

## استفاده از پردازش صدا و شبکه های عصبی در سورتینگ پسته (۸۰)

سید جواد سجادی<sup>۱</sup>، احمد غضنفری<sup>۲</sup>، امین رستمی<sup>۱</sup>

### چکیده

یکی از عواملی که در درجه بندی پسته تأثیر دارد میزان پسته های پوک می باشد. پسته پوک به پسته فاقد مغز اطلاق می شود. در حال حاضر برای جداسازی پسته های پوک از مغز ار، از دستگاه پوک گیر که با استفاده از جریان هوا کار می کند استفاده می شود. در این پژوهش دستگاه هوشمندی جهت جداسازی پسته های پوک از مغزدار طراحی و ساخته شد. اجزای این دستگاه شامل جعبه صدا، میکروفن، نرم افزار پردازش سیگنال دیجیتال، مکانیسم انتقال و جداسازی پسته می باشد. انعکاس صدای برخورد پسته با یک صفحه فولادی در حالت Offline از دو ارتفاع برخورد ۲۵ و ۳۵ سانتی متری توسط سیستم خودکار استحصال داده توسط میکروفن جمع آوری و به رایانه منتقل می گردد. سیگنال های صدای برخورد در دو حوزه زمان، فرکانس مورد پردازش قرار گرفته و در هر حوزه بردارهای مشخصات مناسب استخراج شده است. از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) جهت جداسازی استفاده شده است. ۶۰۰ سیگنال صدای برخورد از هر گروه پسته های پوک و مغزین انتخاب و به ۳ گروه آموزش (Train)، ارزیابی (Validation) و آزمون (Test) تقسیم بندی شد. برای شناسایی پسته ها مجموعاً ۵۶۰ شبکه MLP با ساختار ها و الگوریتم های آموزش مختلف توسط نرم افزار MATLAB مورد بررسی قرار گرفت. شبکه های عصبی با استفاده از ۵۰۰ مشخصه استحصال شده از سیگنال های صدا مورد آموزش قرار داده شدند. این شبکه های عصبی پسته های پوک را با دقت ۹۳ درصد و پسته های مغزدار را با دقت ۹۴ درصد جدا می سازند.

**کلیدواژه:** آکوستیک، سورتینگ، شبکه عصبی، پسته، صدا

۱- دانشجوی فوق لیسانس بخش مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، پست الکترونیک: javadsajadi@gmail.com  
۲- دانشیار بخش مهندسی ماشین های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

## مقدمه

بر اساس جدید ترین آمار فائو سطح زیر کشت پسته (*Pistacia vera L.*) در ایران برابر با ۲۸۰ هزار هکتار بوده و میانگین تولید در سال اخیر بالغ بر ۲۵۰ هزار تن پسته خشک بوده است. در بین کشورهای جهان، ایران با داشتن بیش از ۶۶ درصد کل اراضی زیر کشت پسته جهان مقام اول را به خود اختصاص می دهد.

عملیات های فرآوری که پس از برداشت پسته انجام می شود عبارت است از جداسازی مواد زائد، پوست گیری (جداکردن پوست از پسته)، پوک گیری (جداسازی پسته های پوک از مغزدار) و جداسازی پسته های خندان (دهان باز) از غیر خندان (دهان بسته). جداسازی پسته های پوک از مغز دار توسط دستگاه پوک گیر انجام می شود. از آنجا که پسته های پوک نسبت به پسته های مغزدار دارای وزن کمتری می باشند توسط جریان هوا از پسته های مغزدار جدا می شوند

تحقیقات متعددی درباره استفاده از انعکاس صدا برای جداسازی و طبقه بندی محصولات کشاورزی انجام شده است. گارسیا و همکاران (۲۰۰۳) از این روش برای طبقه بندی میوه ها بر اساس رسیدگی و سفتی میوه استفاده کرد. پیرسون (۲۰۰۱) جداسازی پسته های خندان را از ناخندان بر اساس آنالیز سیگنال صدای انعکاس پسته در حوزه زمان با دقت حدودا ۹۷ درصد انجام داد. ستین و همکاران (۲۰۰۴) از تکنیک بازشناسی صدا (Voice Recognition) برای جداسازی پسته های خندان از ناخندان با دقت بیش از ۹۹٪ استفاده کرد. پیرسون و همکاران (۲۰۰۵) از آنالیز صدای برخورد برای جداسازی دانه های آسیب دیده گندم از دانه های سالم استفاده کرده است. ایگلیزیاس و همکاران (۲۰۰۴) این روش را برای تشخیص کیفیت داخلی هندوانه بکاربرده است.

تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از شبکه عصبی جهت طبقه بندی محصولات کشاورزی انجام شده است. غضنفری و همکاران (۱۹۹۶) از شبکه عصبی جهت طبقه بندی چهار رقم پسته ایران بر اساس مشخصات بدست آمده از شکل دو بعدی آنها استفاده کرد. کودیر و گویر (۲۰۰۲) از شبکه های عصبی مصنوعی برای جداسازی سیب رقم Golden Delicious و سیب رقم Empire بر اساس بررسی کیفیت سطح میوه استفاده کرد. محمودی و همکاران (۲۰۰۶) از شبکه عصبی برای طبقه بندی چهار رقم پسته ایران بر اساس آنالیز صدای انعکاس پسته در حوزه زمان و فرکانس استفاده کرد.

هدف از این تحقیق بررسی امکان استفاده از شبکه عصبی جهت جداسازی پسته های پوک از مغزدار با استفاده از بردار مشخصات<sup>۱</sup> بدست آمده از پردازش سیگنال صدای انعکاس پسته در حوزه های زمان و فرکانس و مقایسه نتایج برای دو ارتفاع برخورد ۲۵ و ۳۵ سانتی متر می باشد.

## اد و روشها

در این پژوهش از محصول پسته برداشت شده در سال ۱۳۸۶ از یکی از باغات شهرستان کرمان استفاده شد. پسته ها از رقم فندقی بوده و پس از برداشت پوست شده و در آفتاب خشک گردید. از این پسته ها مقدار یک کیلوگرم پسته مغزدار و یک کیلوگرم پسته پوک بطور تصادفی برای انجام آزمایشات انتخاب شدند. ابتدا در آزمایشگاه پسته های پوک و مغزدار بر اساس وزن از یکدیگر جدا شدند. وزن پسته های پوک بین ۰/۴ تا ۰/۶ گرم و وزن پسته های مغزدار بین ۰/۹ تا ۱/۳ گرم می باشد. سپس ۳۰۰ عدد پسته پوک و ۳۰۰ عدد پسته مغزدار که از نظر اندازه یکنواخت بودند برای انجام آزمایشات انتخاب شدند.

## روش داده برداری

در این پژوهش ضبط صدای برخورد پسته به صورت Offline و در آزمایشگاه انجام شده است. پسته ها از ارتفاع مورد نظر بر روی صفحه ای فولادی برخورد می کنند. ارتفاع سقوط پسته ها به عنوان پارامتر متغیر قابل تنظیم می باشد. صدای انعکاس پسته توسط میکروفن به رایانه منتقل می شود. سیگنال آنالوگ انعکاس پسته پس از دریافت توسط میکروفن با استفاده از کارت صدای نصب شده بر روی رایانه به سیگنال دیجیتال تبدیل شد. فرکانس نمونه برداری کارت صدا ۴۴۱۰۰ هرتز می باشد. اکنون سیگنال دیجیتال شده قابل مشاهده و آنالیز است. بخش نرم افزاری و کد نویسی امه ضبط خودکار صدای انعکاس پسته در محیط برنامه نویسی نرم افزار MATLAB و جعبه ابزار استحصال داده<sup>۲</sup> تهیه شد. در این برنامه از آستانه ولتاژ جهت شروع ضبط صدا<sup>۳</sup> استفاده

<sup>1</sup> Feature Vector

<sup>2</sup> Data Acquisition ToolBox

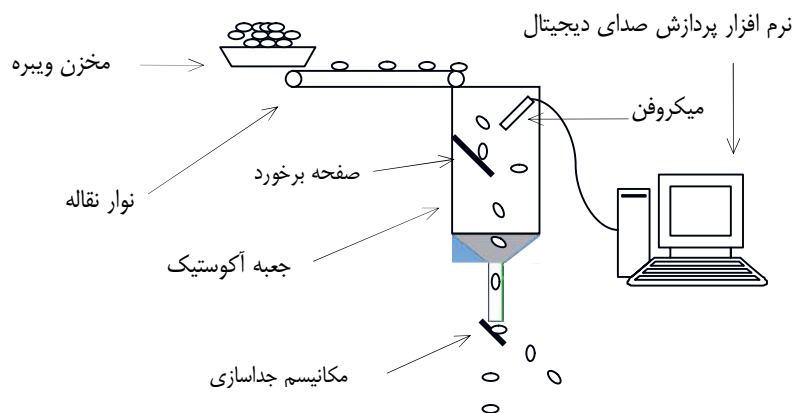
<sup>3</sup> Sound Acquisition Triggering

شد. آستانه ولتاژ تعیین شده در این پژوهش ۰/۰۰۴ ولت می باشد. جهت ضبط بهتر صدا و داشتن تمام خصوصیات صدای انعکاس پسته پنجره ای با طول ۲۵۰۰ نقطه بر سیگنال دیجیتال شده اعمال شد. از هر نمونه پسته پوک و مغز دار تعداد ۳۰۰ سیگنال صدای انعکاس با این روش ضبط و ذخیره شد. پسته ها از دو ارتفاع ۲۵ و ۳۵ سانتی متر بر روی صفحه فولادی سقوط کرده و صدای برخورد برای دو ارتفاع برخورد ذکر شده ضبط شد.

دستگاه طراحی شده (شکل ۱) شامل مکانیزم تغذیه، مکانیزم انتقال، جعبه صدا، نرم افزار پردازش سیگنال دیجیتال و مکانیزم جداسازی می باشد. پسته ها پس از قرار گیری در مخزن ویبره با لرزش مخزن به صورت ردیفی به سمت نوار نقاله هدایت می شوند نوار پسته ها را به جعبه صدا منتقل می کند. پسته ها بر روی صفحه ای فولادی به ابعاد ۱۵۰×۱۵۰×۱۵ میلی متر برخورد می کنند. ارتفاع سقوط پسته ها به عنوان پارامتر متغیر قابل تنظیم می اشد

### پردازش در حوزه زمان

پس از ضبط صدای برخورد پسته های پوک و پر در دو ارتفاع برخورد ۲۵ و ۳۵ سانتی متر، تعداد ۲۵۰۰ نقطه از هر سیگنال جهت پردازش و انتخاب بردار مشخصات مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا سیگنال ها یکسو سازی شدند به این صورت که المان های منفی سیگنال حذف شده و فقط المان های مثبت مورد آنالیز قرار گرفتند. در مرحله بعد از هر سیگنال صدای برخورد، ۱۰ بردار مشخصات با طول ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ... و ۱۰۰۰ نقطه جهت طبقه بندی توسط شبکه عصبی انتخاب شد.



شکل ۱- شکل شماتیک دستگاه طراحی شده جهت جداسازی پسته های پوک از مغزدار

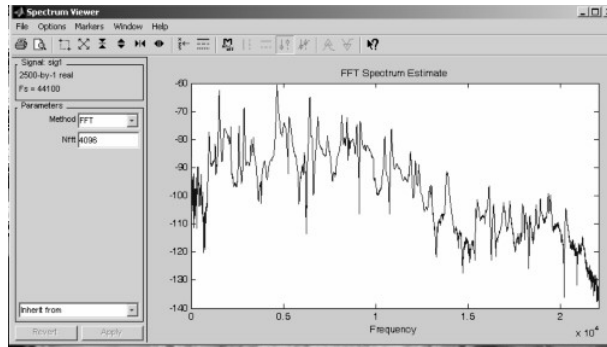
### پردازش در حوزه فرکانس

جهت انتقال سیگنال صدای برخورد از حوزه زمان به حوزه فرکانس از تبدیل سریع فوریه (FFT) استفاده می شود. این تبدیل که استفاده از آن باعث بالا رفتن سرعت محاسبات می شود سیگنال را به سینوسی هایی با فرکانس ها و دامنه های مختلف تجزیه می کند. (شکل ۲) تبدیل سریع فو یه (FFT) توسط فرمول زیر بیان می شود:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi kn / N} \quad k = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad \text{رابطه (۱)}$$

پس از آنکه سیگنال ها توسط تبدیل سریع فوریه به حوزه فرکانس منتقل شدند از هر سیگنال صدای برخورد در حوزه فرکانس ۱۰ بردار مشخصات با طول ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ... و ۱۰۰۰ نقطه جهت طبقه بندی توسط شبکه عصبی انتخاب شد. جعبه ابزار پردازش سیگنال<sup>۱</sup> نرم افزار MATLAB جهت انجام پردازش و تهیه طیف فرکانسی سیگنال صدای برخورد مورد استفاده قرار گرفته است. (شکل ۳)

<sup>۱</sup> Signal Processing Toolbox



شکل ۳- طیف فرکانسی سیگنال صدای برخورد در جعبه ابزار پردازش سیگنال نرم افزار MATLAB ( پسته پوک،  $F_s = 44100$ ، دامنه فرکانس  $[0 \text{ } Fs/2]$  )

### انتخاب مشخصه<sup>۱</sup>

هدف از پردازش سیگنال دست یابی به مشخصه ای است که مبنای تمایز بین انواع پسته موردنظر قرار گیرد. با تحلیل سیگنال صدای برخورد ۱۰ بردار مشخصات در هر حوزه انتخاب شد. این بردارها به ترتیب شامل ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ... و ۱۰۰۰ مشخصه (المان) می باشند. در هر حوزه (زمان و فرکانس) چهار گروه بردار مشخصات برای هر کدام از انواع پسته (پوک و مغز دار) و برای هر کدام از ارتفاع های برخورد (۲۵ و ۳۵ سانتی متر) انتخاب شد که هر گروه شامل ۵۵۰۰ مشخصه می باشد. در نتیجه در هر حوزه ۲۲۰۰۰ مشخصه و در مجموع ۴۴۰۰۰ مشخصه بدست آمد.

### طراحی و آزمایش شبکه عصبی

امروزه از شبکه های عصبی به طور گسترده در مسائل مربوط به طبقه بندی استفاده می شود. در این گونه مسائل شبکه عصبی با داشتن ورودی ها و خروجی های مشخص باید تشخیص دهد که هر ورودی با کدام طبقه از خروجی های تعریف شده بیشترین تطابق را دارد. در حال حاضر شبکه پرسپترون چند لایه (MLP) در بسیاری از تحقیقات مربوط به مسائل طبقه بندی استفاده می شود. در شبکه های عصبی MLP از روش آموزش با نظارت<sup>۲</sup> استفاده می شود. در این نوع شبکه، در حین آموزش ورودی های مورد نظر به شبکه عصبی اعمال می شود و خروجی شبکه با خروجی مطلوب<sup>۳</sup> مقایسه می شود. اختلاف بین خروجی واقعی و خروجی مطلوب منجر به تولید سیگنال خطا می شود. هدف از آموزش شبکه به حداقل رساندن خطای تولید شده می باشد. به حداقل رساندن خطا براساس تنظیم وزن های شبکه انجام می شود و میزان محاسبات لازم برای حداقل نمودن خطا به الگوریتم (شیوه) آموزش شبکه بستگی دارد. معمولاً از الگوریتم آموزش پس انتشار<sup>۴</sup> استفاده می شود. در این الگوریتم پس از محاسبه مقدار خطا در لایه خروجی مقادیر وزن ها در لایه پنهان در جهت کاهش خطا تنظیم می شوند. انواع مختلفی از الگوریتم های پس انتشار جهت آموزش شبکه های MLP مورد استفاده قرار می گیرند. پس از پردازش سیگنال های صدای انعکاس پسته های پوک و مغزدار در حوزه های زمان و فرکانس بردارهای مشخصات انتخاب شده برای هر کدام از ارتفاع های سقوط به منظور انتخاب ورودی های مناسب برای شبکه عصبی MLP مورد استفاده قرار گرفتند. پس از بررسی الگوریتم های مختلف آموزش مشخص شد که الگوریتم آموزش پس انتشار LM<sup>۵</sup> نتایج بهتری را بدست می دهد. این الگوریتم همچنین از سرعت بسیار بالاتری نسبت به سایر الگوریتم ها برخوردار می باشد. هر کدام از شبکه ها توسط این الگوریتم آموزش و با تعداد گره های مختلف در لایه میانی بکار گرفته شد و در نهایت مناسبترین بردار مشخصات و ساختار شبکه متناظر بدست آمد.

در MLP ها با کاربرد طبقه بندی از تابع انتقال غیر خطی Sigmoid در لایه های پنهان و لایه خروجی استفاده می شود. کلیه مراحل ایجاد و آموزش شبکه MLP در جعبه ابزار شبکه عصبی<sup>۶</sup> نرم افزار MATLAB انجام شده است. این نرم افزار دستورات و

<sup>1</sup> Feature Selection

<sup>2</sup> Supervised Learning

<sup>3</sup> Targets

<sup>4</sup> Back Propagation

<sup>5</sup> Levenberg-Marquardt

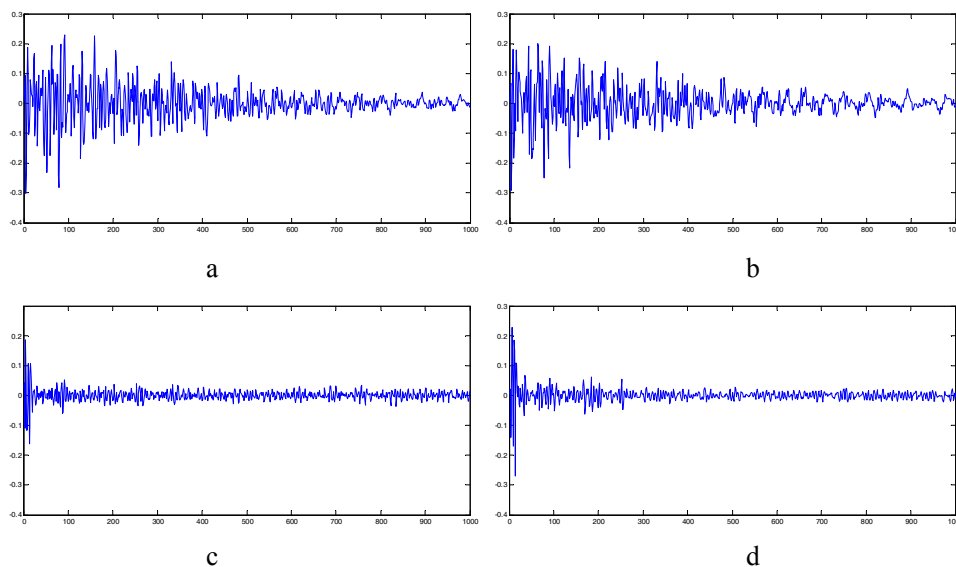
<sup>6</sup> Neural Network Toolbox

توابع مناسبی را جهت آموزش شبکه MLP با انواع الگوریتم های پس انتشار در اختیار قرار می دهد. ساختار شبکه MLP انتخاب شده در این تحقیق شامل شبکه دو لایه ای می باشد. همانطور که قبلا ذکر شد در هر یک از حوزه های زمان و فرکانس، ۱۰ بردار مشخصات برای هر سیگنال صدای برخورد انتخاب شده است. به منظور کاهش تعداد مشخصات هر بردار با روش میانگین گیری ۲۰ مشخصه از هر بردار انتخاب و به عنوان ورودی شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفته ست. بنابر این ساختار شبکه عصبی ۲-۱۱-۲۰ می باشد (۱۱ نشان دهنده تعداد نرون های لایه میانی است). تعداد نرون مناسب در لایه میانی برای هر شبکه (متناظر با هر بردار مشخصات) از روش سعی و خطا تعیین شد. بدین منظور هر شبکه با تعداد ۳، ۴، ... و ۱۶ نرون در لایه میانی آموزش دیده و نتایج حاصله ثبت شده است. در نهایت در هر کدام از ارتفاع های برخورد (۲۵ و ۳۵ سانتی متر) و در هر حوزه (زمان و فرکانس) ۱۰ شبکه و در هر شبکه از ۳ تا ۱۶ نرون در لایه میانی مجموعا شامل ۵۶۰ شبکه مورد بررسی قرار گرفت. از کل داده ها ۷۵ درصد مربوط به گروه آموزش (Train)، ۲۵ درصد مربوط به گروه ارزیابی (Validation) و ۲۵ درصد مربوط به گروه آزمایش (Test) می باشد. داده های گروه ارزیابی (Validation) جهت جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه (Overfit) به کار می روند. مقادیر ابتدایی وزن ها در گر ها به طور تصادفی توسط نرم افزار انتخاب می شوند. لایه خروجی شامل دو نرون می باشد که دارای تابع انتقال غیر خطی Sigmoid می باشند. خروجی تعریف شده برای شبکه شامل ماتریس [۱۰] برای پسته های پوک و ماتریس [۱۰] برای پسته های مغزدار می باشد. جهت بدست آوردن مناسبترین شبکه مقدار مینیمم تابع MSE و تابع Gradient برابر با صفر در نظر گرفته شده است. ورودی های شبکه به صورت  $h^1$  ای<sup>۱</sup> به شبکه اعمال شده اند. در این روش تمامی ورودی ها به صورت یکجا به شبکه اعمال می شوند.

### نتایج و بحث

سیگنال دیجیتال بدست آمده در حوزه زمان برای پسته های پوک و مغز دار در دو ارتفاع ۲۵ و ۳۵ سانتی متر در شکل (۴) نشان داده شده است. همانطور که در این شکل دیده می شود تفاوت سیگنال های صدای برخورد پسته های پوک و مغزدار در ارتفاع برخورد ۳۵ سانتی متری بیشتر از ارتفاع برخورد ۲۵ سانتی متر ست. در ارتفاع ۳۵ سانتی متر در ۳۰۰ نقطه اول پس از برخورد پسته های مغزدار شدت بیشتری دارند. اما از نمونه ۳۰۰ به بعد پسته های پوک شدت بیشتری دارند. در ارتفاع برخورد ۲۵ سانتی متر پسته های پوک و مغز دار تمایز کمتری دارند. در ۳۰۰ نمونه اول پس از برخورد پسته های پوک شدت بیشتری دارند اما از نمونه ۳۰۰ به بعد پسته های مغز دار شدت بیشتری دارند. مقایسه نمودار های a-۴ و c-۴ نشان می دهد شدت صدای برخورد پسته های پوک در ارتفاع ۳۵ سانتی متر در ۲۰ نمونه اول پس از برخورد بیشتر از شدت صدای برخورد پسته های مغزدار است. اما از نمونه ۲۰ به بعد شدت صدای برخورد پسته های پوک در ارتفاع برخورد ۲۵ سانتی متر بیشتر از شدت صدای برخورد پسته های پوک در ارتفاع ۳۵ سانتی متر است. مقایسه نمودار های b-۴ و d-۴ نیز همین نتیجه را نشان می دهد.

<sup>1</sup> Batch Mode



شکل ۴ - سیگنال دیجیتال بدست آمده در حوزه زمان برای پسته های پوک (a) و مغز دار (b) در ارتفاع برخورد ۲۵ سانتی متر و برای پسته های پوک (c) و مغز دار (d) در ارتفاع برخورد ۳۵ سانتی متر

بالاترین دقت جداسازی پسته های پوک و مغزدار در هر کدام از حوزه های پردازش برای ارتفاع برخورد ۲۵ سانتی متر در جدول ۱ و برای ارتفاع برخورد ۳۵ سانتی متر در جدول ۲ نشان داده شده است. بالاترین دقت در جداسازی پسته های پوک مربوط به حوزه زمان و ارتفاع برخورد ۲۵ سانتی متر و ۹۷ درصد می باشد. از ۱۰۰ نقطه در موج اصلی برای پردازش و استخراج مشخصه استفاده شده است. بالاترین دقت در جداسازی پسته های مغزدار نیز مربوط به حوزه فرکانس و ارتفاع برخورد ۳۵ سانتی متر و برابر با ۹۴ درصد می باشد. که از ۵۰۰ نقطه در موج اصلی برای پردازش و استخراج مشخصه استفاده شده است. با در نظر گرفتن میانگین دقت جداسازی پسته های پوک و مغزدار، بهترین دقت از پردازش در حوزه زمان و در ارتفاع برخورد ۳۵ سانتی متر بدست آمده است. در این حوزه بردار های مشخصات با ۵۰۰، ۸۰۰ و ۹۰۰ عضو نتیجه یکسانی را داشته اند. گرچه به نظر می رسد استفاده از بردار با ۵۰۰ عضو به دلیل کاهش تعداد مشخصه ها منجر به کاهش زمان محاسبات و تصمیم گیری خواهد شد. دقت در جداسازی پسته های پوک با این روش ۹۳ درصد و پسته های مغزدار ۹۴ درصد می باشد. شبکه عصبی مربوطه شامل ۲۰ نرون در لایه ورودی، ۹ نرون در لایه میانی و ۲ نرون در لایه خروجی می باشد.

جدول ۱ - نتایج مربوط به ارتفاع برخورد ۲۵ سانتی متر

حوزه	تعداد نقاط در موج اصلی	ساختار شبکه	پسته های پوک	پسته های مغزدار
زمان	۱۰۰	۲-۱۱-۲۰	۹۷	۶۵
فرکانس	۷۰۰	۲-۱۳-۲۰	۸۹	۹۲

جدول ۲ - نتایج مربوط به ارتفاع برخورد ۳۵ سانتی متر

حوزه	تعداد نقاط در موج اصلی	ساختار شبکه	پسته های پوک	پسته های مغزدار
زمان	۵۰۰	۲-۹-۲۰	۹۳	۹۴
فرکانس	۵۰۰	۲-۴-۲۰	۹۴	۸۴

منابع مورد استفاده



- 1-B. Diezma-Iglesias, M. Ruiz-Altisent and P. Barreiro, 2004. Detection of Internal Quality in Seedless Watermelon by Acoustic Impulse Response. *Biosystems Engineering* (2004) 88 (2), 221–230
- 2-Cetin, A. E., T.C. Pearson and A.H. Tewfik, 2004. Classification of closed- and Open shell using voice-recognition technology. *Trans.ASAE*, 47:659-664 pistachio nuts
- 3-Garsia-Ramos, F.J., J. Ortiz-Canavate, M. Ruiz-Altisent, J. Diez, L. Flores, I. Homer and J.M. Chavez, 2003. Development and implementation of an online impact sensor for firmness sensing of fruits. *J. Food Engg.*, 58: 53 7
- 4-Ghazanfari, A., J. Irudayaraj and A. Kusalik, 1996. Grading pistachio nuts using a neural approach. *Trans. ASAE*, 39: 2319 24 networks
- 5-Kavdir, I. and D.E. Guyer, 2002. Apple sorting using Artificial Neural Network and Spectral imaging. *Trans. ASAE*, 45: 1995 2005
- 6-Mahmoudi, A., M. Omid, A. Aghagolzadeh and A. M. Borgayee, 2006. Grading of Iranian's pistachio nuts based on artificial neural networks. *International journal of agriculture & export* 8530/371-376 biology, 1560
- 7-Neural Network Toolbox User's Guide. 2006. The Math works Software.
- 8-Pearson, T.C, 2001. Detection of pistachio nuts with closed shells using impact acoustics. *Applied engineering in agriculture*, 17:249-253
- 9-Pearson. T.C., A.E. Cetin and A.H. Tewfik, 2005 . Detection of insect damaged Whet kernels by impact acoustics. *ICASSP*, 0-7803-8874-7/05
- 10-Signal Processing Toolbox User's Guide. 2006. The Math works Software.