



تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب مرتضی فرهادی دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۰۳۳۴۱۳۱۲۵ که در تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۰۱ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان ارائه سیستم هوشمند سورتینگ فندق با استفاده از پردازش سیگنال آکوستیک و شبکه عصبی مصنوعی

دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

- این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
- مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
- این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.
- در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مأخذ ذکر نموده‌ام.
- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
- در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
- چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو: مرتضی فرهادی

امضا

تاریخ



دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی

گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان:

ارائه سیستم هوشمند سورتینگ فندق با استفاده از پردازش سیگنال آکوستیک و

شبکه عصبی مصنوعی

استاد راهنما:

دکتر یوسف عباسپور گیلانده

استاد مشاور:

دکتر اصغر محمودی

پژوهشگر:

مرتضی فرهادی

زمستان ۹۲



دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی

گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی‌ارشد

در رشته‌ی مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان:

ارائه سیستم هوشمند سورتینگ فندق با استفاده از پردازش سیگنال آکوستیک و

شبکه عصبی مصنوعی

پژوهشگر:

مرتضی فرهادی

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی

امضاء	سمت	مرتبه‌ی علمی	نام و نام خانوادگی
	استاد راهنما و رییس کمیته‌ی داوران	دانشیار	دکتر یوسف عباسپور گیلانده
	استاد مشاور	دانشیار	دکتر اصغر محمودی
	داور	استادیار	دکتر ترجم مصری گندشمین

تقدیم بہ:

پدر فداکار، مادر مہربان، خواہر عزیزم

و روح خواہر عزیزم

تقدیر و تشکر:

پروردگار جهانیان را به خاطر همه چیزیش از پیش شاکرم و از اومی خواهم که لگم کند تا بتوانم به آنچه که از لطف لایزالش به بنده ارزانی نموده عمل کنم و یاریم دهد تا بتوانم در خدمت به انسانها کوشا و فعال باشم.

آنچه در این برگ می آید چیزی نیست جز لطف آن رحمت لایزال، و نیز کمک و مساعدت اساتید و دوستانی که مهرشان بر من بسیار بود، و دانستن قدرشان واجب، لذا تنها برای تبرک و نه آنکه توان جبران این همه را داشته باشم، از ایشان نام می برم:

از زحمات و حمایت های پرر فداکار، مادر مهربان و خواهر عزیزم که حامی و دلگرم کننده ی اینجانب در راه پیش روی بودند، و تلاش و ایستادن را یادم دادند، ممنونم و امیدوارم که بتوانم دین خود را نسبت به این عزیزان ادا کنم.

از زحمات بی دریغ جناب آقای دکتر یوسف عباسپور کیلاننده، که در مقام استاد راهنمای این پایان نامه، مشوق و یاری گر من بودند، نهایت پاس و قدر دانی را دارد.

از جناب آقای دکتر اصغر محمودی، استاد مشاور محترم که در مدت انجام تحقیق، همواره پذیرای اینجانب بوده و در جهت کمک به حل مشکلات اینجانب از بیچ کوششی دریغ نفرمودند، کمال تشکر و امتنان ویژه را دارد.

از استاد محترم داور که با نظرات و پیشنهادات اندیشمندان ی خود موجب پربار شدن این پایان نامه گردیدند، سپاسگزاری می شود. از دیدر گروه و کلیه اساتید محترم گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، که در طول مدت تحصیل از محضر ایشان کسب علم و دانش نموده ام، قدر دانی می گردد.

از کلیه دوستان و بهکلاسی های که به نحوی مراد ابرای این پایان نامه یاری دادند، بالاخص دوست عزیزم آقای احمد محمودوند تشکرو قدر دانی می شود.

مرتضی فرهادی

زمستان ۱۳۹۲

نام خانوادگی دانشجو: فرهادی نام: مرتضی	
عنوان پایان نامه: ارائه سیستم هوشمند سورتینگ فندق با استفاده از پردازش سیگنال آکوستیک و شبکه عصبی مصنوعی	
استاد راهنما: دکتر یوسف عباسپور گیلانده	استاد مشاور: دکتر اصغر محمودی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی
گرایش: -	دانشگاه: محقق اردبیلی
تاریخ دفاع: ۹۲/۱۱/۰۱	دانشکده: فناوری کشاورزی و منابع طبیعی
تعداد صفحات: ۱۰۵	
<p>چکیده:</p> <p>در این پژوهش با تلفیق تکنیک های پردازش سیگنال صوتی و شبکه عصبی مصنوعی، روشی برای دسته بندی و درجه بندی فندق ارائه شده است. بدین منظور، سیستمی طراحی و ساخته شد که در آن برای ایجاد سیگنال های صوتی یک صفحه فولادی با ضخامت ۳mm و ابعاد ۱۳۰×۱۳۰mm مورد استفاده قرار گرفت. با برخورد فندق به صفحه فولادی، صدای تولید شده توسط میکروفنی که در زیر صفحه فولادی تعبیه شده بود، اندازه گیری و جهت ذخیره و پردازش های بعدی توسط برنامه نوشته شده در نرم افزار MATLAB، از طریق کارت صدا به کامپیوتر منتقل شد. برای حذف صداهای محیطی اضافی، از مدار و حسگر پیزوالکتریک استفاده شد که در طراحی مدار آن از نرم افزار الکترونیکی پروتئوس و برای برنامه نویسی میکروکنترلر آن از نرم افزار بسکام استفاده شد. در قسمت اکتساب داده از خصوصیات حوزه زمان و حوزه ویولت برای این کار استفاده شد. برای دسته بندی و درجه بندی فندق از شبکه عصبی مصنوعی MATLAB استفاده شد که پس از استخراج ویژگی سیگنال های حاصل از برخورد، ۷۰٪ از داده ها جهت یادگیری، ۱۵٪ داده ها برای اعتبار سنجی و مابقی داده ها جهت آزمون در شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت. انتخاب مدل بهینه بر اساس بررسی میانگین مربعات خطا (MSE) و تعداد نرون ها در لایه پنهان انجام پذیرفت. برای ارزیابی عملکرد سیستم، ۲۴۰۰ فندق که ۸۰۰ شامل فندق بزرگ سالم، ۸۰۰ عدد فندق کوچک سالم و ۸۰۰ عدد فندق پوک و شکسته بود، مورد استفاده قرار گرفت. مناسب ترین شبکه عصبی برای درجه بندی فندق ها به دسته های فندق بزرگ سالم، کوچک سالم و پوک و شکسته، ساختار ۳-۲۱-۷۰۰ بدست آمد. در نهایت دقت برای فندق های بزرگ پر ۹۶/۱٪، کوچک پر ۸۹/۳٪، پوک و شکسته با ابعاد متفاوت ۹۳/۱٪ بدست آمد که حاکی از دقت کلی ۹۲/۸٪ برای سیستم ارائه شده در حالت آفلاین می باشد. با استفاده از شبکه آموزش دیده و با بررسی سیستم در حالت آنلاین برای ۱۰۰ عدد از هر فندق، دقت ۳۹٪ برای فندق های بزرگ پر، ۴۱٪ برای فندق های کوچک پر و ۲۵٪ برای فندق های پوک و شکسته با ابعاد متفاوت بدست آمد که حاکی از دقت کلی ۳۲/۵٪ برای سیستم ارائه شده در حالت آنلاین می باشد.</p>	
کلیدواژه ها: پردازش سیگنال صوتی، تبدیل ویولت، سورتینگ، شبکه عصبی مصنوعی، فندق	

فصل اول: مقدمه و مروری بر منابع گذشته

۱-۱- مقدمه.....	۲
۱-۱-۱- تولید فندق در ایران و جهان.....	۲
۱-۱-۲- صنایع تبدیلی در ایران.....	۳
۱-۱-۳- فندق و دستگاه‌های فرآوری آن.....	۴
۱-۱-۴- لزوم فرآوری فندق و مراحل آن.....	۵
۱-۱-۵- استفاده از سیستم‌های نوین در فرآوری.....	۶
۱-۲- ضرورت تحقیق و اهداف آن.....	۷
۱-۳- فندق و خواص آن.....	۸
۱-۳-۱- فندق.....	۸
۱-۳-۲- ارزش تغذیه‌ای فندق.....	۸
۱-۳-۳- روغن فندق.....	۸
۱-۳-۳-۱- ویتامین‌های فندق.....	۹
۱-۳-۳-۲- املاح فندق.....	۹
۱-۴- مبانی نظری پژوهش.....	۹
۱-۴-۱- سیستم آکوستیکی.....	۹
۱-۴-۱-۱- سیستم‌های تغذیه.....	۱۰
۱-۴-۱-۲- سیستم صوتی.....	۱۱
۱-۴-۱-۳- سیستم جداکننده.....	۱۲
۱-۴-۲- صوت.....	۱۳
۱-۴-۲-۱- شدت صوت.....	۱۴
۱-۴-۲-۲- تراز شدت صوت.....	۱۴
۱-۴-۲-۳- بسامد.....	۱۵

- ۱۵..... طول موج..... ۴-۲-۴-۱
- ۱۵..... دامنه..... ۵-۲-۴-۱
- ۱۵..... شدت صوت..... ۶-۲-۴-۱
- ۱۶..... هارمونیک (موج فرعی)..... ۷-۲-۴-۱
- ۱۶..... پژواک..... ۸-۲-۴-۱
- ۱۶..... پس آوا..... ۹-۲-۴-۱
- ۱۶..... روش‌های تولید صدا..... ۳-۴-۱
- ۱۸..... سیگنال..... ۴-۴-۱
- ۱۸..... مقدمه..... ۱-۴-۴-۱
- ۱۹..... تعریف سیگنال..... ۲-۴-۴-۱
- ۲۰..... انواع سیگنال‌ها..... ۳-۴-۴-۱
- ۲۱..... سیگنال پیوسته زمانی..... ۴-۴-۴-۱
- ۲۱..... سیگنال گسسته زمانی..... ۵-۴-۴-۱
- ۲۲..... سیگنال دیجیتال..... ۶-۴-۴-۱
- ۲۳..... سیگنال نمایی مختلط..... ۷-۴-۴-۱
- ۲۴..... سیگنال سینوسی..... ۸-۴-۴-۱
- ۲۵..... تبدیل ویولت..... ۵-۴-۱
- ۲۵..... مقدمه..... ۱-۵-۴-۱
- ۲۶..... روابط ریاضی تبدیل ویولت..... ۲-۵-۴-۱
- ۲۹..... رزولوشن در صفحه زمان فرکانس..... ۳-۵-۴-۱
- ۳۰..... تبدیل ویولت پیوسته..... ۴-۵-۴-۱
- ۳۱..... تبدیل ویولت گسسته..... ۵-۵-۴-۱
- ۳۴..... حوزه زمان و حوزه فرکانس..... ۶-۵-۴-۱
- ۳۸..... شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۶-۴-۱
- ۳۸..... شبکه‌ی عصبی بیولوژیکی..... ۱-۶-۴-۱
- ۴۰..... تعریف شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۲-۶-۴-۱

- ۴۱.....مدل ریاضی نرون.....۳-۶-۴-۱
- ۴۲.....ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی.....۴-۶-۴-۱
- ۴۳.....محاسن و دلایل استفاده از شبکه عصبی.....۵-۶-۴-۱
- ۴۴.....ANN معایب.....۶-۶-۴-۱
- ۴۴.....شبکه عصبی پرسپترون.....۷-۶-۴-۱
- ۴۵.....قانون یادگیری پرسپترون تک لایه (SLPR).....۸-۶-۴-۱
- ۴۶.....شبکه‌های پرسپترون چند لایه (MLP).....۹-۶-۴-۱
- ۴۷.....۵-۱-۵-۱ تحقیقات انجام شده.....
- ۴۷.....۱-۵-۱ تحقیقات انجام شده مبتنی بر پردازش سیگنال صوتی.....
- ۵۳.....۲-۵-۱ تحقیقات انجام شده مبتنی بر کاربرد شبکه‌های عصبی.....

فصل دوم: مواد و روش‌ها

- ۵۸.....۱-۲ کلیات روش تحقیق.....
- ۵۹.....۲-۲ خواص فیزیکی فندق.....
- ۵۹.....۱-۲-۲ اندازه یا ابعاد فندق.....
- ۶۰.....۲-۲-۲ ضریب کرویت.....
- ۶۰.....۳-۲ مفهوم طراحی و وظیفه طراح.....
- ۶۱.....۱-۳-۲ تشخیص و تعریف یک نیاز.....
- ۶۱.....۲-۳-۲ عوامل موثر در طراحی.....
- ۶۲.....۳-۳-۲ نرم‌افزارهای مهندسی مورد استفاده.....
- ۶۳.....۴-۲ طراحی و ساخت بخش مکانیکی سیستم.....
- ۶۴.....۱-۴-۲ طراحی شاسی.....
- ۶۵.....۲-۴-۲ طراحی سیستم تغذیه.....
- ۶۵.....۱-۲-۴-۲ مخزن.....

۶۶	.....موزع غلتکی	۲-۲-۴-۲
۶۶	.....پوشاننده‌ی موزع غلتکی	۳-۲-۴-۲
۶۷	.....موتور الکتریکی موزع غلتکی	۴-۲-۴-۲
۶۷	.....بلبرینگ‌ها و شفت موزع غلتکی	۵-۲-۴-۲
۶۸	.....طراحی سیستم صوتی	۳-۴-۲
۶۸	.....میکروفن	۱-۳-۴-۲
۶۹	.....حسگر پیزوالکتریک	۲-۳-۴-۲
۶۹	.....صفحه‌ی برخورد	۳-۳-۴-۲
۷۰	.....جعبه آکوستیک	۴-۳-۴-۲
۷۰	.....مدار جمع آوری صدا	۵-۳-۴-۲
۷۲	.....لپ‌تاپ	۶-۳-۴-۲
۷۳	.....طراحی مدارها و قسمت‌های جانبی	۴-۴-۲
۷۴	.....روش‌های اجرائی بخش نرم‌افزاری سیستم	۵-۲
۷۴	.....کلیات	۱-۵-۲
۷۴	.....مراحل طراحی	۲-۵-۲
۷۵	.....اجزاء سیستم	۳-۵-۲
۷۶	.....تحلیل و توضیح بخش‌های نرم‌افزاری سیستم	۴-۵-۲
۷۶	.....داده برداری	۱-۴-۵-۲
۸۵	.....انتخاب ویژگی‌ها	۲-۴-۵-۲
۸۶	.....طبقه‌بندی با شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)	۳-۴-۵-۲

فصل سوم: نتایج و بحث

۹۰	.....انتخاب شبکه عصبی مصنوعی	۱-۳
۹۲	.....جداسازی فندق‌ها (حالت Off-line)	۲-۳

۹۲.....۳-۲-۱- نتایج حاصل از سیگنال‌ها در حوزه زمان و ویولت

۹۴.....۳-۲-۲- برآورد شبکه عصبی مصنوعی بهینه و درصد تشخیص سیستم

۹۸.....۳-۳- جداسازی فندق‌ها(حالت on-line).....

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱۰۲.....۴-۱- نتیجه‌گیری

۱۰۴.....۴-۲- پیشنهادات

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۱: میزان تولید فندق در ایران.....	۳
جدول ۱-۳: جدول انتخاب بهترین نوع شبکه عصبی در حالت آفلاین.....	۹۶
جدول ۲-۳: میزان دقت جداسازی فندق‌های بزرگ پر از بقیه در حالت آنلاین برحسب درصد.....	۹۹
جدول ۳-۳: میزان دقت جداسازی فندق‌های کوچک پر از بقیه در حالت آنلاین برحسب درصد.....	۹۹
جدول ۴-۳: میزان دقت جداسازی فندق‌های پوک از بقیه در حالت آنلاین برحسب درصد.....	۹۹

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۱: نمونه‌ای از دستگاه فرآوری و بسته‌بندی فندق.....	۵
شکل ۲-۱: دستگاه مغزکن فندق.....	۶
شکل ۳-۱: سیستم تغذیه.....	۱۰
شکل ۴-۱: سیستم تغذیه تسمه نقاله پیاله‌دار.....	۱۱
شکل ۵-۱: طرح گردونه سیار.....	۱۱
شکل ۶-۱: نمونه سیگنال پیوسته زمانی.....	۲۱
شکل ۷-۱: نمونه سیگنال گسسته زمانی.....	۲۱
شکل ۸-۱: نمونه‌ی یک سیگنال دیجیتال که فقط مقادیر ۰ و ۱ را اتخاذ کرده است.....	۲۲
شکل ۹-۱: روش ساخت سیگنال دیجیتال از روی سیگنال پیوسته زمانی.....	۲۳
شکل ۱۰-۱: سیگنال نمایی حقیقی کاهنده و افزایشنده.....	۲۳
شکل ۱۱-۱: سیگنال سینوسی.....	۲۴
شکل ۱۲-۱: انواع تبدیل‌های ویولت مادر.....	۲۹
شکل ۱۳-۱: نمایش رزولوشن در صفحات مختلف.....	۳۰
شکل ۱۴-۱: نمایش نحوه محاسبه تبدیل ویولت گسسته ۳ مرحله‌ای با استفاده از ایده بانک فیلتر برای یک سیگنال دلخواه.....	۳۴
شکل ۱۵-۱: مراحل تجزیه سیگنال توسط تبدیل ویولت گسسته.....	۳۶
شکل ۱۶-۱: یک ثانیه سیگنال گفتار و تبدیل ویولت آن به ۴ زیر بانده.....	۳۷
شکل ۱۷-۱: ساختمان یک نرون بیولوژیکی.....	۳۹
شکل ۱۸-۱: مدل نرون تک ورودی.....	۴۱
شکل ۱۹-۱: شبکه تک لایه با S نرون.....	۴۲
شکل ۲۰-۱: فرم فشرده یا ماتریسی شبکه تک لایه با S نرون.....	۴۳
شکل ۲۱-۱: شبکه پیش‌خور دو لایه.....	۴۳
شکل ۲۲-۱: مدلی از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون.....	۴۵

- شکل ۱-۲۳: پرسپترون تک لایه..... ۴۶
- شکل ۱-۲۴: شبکه عصبی پرسپترون چند لایه..... ۴۷
- شکل ۱-۲۵: سیستم مورد استفاده در بررسی کیفیت هندوانه..... ۵۰
- شکل ۱-۲۶: سیستم مورد استفاده برای جداسازی ارقام مختلف سیب..... ۵۰
- شکل ۱-۲۷: سیستم آزمایشگاهی پیرسون برای جداسازی پسته‌های خندان و ناخندان..... ۵۱
- شکل ۱-۲۸: طرح‌واره‌ی دستگاه رطوبت سنج برخط دانه..... ۵۲
- شکل ۱-۲۹: سیستم آزمایشگاهی ساخته شده توسط حسین پور و همکاران (۱۳۸۹) برای جداسازی سیب‌زمینی از کلوخ..... ۵۳
- شکل ۱-۲: ابعاد فندق بر حسب میلی‌متر، L_N ; W_N ; T_N به ترتیب طول، پهنا و ضخامت فندق..... ۵۹
- شکل ۲-۲: نمای کلی از سیستم طراحی شده بوسیله نرم‌افزار SOLID WORKS 2012..... ۶۳
- شکل ۲-۳: نمای دیگری از سیستم هوشمند سورتینگ فندق..... ۶۴
- شکل ۲-۴: شاسی دستگاه..... ۶۵
- شکل ۲-۵: مخزن فندق..... ۶۵
- شکل ۲-۶: موزع غلتکی..... ۶۷
- شکل ۲-۷: پوشاننده‌ی موزع غلتکی..... ۶۷
- شکل ۲-۸: بلبرینگ و شفت غلتک..... ۶۸
- شکل ۲-۹: الف) میکروفن خازنی ب) جزئیات میکروفن خازنی..... ۶۹
- شکل ۲-۱۰: طرح‌واره‌ی حسگر پیزو الکتریک..... ۶۹
- شکل ۲-۱۱: محفظه آکوستیک..... ۷۰
- شکل ۲-۱۲: مدار جمع‌آوری سیگنال صدا..... ۷۱
- شکل ۲-۱۳: مدار تغییر دور موتور DC..... ۷۳
- شکل ۲-۱۴: قیف و میله‌های تنظیم موقعیت آن..... ۷۴
- شکل ۲-۱۵: مراحل طراحی نرم‌افزاری یک سیستم هوشمند مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی..... ۷۵
- شکل ۲-۱۶: بلوک دیاگرام مراحل نرم‌افزاری سیستم..... ۷۵
- شکل ۲-۱۷: تصویر سه نوع فندق مورد نظر برای جداسازی..... ۷۷
- شکل ۲-۱۸: تنظیمات سخت‌افزاری اسیلوسکوپ..... ۷۸

- شکل ۲-۱۹: نمایش سیگنال از صفحه اسیلوسکوپ در حالت نمایش سیگنال ۸۰
- شکل ۲-۲۰: تنظیمات مورد نیاز قبل از ذخیره داده‌ها ۸۰
- شکل ۲-۲۱: متغیر ذخیره شده در MATLAB ۸۱
- شکل ۲-۲۲: سیگنال چیرپ و مراحل حذف نویز ۸۲
- شکل ۲-۲۳: حذف نویز با در نظر گرفتن آستانه ۸۳
- شکل ۲-۲۴: سیگنال اصلی و سیگنال حذف نویز شده ۸۳
- شکل ۲-۲۵: سیگنال نمونه برداری شده در حوزه زمان ۸۵
- شکل ۲-۲۶: سیگنال بدست آمده بعد از تبدیل ویولت ۸۶
- شکل ۲-۲۷: مدل شبکه ANN سیستم جداسازی در نرم افزار MATLAB2011 ۸۷
- شکل ۲-۲۸: ارتباط بین قسمت‌های مختلف نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سیستم ۸۸
- شکل ۳-۱: ساختار شبکه انتخابی ۹۱
- شکل ۳-۲: تصویر سه نوع فندق مورد نظر برای جداسازی ۹۲
- شکل ۳-۳: منحنی سیگنال یک نمونه فندق در حوزه زمان ۹۳
- شکل ۳-۴: منحنی سیگنال یک نمونه فندق در حوزه ویولت ۹۴
- شکل ۳-۵: توپولوژی نرم‌افزاری سیستم ۹۵
- شکل ۳-۶: منحنی میانگین مربعات خطا با افزایش نرون‌ها در لایه پنهان ۹۵
- شکل ۳-۷: منحنی یادگیری شبکه ۳-۲۱-۷۰۰ برای EPOCH ۱۶۷ ۹۷
- شکل ۳-۸: نرخ جداسازی (ROC) برای مدل ۳-۲۱-۷۰۰ ۹۷
- شکل ۳-۹: دیاگرام مراحل کاری آنلاین سیستم ۹۸
- شکل ۳-۱۰: دقت جداسازی سیستم در حالت آنلاین به ازای ۱۰۰ داده‌ی آزمایشی ۹۹



فصل اول

مقدمه و مروری

بر منابع گذشته

فصل اول

۱-۱- مقدمه

فندق یا فندق معمولی با نام علمی اولانا کوری لاس^۱ درختچه‌ای است به ارتفاع تقریباً دو متر که ارتفاع آن در نواحی مساعد تا ارتفاع ۶ متر نیز می‌رسد. فندق به علت داشتن فسفر زیاد باعث تقویت جوهر مغز و از نظر ویتامین‌های گروه B و E که برای حفظ سلامتی مغز و خون‌سازی ضروری هستند، غنی می‌باشد. به عبارتی دیگر، از همه‌ی قسمت‌های درخت فندق اعم از میوه، برگ، گل، پوست، ساقه، تنه، ریشه، چوب و ... در طب برای درمان بیماری‌ها و داروسازی و صنایع غذایی و شکلات‌سازی، رنگ‌سازی و نقاشی، صنایع دستی، مصرف سوخت و ... استفاده می‌نمایند، از این رو می‌توان درخت فندق را درختی پر برکت و میوه‌ی آن را به عنوان گوهر ناشناخته ایران نامید.

۱-۱-۱- تولید فندق در ایران و جهان

فندق یکی از اقلام عمده خشکبار است که امروزه تولید و مصرف این محصول به شکل‌های گوناگون از قبیل خام، بو داده، ورقه، خمیر، بلغور و آرد به‌طور مستقیم یا به صورت فرآوری در صنایع روغن‌کشی، شیرینی و شکلات‌سازی سهم و جایگاه به‌سزایی یافته و در اقتصاد پاره‌ای از کشورهای جهان موفقیت ویژه‌ای را کسب کرده است. فندق در بیش از ۲۰ کشور جهان کشت و کار می‌شود و دامنه‌های گسترده‌ی فندق به حوزه‌های آبی بزرگ مانند دریای سیاه، خزر، مدیترانه و اقیانوس آرام محدود می‌شود. از مراکز اصلی تولید آن می‌توان به ترکیه، ایتالیا، اسپانیا، آمریکا، جمهوری آذربایجان و ایران اشاره نمود. در ایران استان‌های گیلان، اردبیل، قزوین، گرگان، مازندران و قم از مناطق فندق‌کاری محسوب می‌شوند. مهم‌ترین نواحی تولید فندق در ایران ناحیه (اشکور و

1- *Corylus avellana*

علیا)، بویژه روستاهای کاکرود، ارکم، شاهراج، کیارمش و ... است و بیش از ۶۰ درصد تولید فندق ایران را تحت پوشش دارد و در مجموع نیز ۸۵ درصد فندق تولیدی ایران متعلق به استان گیلان صورت می‌باشد. طبق آمار فائو، ایران سالانه با تولید ۲۱۴۴۰ تن (جدول ۱-۱) در سال ۲۰۱۱ رتبه ششم تولید فندق را در جهان دارا می‌باشد با توجه به موقعیت تولید فندق در ایران و بخصوص گیلان و امکانات توسعه این محصول به عنوان یکی از فعالیت‌های عمده ارزآور کشاورزی، به نظر می‌رسد بررسی روند تولید و تجارت جهانی محصول فندق برای دست‌اندرکاران کشاورزی و بویژه برای صادرکنندگان خالی از فایده نباشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در میان تولیدکنندگان فندق، کشور همسایه یعنی ترکیه توانسته است با تولید و عرضه انبوه فندق در بازارهای جهانی علاوه بر کمک به ایجاد اشتغال و حداقل ثابت نگه داشتن نرخ اشتغال، میلیون‌ها دلار ارز عاید کشور خود کند. به طوری که این کشور هم اکنون عمده‌ترین تولیدکننده فندق بوده و در صدر فهرست صادرکنندگان فندق در تجارت جهانی قرار دارد (بی‌نام، ۱۳۹۱؛ راحمی، ۲۰۰۰؛ سازمان بین‌المللی غذا (فائو)، ۲۰۱۲).

جدول ۱-۱: میزان تولید فندق در ایران

کشور	آیتم	المان	سال	واحد	مقدار
ایران	فندق با پوست سخت	تولید	۲۰۱۱	تن	۲۱۴۴۰
ایران	فندق با پوست سخت	تولید	۲۰۱۰	تن	۲۰۲۸۴
ایران	فندق با پوست سخت	تولید	۲۰۰۹	تن	۲۱۰۰۰
ایران	فندق با پوست سخت	تولید	۲۰۰۸	تن	۲۰۰۰۰
ایران	فندق با پوست سخت	تولید	۲۰۰۷	تن	۲۲۷۱۶

۱-۱-۲- صنایع تبدیلی در ایران

امروزه تولید فندق در اقتصاد پاره‌ای از کشورهای جهان موفقیت ویژه‌ای را کسب کرده است. با توجه به موقعیت تولید فندق در ایران و بخصوص گیلان و امکانات توسعه این محصول به عنوان یکی از فعالیت‌های عمده ارز آور کشاورزی، به نظر می‌رسد، ایجاد صنایع تبدیلی و تکمیلی مناسب برای فرآوری فندق امری ضروری می‌باشد. در این صورت علاوه بر مصارف خشکباری، هم‌چون کشورهای اروپایی از این محصول ارزشمند در محصولات آرایشی و بهداشتی و دارویی استفاده خواهد شد. فندق در ایران هم‌چون بسیاری دیگر از محصولات کشاورزی از عرضه‌ی خام و فله‌ای رنج می‌برد در حالی که کشورهای دیگر هم‌چون ترکیه با ایجاد

صنایع تبدیلی، درآمدهای هنگفتی از فرآوری و بسته‌بندی و صادرات این محصول کسب می‌کنند. ترکیه به علت گستردگی صنایع تبدیلی خود، قادر به تامین همه فندق مورد نیاز خود نمی‌باشد و از ایران هم فندق وارد می‌کند و پس از فرآوری به شکل محصولاتی چون شکلات و شیرینی آن‌هم به قیمتی چندین برابر ارزش فندق خام و یا به صورت محصول بسته‌بندی شده‌ی با کیفیت و خام به ایران صادر می‌کند. بدین جهت لزوم ایجاد صنعت فرآوری و بسته‌بندی را در ایجاد ارزش افزوده، کاهش ضایعات، افزایش ماندگاری، توسعه صادرات، عرضه مناسب‌تر محصول و ایجاد اشتغال، مطرح ساخته است، کاری که دست‌اندرکاران شرکت سترگ دانه آسیا در شهرک صنعتی اشتهارد واقع در استان البرز را بر آن داشت که تنها کارخانه فرآوری و بسته‌بندی مغز فندق را در کشور با استفاده از دستگاه‌های خارجی راه اندازی کنند (بی نام، ۱۳۹۱).

۱-۱-۳- فندق و دستگاه‌های فرآوری آن

یکی از محصولات کشاورزی ایران که به سایر کشورهای دنیا صادر می‌شود، فندق می‌باشد. طبق گزارش فائو، ایران در سال ۲۰۱۱ با ۲۱۴۴۰ تن و عملکرد ۱۰۱۹۸/۸۴ هکتوگرم بر هکتار رتبه ششم تولید فندق را در جهان دارا می‌باشد (سازمان بین‌المللی غذا (فائو)، ۲۰۱۲).

تاکنون کوشش‌هایی در جهت افزایش میزان تولید و بهبود روش‌های تولید به عمل آمده است، اما فندق با کیفیت ایران زمانی می‌تواند جایگاه خود را بهبود بخشد که این کوشش‌ها بیشتر شده و ادامه یابد. یکی از اساسی‌ترین نیازها در این زمینه، طراحی و توسعه ماشین‌های فرآوری و بسته‌بندی فندق می‌باشد. در حال حاضر ماشین‌آلات فرآوری فندق شامل دستگاه‌های درجه‌بندی میوه خام فندق، خشک‌کن، فندق‌شکن، دستگاه جداسازی مغز از پوسته، سفیدکننده مغز فندق، درجه‌بندی مغز فندق، سورت‌رنگی مغز فندق، شورکن، برشته‌کن و ماشین‌آلات بسته‌بندی محصول می‌باشد که در اندازه‌ها و ظرفیت‌های کارگاهی و خط تولید قابل تهیه و تامین می‌باشد (شکل ۱-۱). در حال حاضر در ایران دستگاه‌های فرآوری و بسته‌بندی آن‌چنان که لازم هست جایگاه خود را پیدا نکرده است و هم‌چون بسیاری دیگر از محصولات کشاورزی، فندق به صورت خام و فله‌ای به فروش می‌رسد این در حالی است که فندق ایران پس از فرآوری و بسته‌بندی، توان صدور به سایر کشورها را