماً به صورت دست نخورده مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این صورت

عوامل بدست آمده نشان دهنده مقادیر تغییر شکل نسبت به نیرو یا زمان خواهند بود. (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸).

حد کشسان؛

تنش بیشینه‌ای است که ماده می‌تواند تحمل کند، بدون آنکه پس از برداشتن کل تنش بیشینه اعمالی، کرنش دائمی در آن ایجاد گردد. (محسنین، ۱۹۸۶).

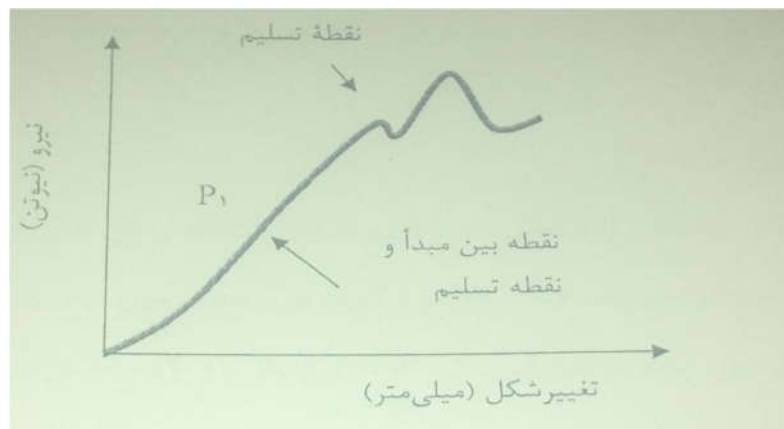
حد تناسب؛

تنش بیشینه‌ای است که ماده قادر به تحمل آن است، پیش از آن که رابطه تنش بیشینه - کرنش از حالت خطی (رابطه هوک) خارج گردد. (محسنین، ۱۹۸۶).

ضریب کشسانی ظاهری:

در آزمایش‌های فشاری محصولات کشاورزی ضریب کشسانی ظاهری بین مبدا و نقطه تسلیم، نقطه P_1 در شکل (۱-۳) یعنی در وسط منحنی نیرو- تغییر شکل بدست می‌آید. (وورساووش و آوزگوو^{۱۷}، ۲۰۰۳).

دلیل استفاده از پسوند "ظاهری" در ضریب کشسانی این است که این ضریب تنها در یک شرایط خاص مرزی صادق است و ممکن است با تغییر شرایط، مثلاً آهنگ بارگذاری، تغییر کند. دلیل دیگر این امر، لزج - کشسان بودن محصولات کشاورزی می‌باشد که در چنین بررسی‌هایی، ماده ظاهراً کشسان فرض می‌گردد. (محسنین، ۱۹۸۶) چنانچه ضریب کشسانی ظاهری ماده‌ای بیشتر باشد، سفتی ماده بیشتر بوده و در برابر بارهای وارد مقاومت بیشتری خواهد داشت. (مسعودی و همکاران، ۱۳۸۴).



شکل ۱-۳ - ضریب کشسان ظاهری (بین مبدا و نقطه تسلیم) در منحنی نیرو تغییر شکل برای محاسبه ضریب کشسانی ظاهری

ضریب پواسون؛

ضریب پواسون قدر مطلق نسبت کرنش جانبی به کرنش محوری ناشی از یک تنش بیشینه محوری یکنواخت پیش از حد تناسب است. در مواد ناهمسان مانند محصولات کشاورزی بیش از یک ضریب وجود دارد (افکاری سیاح و مینایی، ۱۳۸۸).

نقطه تسلیم؛

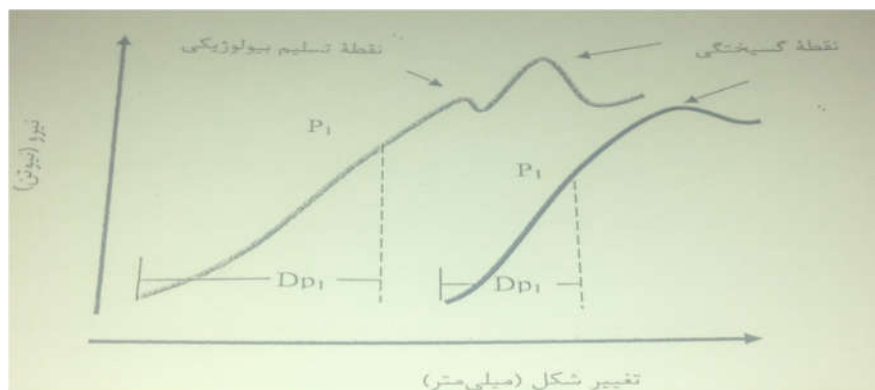
نقطه تسلیم نخستین نقطه از منحنی تنش بیشینه - کرنش است که در آن افزایش کرنش بدون نیاز به افزایش تنش بیشینه واقع می‌گردد و انحنای منحنی شروع به کاهش می‌کند. (کریا^{۱۸} و همکاران، ۲۰۰۷ و استف ۱۹۹۶).

نقطه تسلیم بیولوژیکی؛

نقطه تسلیم بیولوژیکی نقطه‌ای در منحنی نیرو تغییر شکل است که در آن با افزایش تغییر شکل، نیرو کاهش می‌یابد و یا ثابت می‌ماند (مسعودی و همکاران، ۱۳۸۴). این نقطه که در شکل (۴-۱) نشان داده شده است، اهمیت زیادی در تعیین حساسیت به آسیب مکانیکی دارد، یعنی اگر در یک محصول مقدار بار وارده به نقطه تسلیم بیولوژیک برسد خسارت وارد نمی‌شود و محصول از بین نمی‌رود. (سیتیکی، ۱۹۸۶).

نقطه گسیختگی (شکست)؛

نقطه گسیختگی نقطه‌ای در منحنی نیرو - تغییر شکل است که در آن حتی با کاهش نیرو، میزان تغییر شکل به سرعت افزایش پیدا کرده و جسم شکسته می‌شود. در مواد نرم و سخت بعد از گسیختگی، تغییر شکل قابل توجهی دیده می‌شود (سیتیکی، ۱۹۸۶). شکل (۴-۱) منحنی های نیرو - تغییر شکل حاصل از آزمون فشاری را برای دو نوع ماده (یکی دارای نقطه تسلیم و یکی بدون نقطه تسلیم) نشان می‌دهد. همان طور که در شکل (۴-۱) مشخص است در ابتدای منحنی نیرو - تغییر شکل، تفرع منحنی به سمت بالا و انتهای تفرع منحنی به سمت پایین است. نقطه ای که در آن تفرع منحنی عوض می‌شود، نقطه عطف نام دارد (نقطه P_1) تغییر شکل در این نقطه با نماد D_{p1} نشان داده شده است. برای محاسبه ضریب کشسانی ظاهری، تغییر شکل نمونه باید کمتر از تغییر شکل در نقطه عطف باشد. (سیتیکی، ۱۹۸۶).



شکل ۴-۱ نقاط مورد نیاز از نمودار نیرو - تغییر شکل ، تحت بارگذاری فشاری

انرژی گسیختگی؛

انرژی گسیختگی، عبارت است از مقدار انرژی لازم برای ایجاد گسیختگی، که این پارامتر برابر است با سطح زیر منحنی نیرو- تغییر شکل تا نقطه شکست. (توکلی و همکاران، ۲۰۱۰).

چگرمگی؛

انرژی مورد نیاز در واحد حجم برای تخریب مواد می‌باشد و بر حسب میلی ژول بر میلی متر مکعب یا ژول بر سانتی متر مکعب بیان می‌گردد. چگرمگی از تقسیم مساحت زیر منحنی نیرو - شکل ماده بر حجم ماده به دست می‌آید. (راسخ، ۱۳۸۵).

۱-۶- معرفی محصول عدس

در شبه قاره هند که بزرگترین تولید کننده عدس در دنیا می‌باشد، گیاه عدس را در طی فصل زمستان در خاکهایی که رطوبت حاصل از بارانهای موسمی را در خود ذخیره کرده‌اند، می‌کارند. در ارتفاعات پائین کشورهای مدیترانه‌ای گیاه را طی زمستانهای مرطوب می‌کارند. در ارتفاعات بالا در ترکیه و ایران گیاه را بصورت بهاره در خاکهایی که در طی زمستان رطوبت ذخیره کرده‌اند می‌کارند. لازم به ذکر است در بعضی مناطق عدس در تناوب یکساله با غلات مخصوصا پس از برنج به عنوان کود سبز کاشته می‌شود و یا بصورت کشت درهم اغلب با جو، خردل، نیشکر پائیزه یا کرچک کاشته می‌شود عدس سازگاری زیادی به انواع خاکها نشان می‌دهد. و می‌توان در خاکهای رسی سنگین تا شن لومی آن را کاشت عدس در خاکهای با حاصلخیزی متوسط تا کم نیز واکنش خوبی نشان می‌دهد. عدس را در خاکهای با PH حدود ۵/۵ تا ۹ می‌توان کاشت. البته بسیاری از ژنوتیپهای عدس به شوری خاک حساس هستند هر چند مقاومت به شوری در عدس بیشتر از لوبیا سبز، سویا و لوبیا چشم بلبلی و کمتر از بسیاری از غلات مانند نخود، خلو و باقلا می‌باشد.

عدس

عدس با نام علمی *Lens culinaris medic* از قدیمی ترین منابع غذایی گیاهی بشر است و عمر آن به قدمت تاریخ کشاورزی است. عدس یکی از حبوبات است که از قدیم الایام در اکثر نقاط دنیا کشت شده است. گیاه شناسان اعتقاد دارند که عدس حتی قبل از تاریخ نیز وجود داشته است. عدس منبع غنی پروتئین و ویتامین های گروه B می باشد و در بین گیاهان فقط سویا بیشتر از عدس پروتئین دارد. عدس دونه است عدس رسمی که دانه آن گرد و نسبتاً درشت است و رنگ آن سبز مایل به زرد است. عدس ریز یا عدس قرمز که دانه های آن ریز و به رنگ قرمز می باشد.

عدس گیاهی است علفی، یکساله با ساقه های کوتاه، تا حدی منشعب و به رنگ سبز روشن، ارتفاع آن بین ۱۵ تا ۷۵ سانتی متر متغیر است. اکثر تیپ های گیاه ارتفاعی بین ۲۵ تا ۴۰ سانتی متر دارند، بسته به ژنوتیپ گیاه و تا حدی محیط رویش آن، گیاه بصورت بوته ای کوتاه، نیمه ایستاده یا ایستاده رشد می کند در شرایط محیطی مطلوب، عدس سریع رشد کرده و چرخه زندگی خود را طی ۳ الی ۴ ماه کامل می کند. ولی در شرایط نامطلوب این مدت یکی الی دو ماه بیشتر خواهد شد گیاه دارای یک ریشه اصلی و تعدادی ریشه های فیبری جانبی می باشد. ساقه گیاه نازک، چهار گوش و در زوایا دارای نوارهای برجسته است بطور کلی ساقه آن علفی و ضعیف است با پیشرفت رشد گیاه بخش پائینی ساقه چوبی می شود. ارتفاع گیاه نیز بشدت تحت تأثیر محیط است. برگهای عدس مرکب، متقابل و دارای یک تا هشت جفت برگچه هستند، دمبرگها کوتاه بوده و طول اتصال برگچه ها بین یک تا چهار و نیم سانتی متر متغیر است. برگچه ها متقابل یا متناوب هستند و طولشان بین ۷ تا ۲۵ میلی متر و عرضشان ۲ تا ۷ میلی متر می باشند. تعداد برگچه ها بسته به ژنوتیپ فرق کرده و در داخل هر ژنوتیپ نیز محل گره ها تفاوت می کند. گلها بر روی محور فرعی گل آذین، با دمگلی باریک به طول ۲ تا ۵/۵ سانتی متر ظاهر می شوند. معمولاً هر دمگل از یک تا ۴ گل را در بر می گیرد و در بعضی مواقع تا ۷ گل نیز مشاهده شده است گلها کوچک و گلبرگ درفش آنها سفید است. بالها و ناو نیز عموماً سفید یا مخلوطی از آبی و بنفش می باشند کاسه گل به ۵ بخش باریک تقسیم می شود. پرچمها دیدالفوس هستند. تخمدان حاوی یک یا دو تخمک است که به یک خامه کوتاه و خمیده منتهی می شود. کلاله روی آن نسبتاً متورم و غده است. غلافهای عدس بیضوی از جوانب فشرده شده و در محل در بر گرفتن بذرها متورم است. غلاف حاوی یک تا دو بذر است. بر روی هر محور گل آذین تعداد یک تا چهار غلاف و گاهی شش مشاهده می شود. بذرهای عدس به شکل عدسیهای چشمی هستند رنگ آنها متغیر و اغلب قهوه ای تیره است. سطح بذر معمولاً صاف است ولی در ارقام پر محصول ممکن است بذرها چروکیده باشد، تعداد بذرهای هر گیاه وابستگی بسیار نزدیکی با تعداد غلاف در گیاه دارد لیکن تعداد بذر در داخل غلاف و ورمن ۱۰۰ دانه آن کمتر تحت تأثیر محیط قرار می گیرد. بذرهای تازه برداشت شده عدس حدود ۳ تا ۴ هفته از خود دوره خواب نشان می دهند.

بذرهای که فاقد دوره خواب می‌باشند زمانیکه در خاک مرطوب قرار می‌گیرند در دمای مطلوب گیاه سریعاً آب جذب می‌کنند عدسهای بذر ریز حدود ۸۵ درصد وزن خشک خود آب جذب می‌کنند و این مقدار برای عدسهای بذر درشت ۱۰۰ درصد است. فرم رویش و جوانه زنی گیاه درون زمینی است معمولاً در بهار در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد ظرف ۷ روز سبز می‌شود و در زمستان در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد این مدت به ۲۰ تا ۳۰ روز افزایش می‌یابد.

۱-۶-۱- نحوه آماده سازی زمین و تاریخ کاشت

نحوه آماده سازی زمین به نوع خاک و سیستم کاشت بستگی دارد. هدف از شخم تهیه بستری نرم، فشرده و فارغ از علف هرز است که ضمن افزایش سرعت جوانه زنی مقدار بیشتری آب در خود نگه می‌دارد. زمین ۱ یا حداکثر ۲ مرتبه شخم می‌خورد که نوبت دوم به منظور پوشاندن بذر است. کاشت در عمق ۴ تا ۵ سانتی متری کافی است و افزایش وزن خشک و جوانه‌زنی مطمئن‌تر خواهد بود. تأخیر در جوانه‌زنی به علت کاشت عمیق چنانچه در درجه حرارت کم باشد افزایش می‌یابد. کاشت به صورت هیرم- کاری در خاکهای با بافت سنگین که سله می‌بندند یا در زمین‌های غیر مسطح که احتمال غرقاب شدن وجود دارد دارای مزیت است. تاریخ کاشت اثرات قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد عدس دارد زیرا تغییر در تاریخ کاشت منجر به تغییر شرایط محیط گیاه در طی رشد می‌شود. تاریخ کاشت مطلوب گیاه از محلی به محل دیگر و گاهی از ژنوتیپی به ژنوتیپ دیگر فرق می‌کند. تاریخ کاشت مناسب در دشت‌های شمالی و مرکزی هند اواسط آبان تا اواسط آذر است. در هیمالیا که زمستان طولانی‌تر و رطوبت بیشتر است کاشت عدس بطور مطلوب تا اواخر آذرماه نیز امکان پذیر است. در ارتفاعات پائین منطقه غرب آسیا کاشت در اوایل زمستان محصول بهتری نسبت به کاشت در اواخر زمستان یا بهار دارد در ارتفاعات بالای مناطقی از ایران تاریخ کاشت مناسب. اوایل بهار است البته با تأخیر در کاشت در این مناطق عملکرد کاهش می‌یابد ولی مقدار پروتئین اضافه می‌شود.

۱-۶-۲- روش‌های کاشت عدس

۱-۶-۲-۱- کشت سنتی

در این نوع کشت که معمولاً در قطعات کوچک اجرا می‌شود. با استفاده از شیوه‌های سنتی و قدیمی مبادرت به کشت می‌نمایند. در این نوع کشت پس از اجرای یک شخم عمیق در پاییز مجدداً در بهار یک شخم تکمیلی انجام می‌دهند و زمین تسطیح می‌شود. پس از هموار نمودن زمین بذر و کود مورد نیاز به

وسیله دست بر وی زمین پاشیده شده و به وسیله خیش به زیرخاک انتقال داده می‌شود. در اراضی دیم پس از اجرای یک شخم عمیق در پاییز برای حفظ رطوبت ذخیره شده و جلوگیری از تبخیر در بهار هیچ گونه عملیات شخم و برگردان خاک اجرا نمی‌شود و به محض مناسب شدن شرایط کاشت در اسفند ماه و یا اوایل بهار بذر و کود مورد نیاز را پاشیده و به وسیله دیسک و یا پنجه غازی پوشانده می‌شود.

۱-۶-۲-۲- کشت مکانیزه

در این نوع کشت که مناسب ترین نوع کشت عدس می‌باشد در شرایط آبی در پاییز یک نوبت شخم عمیق ۲۵-۳۰ سانتیمتر اجرا می‌شود سپس با مساعد شدن شرایط خاک و هوا یک نوبت شخم تکمیلی به عمق ۱۵-۱۰ سانتی متر اجرا و سپس برای از بین بردن کلوخه‌ها از دیسک استفاده می‌شود باید دقت شود که شخم بهاره به موقع و به محض گاورو شدن خاک صورت گیرد. پس از تسطیح زمین به وسیله ماله با در نظر گرفتن شرایط آبی و دیم و با توجه به نحوه کار ماشین های بذر کارمبادرت به کشت می‌شود.

۱-۶-۳- تراکم

واکنش عدس به تراکم کاشت متفاوت بوده و به شرایط محیطی رشد گیاه و ژنوتیپ آن بستگی دارد. معمولاً بالاترین محصول با تراکم ۳۰۰ الی ۴۵۰ بذر در هر متر مربع بدست آمده است. که در شرایط هندوستان برای عدسهای بذر ریز ۶۰ الی ۸۰ کیلوگرم در هکتار و انواع بذر درشت ۱۲۰ الی ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار توصیه شده است.

۱-۶-۴- کود

۱- محصول عدس به میزان ۲ تن در هکتار، نیاز به ۱۰۰ کیلوگرم ازت دارد. در شرایط همزیستی خوب گیاه با باکتری حدود ۸۵ درصد نیاز گیاه به ازت برطرف می‌شود. لذا اضافه کردن ازت به خاک تأثیری بر افزایش عملکرد نخواهد داشت البته در خاکهای شنی که دارای مقدار کمی ماده آلی باشند افزایش ۱۵ الی ۲۵ کیلوگرم ازت در هکتار عملکرد را افزایش می‌دهد. در پاکستان در هر هکتار حدود ۱۵ الی ۲۰ تن کود حیوانی توصیه شده است. حتی اگر در سیستمهای کشت مضاعف به گیاه اول کود حیوانی داده شده باشد. کود حیوانی اثرات خوبی بر عدس (گیاه دوم) خواهد داشت. نسبت به مقدار فسفر موجود در خاک حدود ۱۰ تا ۴۰ کیلوگرم

Family name: ahour	Name: naser
Title of Thesis: Determine some physical, mechanical and aerodynamic properties of lentil seeds	
Supervisors: Dr. Mansour Rasekh and Dr. Ezzatollah Askari Asli- Adreh Advisors: Dr. Amir Hassan Afkari Sayyah and Dr. Abdollah Golmohammadi	
Graduate Degree M.Sc Major: Mechanical Engineering Biosystem Specialty: Postharvest Technology University Of Mohaghegh Ardabili Faculty Of Agricultural and Natural Resources Graduation date: 2017-10-10 Number of pages: 85	
<p>Abstract:</p> <p>The aerodynamic, physical and mechanical properties of lentil seeds commonly used in harvesting and processing systems in air conditioning and transfer systems by airborne fluid. To perform the compressive test, In order to pressure test the press-traction tester STM-20 manufactured by Santam engineering design was used. The used test device in this experiment was equipped with a DBBP-100 model BONGSHIN load cell. In this research, the speed of the two lentil cultivars, called bilesavar and Kimia, in three levels of size, medium and large and in four levels of moisture for bilesavar (9, 11, 5, 12 and 14) and for kimia (12, 5 / 13, 15 and 5/16) were studied on the basis. To analyze the experimental data, completely randomized design was used and Duncan multiband tests were used to compare the means. The aerodynamic properties tests indicate that the main effects of moisture content factors are significant at 1% probability level in Bilesavar cultivar. The main effect of grain size is significant at 5% probability level and the interaction between moisture content and grain size is not significant at the speed limit Is. As the humidity increases, the speed of the grain increases. So that the lowest amount in the humidity is 9.5%, it is 4.56 m/s. The highest amount in the 14% moisture content is equal to 7.962 m/s. In the kimia cultivar, the main effect of grain size is 1% and the main effect of moisture content on the speed limit is not significant and the mutual effect of moisture and grain size on the lentil's speed is significant at 1% probability level. By increasing the moisture content of the lentil grain, the speed limit has increased, with the highest amount for the size Coarse lentil seeds with a moisture content of 15% and 7.783 m/s and the smallest amount of lentil seeds in the moisture content of 16.5% is 6.067 than the second.</p>	
Keywords: Lentil Seeds - Physical Properties - Mechanical Properties - Aerodynamic Properties	



University of Mohagheh Ardabili
Faculty of Agriculture and Natural Resources
Department of Biosystem Engineering
Thesis is approved for the degree of M.Sc.
In Agricultural Mechanization

Title:

Determine some physical, mechanical and aerodynamic properties of lentil seed

Supervisor s :

Mansour Rasekh (Ph.D)
Ezzatollah Askari asli-ardeh (Ph.D)

Advisor(s):

Amir Hassan Afkari Sayyah (Ph.D)
Abdollah Golmohammadi (Ph.D)

By:

Naser Ahour

October 2017