بسم الله الرحمن الرحیم

کلیه امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا و استاد راهنمای پایان‌نامه و نام دانشجو با ذکر مأخذ و کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت. درج آدرس‌های ذیل در کلیه مقالات خارجی و داخلی مستخرج از تمام یا بخشی از مطالب این پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها الزامی می‌باشد.

……, **Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.**

……، گروه ……، دانشکده ……، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

مقالات خارجی

مقالات داخلی

دانشکدهٔ کشاورزی
گروه آموزشی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی گرایش مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان:

پیش‌بینی برخی خواص مکانیکی و خشک‌کردن دانه آفتابگردان به کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی

استاد راهنما:

دکتر حسین حاجی‌آقاعلیزاده

اساتید مشاور:

دکتر رضا امیری چایجان

دکتر ابراهیم احمدی

نگارش:

مرتضی همتی

۲۵ بهمن ۱۳۹۱

تقدیم به

پدر بزرگوار و مادر دلسوزم

همسر مهربان و فرزند دلبندم

و تمام کسانی که در بهترین سالهای عمرم

دوستی،

مهربانی و عشق

را بر گوش دلم نجوا کردند.

تشکر و قدردانی

آن بی همتای بزرگ را می ستایم که همواره الطاف بی پایانش را بر من ارزانی داشته است. اکنون که به فضل خداوند منان مراحل تحقیق و نگارش این پایان نامه به اتمام رسیده است بر خود لازم می دانم از تمام کسانی که با بذل عنایت خویش این جانب را یاری نموده اند، سپاسگزاری نمایم.

از استاد راهنمای ارجمندم، جناب آقای دکتر **حسین حاجی آقاعلیزاده** که همیشه مورد لطف و مرحمت ایشان بوده ام و اجرای این پایان نامه بدون راهنمایی های علمی و مساعدت های فراوان ایشان میسر نبود، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید مشاور گرامی، جناب آقایان دکتر **رضا امیری چایجان** و دکتر **ابراهیم احمدی**، به خاطر نظرات ارزشمند و مشاوره در تمام مراحل انجام این پایان نامه قدردانی می نمایم.

از جناب آقایان دکتر **جعفر امیری پریان** و دکتر **داریوش صفرزاده** که زحمت داوری این پایانامه را متقبل شدند، کمال تشکر و امتنان را دارم.

از کلیه دوستان و همکلاسیهایی که در مراحل مختلف انجام این تحقیق بنده را یاری نموده اند، قدردانی می نمایم.

از خانواده مهربان و فداکارم که در مدت دانشجویی اینجانب، سختی های بسیاری را متحمل شدند و یاری دهنده و پشتیبان همیشگی ام بودند و تا ابد مرهون لطفشان خواهم ماند، کمال تشکر و سپاس را دارم.

در پایان توفیق یکایک این عزیزان در مراحل مختلف زندگی را از خداوند منان خواهانم.

مرتضی همتی

بهمن ۱۳۹۱

فهرست مطالب صفحه

چکیده ۱
مقدمه ۳

فصل اول : بررسی منابع
۱- ۱ تاریخچه و اهمیت آفتابگردان ۹
۱- ۲ مفاهیم مرتبط با فرآیند خشک‌شدن ۱۰
۱- ۲- ۱ رطوبت تعادلی ۱۰
۱- ۲- ۲ میزان رطوبت ۱۱
۱- ۲- ۳ روش‌های انتقال رطوبت ۱۲
۱- ۲- ۳ – الف روش هدایت ۱۲
۱- ۲- ۳ – ب روش جابه‌جایی ۱۳
۱- ۲- ۳ – پ روش تابش ۱۶
۱- ۲- ۴ خشک شدن به روش لایه نازک ۱۶
۱- ۲- ۴- الف تأثیر درجه حرارت هوا در خشک‌کردن ۱۷
۱- ۲- ۴ – ب تأثیر سرعت (دبی) جریان هوا در خشک‌کردن ۱۷
۱- ۲- ۴ – پ تأثیر رطوبت هوا در خشک‌کردن ۱۸
۱- ۲- ۵ قابلیت انتشار رطوبت در مواد غذایی و محصولات کشاورزی ۱۸
۱- ۳ خشک‌کردن به روش تابش مادون قرمز ۲۱
۱- ۳- ۱ روابط حاکم بر تابش مادون قرمز ۲۲
۱- ۳- ۲ ضریب جذب و انتشار تابش مادون قرمز ۲۴
۱- ۳- ۳ انرژی تابشی ۲۵
۱- ۳- ۴ ضریب جذب آب ۲۶
۱- ۳- ۵ ضریب جذب و بازتاب فلزات ۲۷
۱- ۴ خشک‌کردن به روش ترکیبی مادون قرمز- جریان هوای گرم ۲۷
۱- ۵ خواص مکانیکی ۲۸
۱- ۵- ۱ رفتار مواد کشاورزی طی بارگذاری شبه استاتیک ۲۹
۱- ۶ شبکه‌های عصبی مصنوعی ۳۰
۱- ۶- ۱ معیارهای ارزیابی مدل ۳۳
۱- ۷ مروری بر تحقیقات انجام گرفته در زمینه‌ی پژوهش حاضر ۳۴

فهرست مطالب صفحه

۱- ۷- ۱ پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه‌ی خشک‌کردن محصولات کشاورزی ۳۴
۱- ۷- ۲ پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه‌ی خشک‌کردن محصولات کشاورزی با استفاده از توان مادون قرمز ۳۵
۱- ۷- ۳ پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه‌ی خواص مکانیکی (نیرو و انرژی شکست) ۳۶
۱- ۷- ۴ پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه‌ی پیش بینی خواص حرارتی و مکانیکی محصولات کشاورزی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی ۳۹

فصل دوم : مواد و روش‌ها
۲- ۱ ساختمان خشک‌کن ۴۳
۲-۱-۱ دمنده‌ی گریز از مرکز ۴۴
۲-۱-۲ المنت‌های گرم کننده‌ی هوا ۴۴
۲-۱-۳ منبع تابش مادون قرمز ۴۴
۲-۱-۴ سامانه کنترل ۴۴
۲-۲ ترازو و ثبت داده‌ها ۴۴
۲-۳ دماسنج ۴۵
۲-۴ رطوبت سنج هوا ۴۵
۲-۵ سرعت سنج هوا ۴۶
۲-۶ دستگاه آزمون مواد ۴۶
۲-۷ روش انجام آزمایشات ۴۷
۲-۷-۱ انتخاب سرعت ورودی به محفظه خشک‌کن ۴۷
۲-۷-۲ انتخاب دمای هوای ورودی به محفظه خشک‌کن ۴۸
۲-۷-۳ انتخاب شدت تابش مادون قرمز ۴۸
۲-۸ روش انجام آزمایش خشک‌کردن ۴۹
۲-۹ اندازه‌گیری رطوبت اولیه نمونه ۴۹
۲-۱۰ ضریب پخش رطوبت موثر و انرژی فعال‌سازی ۵۰
۲-۱۱ مدل‌سازی ریاضی منحنی‌های خشک‌شدن ۵۱
۲-۱۲ انرژی مصرفی ۵۴
۲-۱۳ نرخ تبخیر ۵۴
۲-۱۴ تعیین نیرو و انرژی شکست ۵۵
۲-۱۵ شبکه‌های عصبی مصنوعی ۵۵
۲-۱۵-۱ نحوه‌ی استفاده از جعبه ابزار شبکه عصبی ۵۷

فهرست مطالب صفحه

فصل سوم : نتایج و بحث
۳- ۱ سینتیک خشک‌شدن دانه آفتابگردان ۶۱
۳-۱-۱ مدل‌سازی خشک کردن و نتایج حاصل از برازش مدل‌ها ۶۸
۳-۱-۲ آهنگ تبخیر ۷۳
۳-۱-۳ تعیین ضریب نفوذ موثر رطوبت ۷۷
۳-۱-۴ تعیین انرژی فعال‌سازی ۸۳
۳-۱-۵ انرژی مصرفی ویژه مورد نیاز ۸۵
۳- ۲ مشخصه‌های مکانیکی ۸۵
۳- ۲-۱ بررسی معنی‌داری خواص مکانیکی در دما، سرعت و توان‌های مادون قرمز مختلف ۸۷
۳- ۲-۲ اثرات دما، سرعت و توان مادون قرمز مختلف بر نیروی شکست ۸۷
۳- ۲-۳ اثرات دما، سرعت و توان مادون قرمز مختلف بر انرژی شکست ۸۹
۳- ۳ نتایج پیش بینی خواص حرارتی و مکانیکی با کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی ۹۱
۳- ۳-۱ نتایج پیش بینی شبکه عصبی مصنوعی برای ضریب نفوذ موثر رطوبت ۹۱
۳- ۳-۲ نتایج پیش بینی شبکه عصبی مصنوعی برای انرژی مصرفی ویژه ۹۲
۳- ۳-۳ نتایج پیش بینی شبکه عصبی مصنوعی برای نیروی شکست ۹۲
۳- ۳-۴ نتایج پیش بینی شبکه عصبی مصنوعی برای انرژی شکست ۹۳
۳- ۴ نتیجه گیری ۹۴
۳- ۵ پیشنهادها ۹۶
منابع ۹۸

شکل ۱-۱ جریان گرما به کمک پدیده هدایت ۱۴
شکل ۱-۲ خشک‌کردن ترکیبی مادون قرمز- جریان هوای گرم ۲۸
شکل ۱-۳ نمودار نیرو- تغییر شکل ۲۹
شکل ۱-۴ ساختار شماتیک شبکه‌ی عصبی پرسپترون سه لایه ۳۲
شکل ۲-۱ تصویر شماتیک خشک‌کن بستر سیال مادون قرمز آزمایشگاهی ۴۳
شکل ۲-۲ ترازوی دیجیتال ۴۵
شکل ۲-۳ دماسنج و رطوبت سنج دیجیتالی ۴۵
شکل ۲-۴ سرعت‌سنج پره‌ای ۴۶
شکل ۲-۵ دستگاه آزمون مواد ۴۷
شکل ۲-۶ نمودار سیال سازی دانه‌های آفتابگردان برای یافتن سرعت بستر ۱- ثابت M/S ۰/ ۹۴) ۲- نیمه سیال (M/S ۱/ ۸۳) ۳- سیال (M/S ۲/ ۷۱) ۴۸
شکل ۳-۱ اثر دما بر میانگین زمان خشک شدن دانه آفتابگردان ۶۳
شکل ۳-۲ اثر توان تابش مادون قرمز بر میانگین زمان خشک شدن دانه آفتابگردان ۶۳
شکل ۳-۳ منحنی محتوای رطوبتی- زمان در حالت بستر ثابت (M/S ۰/۹۴) و سطوح مختلف دمای هوای ورودی و توان تابش مادون قرمز ۶۵
شکل ۳-۴ منحنی محتوای رطوبتی-زمان در حالت بستر نیمه سیال (M/S ۱/ ۸۳) و سطوح مختلف دمای هوای ورودی و توان تابش مادون قرمز ۶۶
شکل ۳-۵ منحنی محتوای رطوبتی- زمان در حالت بستر سیال (M/S ۲/۷۱) و سطوح مختلف دمای هوای ورودی و توان تابش مادون قرمز ۶۷
شکل ۳-۶ منحنی آهنگ تبخیر در مقابل زمان در حالت بستر ثابت (M/S ۰/۹۴) و سطوح مختلف دمای هوای ورودی و توان مادون قرمز ۷۴
شکل ۳-۷ منحنی آهنگ تبخیر در مقابل زمان در حالت بستر نیمه سیال (M/S ۱/ ۸۳) و سطوح مختلف دمای هوای ورودی و توان مادون قرمز ۷۵
شکل ۳-۸ منحنی آهنگ تبخیر در مقابل زمان در حالت بستر سیال (M/S ۲/۷۱) و سطوح مختلف دمای هوای ورودی و توان مادون قرمز ۷۶
شکل ۳-۹ منحنی مقادیر LN (MR) در مقابل زمان در حالت بستر ثابت (M/S ۰/۹۴) و سطوح مختلف دمای هوای ورودی و توان مادون قرمز ۷۸
شکل ۳-۱۰ منحنی مقادیر LN (MR) در مقابل زمان در حالت بستر نیمه سیال (M/S ۱/ ۸۳) و دمای هوای ورودی و توان مادون قرمز مختلف ۷۹

شکل ۳-۱۱ منحنی مقادیر LN (MR) در مقابل زمان در حالت بستر سیال (۲/۷۱ M/S) و سطوح مختلف دمای هوای ورودی و توان مادون قرمز ۸۰
شکل ۳-۱۲ ارتباط بین ضریب نفوذ موثر، دما و توان مادون قرمز در سرعت‌های مختلف خشک‌کردن ۸۲
شکل ۳-۱۳ منحنی $LN(D_{EFF})$ نسبت به $(1/TA)$ برای توان‌های تابش مختلف ۸۴
شکل ۳-۱۴ انرژی مصرفی ویژه مورد نیاز طی خشک‌کردن دانه آفتابگردان در دماها، میزان تابش‌ها و سرعت‌های مختلف ۸۶
شکل ۳-۱۵ اثر دمای ورودی، سرعت هوای ورودی و توان تابش مادون قرمز بر نیروی شکست ۸۸
شکل ۳-۱۶ اثر دمای ورودی، سرعت هوای ورودی و توان تابش مادون قرمز بر انرژی شکست ۹۰

فهرست جدول‌ها صفحه

جدول ۱-۱ طیف الکترومغناطیس ۲۳
جدول ۱-۲ رابطه بین انرژی منتشر شده از یک سطح و طول موج وابسته به حداکثر انرژی تابشی در دماهای مختلف ۲۶
جدول ۲-۱ مدل‌های لایه نازک مورد استفاده برای خشک‌کردن دانه آفتابگردان ۵۳
جدول ۳-۱ نتایج تجزیه واریانس متغیرها برای پارامتر زمان خشک شدن ۶۲
جدول ۳-۲ ضرایب و شاخص‌های آماری مربوط به مدل میدیلی و همکاران ۶۹
جدول ۳-۳ مقایسه مدل‌های برازش شده در سرعت‌ها، دماها و میزان تابش‌های مختلف مادون قرمز ۷۰
ادامه جدول ۳-۳ مقایسه مدل‌های برازش شده در سرعت‌ها، دماها و میزان تابش‌های مختلف مادون قرمز ۷۱
ادامه جدول ۳-۳ مقایسه مدل‌های برازش شده در سرعت‌ها، دماها و میزان تابش‌های مختلف مادون قرمز ۷۲
ادامه جدول ۳-۳ مقایسه مدل‌های برازش شده در سرعت‌ها، دماها و میزان تابش‌های مختلف مادون قرمز ۷۳
جدول ۳-۴ مقادیر ضریب نفوذ موثر (D_{EFF}) و ضریب تعیین (R^2) دانه‌های آفتابگردان در سرعت‌ها، دماها و میزان توان‌های مختلف مادون قرمز ۸۱
جدول ۳-۵ مقادیر مقادیر انرژی فعال‌سازی در دما، توان‌مادون قرمز و سه سرعت جریان هوا ۸۵
جدول ۳-۶ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خواص مکانیکی دانه آفتابگردان ۸۷
جدول ۳-۷ نتایج شبکه عصبی مصنوعی (ANN) در برآورد ضریب نفوذ موثر رطوبت دانه‌های آفتابگردان ۹۱
جدول ۳-۸ نتایج شبکه عصبی مصنوعی (ANN) در برآورد انرژی مصرفی ویژه دانه‌های آفتابگردان ۹۲
جدول ۳-۹ نتایج شبکه عصبی مصنوعی (ANN) در برآورد نیروی شکست دانه‌های آفتابگردان ۹۳
جدول ۳-۱۰ نتایج شبکه عصبی مصنوعی (ANN) در برآورد انرژی شکست دانه‌های آفتابگردان ۹۳

دانشگاه بوعلی سینا
مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

پیش‌بینی برخی خواص مکانیکی و خشک‌کردن دانه آفتابگردان به کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی.

نام نویسنده: مرتضی همتی

نام استاد راهنما: حسین حاجی‌آقا علیزاده

نام اساتید مشاور: رضا امیری چایجان- ابراهیم احمدی

دانشکده : کشاورزی	گروه آموزشی: مهندسی ماشین‌های کشاورزی	
رشته تحصیلی: مهندسی کشاورزی	گرایش تحصیلی: مکانیک ماشین‌های کشاورزی	مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد
تاریخ تصویب پروپوزال: ۱۳۹۰/۴/۱۹	تاریخ دفاع: ۱۳۹۱/۱۱/۲۵	تعداد صفحات: ۱۰۴

چکیده:

آفتابگردان یکی از دانه‌های روغنی مهم جهان می باشد، که سطح زیر کشت آن در ایران ۱۰۰ هزار هکتار با عملکرد یک تن در هکتار می‌باشد و ارقام روغنی آن محتوی بیش از ۲۹ درصد روغن بوده و ماده‌ی خام مناسبی برای صنایع فرآوری به شمار می‌آید. برای جلوگیری از تلفات به دلیل شکسته شدن ساقه، آسیب توسط پرندگان و شرایط آب و هوایی نامساعد، آفتابگردان اغلب در رطوبت بالاتر از سطح ذخیره سازی ایمن، برداشت می‌شود. از این رو برای جلوگیری از رشد میکروب‌ها و حفاظت محصول برای عملیات روغن‌کشی، خشک کردن دانه های آفتابگردان امری ضروری است. در این پژوهش ابتدا فرآیند خشک شدن دانه‌های آفتابگردان نوع روغنی به صورت لایه نازک، با به کار گیری یک دستگاه خشک کن بستر سیال مادون قرمز آزمایشگاهی، انجام شد. سپس با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، تأثیر تغییرات شرایط بستر (ثابت ۰/۹۴m/s، نیمه سیال ۱/۸۳m/s و سیال۲/۷۱ m/s)، دمای هوای ورودی (۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ $^{\circ}$C) و توان مادون قرمز (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ w) بر روی پارامترهای زمان خشک کردن، ضریب نفوذ موثر رطوبت، انرژی فعال‌سازی، انرژی مصرفی، نیروی شکست و انرژی شکست مورد ارزیابی قرار گرفت. ده مدل نیمه تجربی استاندارد بر داده‌های آزمایشگاهی برازش داده شد. کیفیت برازش مدل‌ها بر حسب سه پارامتر ضریب تعیین (R^2)، مربع کای (χ^2) و ریشه متوسط مربع خطای داده‌ها (RMSE) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در نهایت از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش بینی برخی از پارامترهای فوق استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که تأثیر عوامل دما و توان تابش مادون قرمز بر فرآیند خشک شدن معنی‌دار می‌باشد و با افزایش دمای هوا و توان مادون قرمز، زمان خشک‌شدن کاهش یافت. در فرآیند مدل‌سازی، مدل‌های میدیلی و همکاران، پیج و همکاران و دوجمله‌ای نسبت به سایر مدل‌ها دارای برازش بهتری بودند. حداکثرضریب نفوذ موثر رطوبت دانه آفتابگردان در بستر ثابت، دمای هوای ورودی ۷۵$^{\circ}$C و توان مادون قرمز ۱۵۰۰ w (۱۰/۷۵۶×10^{-10}) متر مربع بر ثانیه و مقدار حداقل آن (۰/۷۱×10^{-10}) متر مربع بر ثانیه در بستر ثابت، دمای هوای ورودی ۳۰$^{\circ}$C و توان مادون قرمز ۵۰۰ w به دست آمد. حداقل و حداکثر انرژی فعال‌سازی نیز در حدود ۳۷/۷۷ تا ۴۸/۲۵ کیلوژول بر مول تغییر کرد. حداقل میزان انرژی مصرفی (۱/۲۸×10^{6} kj/kg) در بستر ثابت و دمای هوای ورودی

۳۰°C و توان مادون قرمز w ۵۰۰ محاسبه شد و حداکثر مقدار آن (۱۷/۲۱×۱۰^۶ kj/kg) در بستر سیال و دمای هوای ورودی ۷۵°C و توان مادون قرمز w ۱۵۰۰ به دست آمد. نتایج حاصل از انجام آزمایشات خواص مکانیکی با دستگاه آزمون مواد بر روی دانه‌های خشک شده در شرایط مختلف سرعت، دما و توان مادون قرمز، نشان داد که بیشترین نیرو و انرژی شکست (به ترتیب ۳۵/۷۲ N و ۳۴۸/۷۳ N.mm) در شرایط بستر سیال، دمای هوای ورودی ۷۵°C و توان مادون قرمز w ۱۵۰۰ به دست آمد و کمترین مقدار آن‌ها (به ترتیب ۱۶/۵۰ N و ۱۸۷/۹۴ N.m) در شرایط بستر ثابت، دمای هوای ورودی ۳۰°C و توان مادون قرمز w ۵۰۰ به دست آمد. برای بررسی عملکرد شبکه MLP برای پیش بینی ضریب نفوذ موثر رطوبت با یک و دو لایه پنهان از توپولوژی‌های مختلف با تعداد نرون‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله اول بعد از آموزش شبکه بهترین توپولوژی بر اساس بیشترین ضریب همبستگی (R^2) و کمترین میانگین خطای مطلق (MAE) و کمترین میانگین مربعات خطا (MSE)، که در قالب ساختار پس انتشار پیش خور (FFBP) و پس انتشار پیش‌رو (CFBP) و قاعده‌های آموزش لونبرگ- مارکوات (LM) وتنظیم بیزی(BR) از میان توپولوژی‌های مختلف تعیین شد. نتایج حاصل از به‌کارگیری شبکه عصبی برای پیش بینی ضریب نفوذ موثر رطوبت با توپولوژی‌های مختلف نشان داد که ساختار CFBP با تابع آموزش لونبرگ - مارکوات (LM) و آرایش ۱-۳-۵-۳ و تابع محرک TANSIG-PURELIN-PURELIN با R^2=۰/۹۸۹، MSE=۰/۰۰۰۵۱، MAE=۰/۸۰۷×۱۰^-۱۰ و STD_{MAE}=۰/۵۶۷×۱۰^-۱۰ با ۲۸ چرخه آموزش، به‌عنوان بهترین شبکه مطلوب بود. بهترین شبکه برای برآورد انرژی مصرفی دانه‌های آفتابگردان، دارای ساختار FFBP، با تابع تنظیم بیزی (BR)، باآرایش شبکه ۱-۳-۵-۳ و تابع محرک TANSIG -PURELIN- PURELIN با R^2=۰/۹۸۷، MSE= ۰/۰۰۱۴۰، MAE=۰/۶۲۷×۱۰^۶، STD_{MAE}=۰/۴۴۶×۱۰^۶ و چرخه آموزش ۱۱ انتخاب شد. برای پیش‌بینی نیروی شکست دانه‌های آفتابگردان، بهترین شبکه با ساختار FFBP، تابع آموزش لونبرگ -مارکوات (LM) و با آرایش ۱-۳-۳ و تابع محرک TANSIG-PURELIN با R^2=۰/۹۸۸، MSE=۰/۰۰۰۲۳، MAE=۱/۰۳ و STD_{MAE}=۰/۷۲۶ با ۱۸ چرخه آموزش به دست آمد. برای پیش‌بینی انرژی شکست دانه‌های آفتابگردان، بهترین شبکه باساختار FFBP، تابع آموزش لونبرگ - مارکوات (LM) و با آرایش ۱-۵-۴-۳ و تابع محرک TANSIG-PURELIN-TANSIG با R^2=۰/۹۸۶، MSE=۰/۰۰۱۰۸، MAE=۵/۸۶ و STD_{MAE}=۳/۷۲ با ۱۷ چرخه آموزش انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: دانه آفتابگردان روغنی، خشک‌کن مادون قرمز، خواص خشک کردن، خواص مکانیکی، شبکه‌های عصبی مصنوعی.

مقدمه:

به طور کلی خشک‌کردن محصولات کشاورزی عبارت است از خارج کردن رطوبت از محصول. هدف‌های زیادی در ارتباط با رطوبت‌گیری از محصولات غذایی وجود دارد، که عمده‌تر یـن آن‌هـا عبارت از این است که بتوان محصول را برای مدت زیادی ذخیره نمود. این هدف با کم‌کردن درصد رطوبت محصول تا حد قابل قبول برای محدود کردن رشد میکروب‌ها یا انجام دیگر واکنش‌ها انجـام می‌شود. علاوه بر آن، کاهش درصد رطوبت باعث حفظ خصوصیات کیفی محصول از قبیـل طعـم و ارزش غذایی می‌گردد. یک هدف دیگر از رطوبت‌گیـری ایـن اسـت کـه حجـم قابـل ملاحظـه‌ای از محصـول کاسـته شـود و ایـن کـار رانـدمان حمـل‌ونقـل و ذخیـره‌سـازی محصـولات را بـالا مـی‌بـرد (امیرنجات، ۱۳۸۷).

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. بر اساس گزارشـات سازمان خوار و بار جهانی (فائو[1]) میزان تولید جهانی روغن در طول سال ۲۰۰۶– ۲۰۰۵ حدود۲ درصد افزایش یافته است و بیشترین میزان افزایش روغن نیز مربوط به روغـن دانـه آفتـابگردان مـی‌باشـد. در ایران علیرغم وجود اراضی وسیع قابل کشت و زمینه‌های نسبتاً زیادی که برای تولید دانه‌هـای روغنـی وجود دارد، هنوز بیش از ۸۵ درصد از روغن مورد نیاز به ارزش تقریبی ۶۴۷ میلیون دلار (سال ۱۳۸۸) به صورت واردات تأمین می‌شود (خدابخشیان و همکاران، ۱۳۸۹)؛ (وفایی و همکاران، ۲۰۱۰).

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از دانه‌های روغنی مهم جهان می باشد، کـه سـطح زیر کشت آن در ایران ۱۰۰ هزار هکتار با عملکرد یک تن در هکتـار مـی‌باشـد (وفـایی و همکـاران، ۲۰۱۰).

بخش قابل توجهی از مواد غذایی و محصولات کشاورزی توسط روش‌های سنتی به ویژه خشـک کردن آفتابی فرآوری می‌شود. این روش اگرچه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است ولـی بـه دلیـل عدم کنترل پارامترهای خشک‌کردن، تمـاس محصـول بـا آلاینـده‌هـای محیطـی و ریسـک آلـودگی فیزیکی و میکروبی و محدودیت‌های دیگر موجب کاهش چشمگیر کیفیت محصول خشک‌شده می‌شود؛ بنابراین به‌کارگیری روش‌های نوین خشک‌کردن، روش‌های مدرن بسته بندی و شیوه‌های مدرن تبلیغاتی موجب شده است که رقبای تازه نفس به تدریج بازارهای سنتی را تسـخیر کـرده و بازارهـای جدیدی را برای خود ایجاد کنند (توکلی پور، ۱۳۸۵).

[1] FAO

در حال حاضر روش متداول خشک‌کردن صنعتی، استفاده از خشک‌کن‌های جریان هوای گرم است که به دلایل زیر سعی به جایگزین خشک‌کن‌های دیگری است که از روش‌های دیگر خشک‌کردن بهره می‌گیرند. عیوب خشک‌کردن محصولات کشاورزی به روش جریان هوای گرم عبارت است از:

۱- در این روش اتلاف عظیمی در انرژی حرارتی وجود دارد که باعث کمتر شدن بازده دستگاه می‌گردد (یومش هبر[1] و همکاران، ۲۰۰۴؛ پن[2] و همکاران، ۲۰۰۸).

۲- به علت پایین بودن ضریب انتقال حرارت پایین محصول، زمان عملیات نسبتاً طولانی می‌باشد (نواک و لویکی[3]، ۲۰۰۴).

۳- به دلیل مکانیزم انتقال حرارت و جرم در این روش کیفیت محصول خشک‌شده پایین است و چروکیدگی در محصول زیاد است (تیمومی[4] و همکاران، ۲۰۰۷).

کاربرد انرژی مادون قرمز برای خشک کردن محصولات کشاورزی در جهت حفظ و نگهداری بهینه این محصولات روشی نسبتاً نوین می باشد. آن‌طور که از تحقیقات پیشین بر می‌آید، یک راه برای کاهش زمان خشک‌کردن، انتقال حرارت با استفاده از اشعه‌ی مادون قرمز است (شارما[5] و همکاران، ۲۰۰۴؛ نواک و لویکی ۲۰۰۴). در این روش عمل حرارت‌دهی به مواد بدون تغییر در ساختمان آن انجام می‌گیرد، بنابراین کیفیت مواد از نظر ساختمانی بهبود یافته، فعالیت بیولوژیکی مواد بالا رفته و هزینه فرایند کاهش می‌یابد (پهلوانزاده،۱۳۷۷).

از جمله روش‌های دیگر خشک‌کردن، استفاده از روش ترکیبی انتقال حرارت مادون قرمز- جریان هوای گرم می‌باشد که به دلیل فرآیند انتقال حرارت تشعشعی آن، محصول خشک‌شده از نظر کیفیت در سطح بالاتری قرار دارد و فرآیند خشک‌کردن نیز در مقایسه با روش جریان هوای گرم و روش تابش مادون قرمز به تنهایی در طی مدت زمان کوتاه‌تری انجام شده و انرژی مصرفی نیز کاهش می‌یابد (یومش هبر و همکاران، ۲۰۰۴).

اندازه گیری برخی از خواص مکانیکی و خشک کردن تخمه آفتابگردان، در طراحی تجهیزات فرآیندهای جابه‌جایی، حمل و نقل، جداسازی، پوست گیری، خشک کردن، تجهیزات استخراج روغن، سیستم‌های انبارداری و سایر فرآیندها ضروری به نظر می‌رسد و نقش اساسی را ایفا می‌کند

[1] Umesh Hebbar
[2] pan
[3] Nowak and Lewicki
[4] Timoumi
[5] Sharma

(گوپتا[1] و داس[2]، ۱۹۹۷)؛ (خزایی وهمکاران، ۲۰۰۶)؛ (وفایی وهمکاران، ۱۳۸۷)؛ (سیفی وهمکاران، ۲۰۱۰)؛ (جعفری وهمکاران، ۲۰۱۱).

از دانه گل آفتابگردان برای روغن‌کشی (روغن خوراکی) و مصرف خوراکی استفاده می‌شود در ایران، روغن‌گیری از دانه آفتابگردان به صورت مکانیکی انجام می‌گیرد. شناخت ویژگی‌های مختلف فیزیکی، مکانیکی و حرارتی دانه آفتابگردان و نحوه حفظ و یا تغییر آن‌ها در جهت اهداف مورد نظر فرآوری می‌تواند در حفظ کمی و کیفی محصول نهایی تأثیر به‌سزایی داشته باشد (خدابخشیان و همکاران، ۱۳۸۹).

امروزه با توسعه سریع فناوری‌های پردازش رایانه‌ای و ایجاد نرم افزارهای مربوطه، از مزایای هوش مصنوعی مانند شبکه عصبی برای حل مسائل مربوط به مدل سازی سیستم‌ها و فرایندها استفاده می‌شود (فارکاس[3] و همکاران، ۲۰۰۰). شبکه عصبی مصنوعی، یکی از روش های محاسباتی است که به کمک فرایند یادگیری و با استفاده از پردازشگرهایی ساده به نام نرون تلاش می‌کند با شناخت روابط موجود میان داده‌ها، نگاشتی میان فضای ورودی (لایه ورودی) و فضای مطلوب (لایه خروجی) ارائه دهد. لایه یا لایه‌های مخفی، اطلاعات دریافت شده از لایه ورودی را پردازش می‌کند و در اختیار لایه خروجی قرار می‌دهد. هر شبکه با دریافت نمونه‌هایی آموزش می‌بیند، یک شبکه آموزش دیده می‌تواند به عنوان مدلی برای کاربردهای خاص به کار رود. پیش بینی با یک شبکه عصبی آموزش دیده به طور معمول سریع‌تر از عملکرد برنامه‌های مدل‌سازی متداول است. بعلاوه امکان کاهش یا افزایش متغییرهای ورودی و خروجی در صورت نیاز وجود دارد (هریستوف[4]، ۱۹۹۸).

اهداف تحقیق

به طور کلی اهداف این تحقیق عبارت‌اند از:

۱- تعیین برخی خواص مکانیکی و خشک کردن دانه آفتابگردان رقم روغنی درخشک‌کن آزمایشگاهی مادون قرمز.

۲- تعیین سینیتیک خشک‌کردن و انتخاب مدل مناسب.

[1] Gupta
[2] Das
[3] Farkas
[4] Heristev

۳- پیش بینی پارامترهای مربوطه به خواص حرارتی و مکانیکی دانه آفتابگردان خشک شده با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱ تاریخچه و اهمیت آفتابگردان

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یکی از دانه‌های روغنی مهم جهان می باشد، که سطح زیر کشت آن در ایران ۱۰۰ هزار هکتار با عملکرد یک تن در هکتار می‌باشد (وفایی و همکاران، ۲۰۱۰) پس از سویا، کلزا و بادام زمینی، چهارمین محصول یک ساله‌ی جهان، آفتابگردان است که به خاطر روغن خوراکی آن کشت می شود (عبدی و همکاران، ۲۰۰۷). گل آفتابگردان یا گل آفتاب گیاهی است از خانواده گل ستاره‌ای ها[1] از جنس آفتابگردان‌ها و گیاهی است یک‌ساله که تا حدود سه متر رشد می‌کند. گل آن درشت و زیبا و به قطر ۳۵ سانتیمتر می‌باشد. این گیاه در اکثر نقاط دنیا وجود دارد. از دانه آفتابگردان روغن گرفته می‌شود که اشباع نشده است و برای پخت و پز مناسب می‌باشد و در ایران نیز یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی به شمار می‌رود که بعد از پنبه دانه و سویا بیشترین سهم تولید را به خود اختصاص داده است. ارقام روغنی آن محتوی بیش از ۲۹ درصد روغن بوده و ماده‌ی خام مناسبی برای صنایع فرآوری به شمار می‌آیند.

مغز و دانه آفتابگردان بسیار مقوی است و به طور معمول با توجه به نوع رقم و منطقه جغرافیایی کاشت دانه، به طور متوسط دارای ۲۴ درصد مواد پروتئینی، ۴۷ درصد روغن، ۲۰ درصد مواد هیدروکربنی، ۸ درصد فسفر و۹ درصد پتاسیم می باشد .آفتابگردان دارای ۷۰ گونه می باشدکه نمونه‌ی آفتابگردان در ایران مخلوطی از واریته های مختلف بوده و غالباً از ارقام محلی می‌باشد. طبق آخرین آمار بدست آمده، ۳۰ الی ۳۵ واریته مختلف در مناطقی از خراسان، گرگان، همدان، اصفهان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، فارس، سمنان و مرکزی کشت می‌شود که از این ارقام حدود ۹۰ درصد به منظور تولید روغن و تنها ۱۰ درصد از آن ها برای مصرف آجیلی تولید می‌شود. بر اساس آخرین اطلاعات سرویس تحقیقاتی گروه کشاورزی ایالات متحده در سال ۲۰۰۶- ۲۰۰۵ میزان مصرف دانه آفتابگردان از ۷/۵۲ به ۹/۸۴ میلیون تن افزایش یافته است و میزان مصرف جهانی روغن آن نیز از ۱۳/۲۳ به ۱۶/۶۷ میلیون تن افزایش داشته است (وفایی و همکاران، ۲۰۱۰).

برای جلوگیری از تلفات به دلیل شکسته شدن ساقه، آسیب توسط پرندگان و شرایط آب و هوایی نامساعد، آفتابگردان اغلب در رطوبت بالاتر از سطح ذخیره سازی ایمن، برداشت می شود (سیاریف[2] و همکاران، ۱۹۸۴). از این رو برای جلوگیری از رشد میکروب‌ها و حفاظت محصول برای عملیات

[1] Asteraceae
[2] Syarief