نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۶
http://jwfst.gau.ac.ir

مقایسه عملکرد شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و تابع پایه شعاعی در پیش‌بینی حجم صنعتی و هیزمی حاصل از درختان

*فاطمه گرزین[۱]، منوچهر نمیرانیان[۲] و محمود بیات[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران،
[۲]استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، کرج، ایران، [۳]استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰٤/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۰۳

چکیده

سابقه و هدف: در مدیریت منابع جنگلی، فرآیندهای تصمیم‌گیری مثل عوامل کیفی در معادلات ریاضی وارد نمی‌شوند. درسال‌های اخیر شبکه‌های عصبی مصنوعی، کاربرد فراوانی در منابع جنگلی داشته‌اند. این تحقیق به مقایسه شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و شبکه تابع پایه شعاعی در پیش‌بینی حجم صنعتی و هیزمی درختان پرداخته است. بررسی عملکرد شبکه‌های مختلف و یافتن بهترین نوع آن برای دستیابی به نتایج قابل قبول و معتبر در مدل‌سازی حجم مقطوعات از اهداف این مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، تعداد ۳٦۷ اصله درخت از درختان نشانه‌گذاری شده جنگل آموزشی پژوهشی خیرود انتخاب و متغیرهای قطر برابر سینه، قطر کنده، ارتفاع کنده، ارتفاع کل، طول صنعتی، حداقل قطر میانه گرده‌بینه، وضعیت درخت، نوع گونه و عوامل توپوگرافی مثل شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان ورودی شبکه در نظر گرفته شدند. حجم صنعتی و حجم هیزمی درختان پس از تجدید حجم صددرصد مشخص شد و به‌عنوان خروجی شبکه در نظر گرفته شد. برای مدل‌سازی از شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه و شبکه تابع پایه شعاعی استفاده شد. برای آموزش شبکه پرسپترون چند لایه از تابع تانژانت هیپربولیک و برای شبکه تابع پایه شعاعی، تابع Softmax در لایه مخفی و تابع خطی در لایه خروجی به‌همراه الگوریتم نزول گرادیان با مومنتم استفاده گردید. برای مدل‌سازی داده‌ها به سه قسمت آموزش، اعتبارسنجی و تست تقسیم شدند که نسبت هر کدام به‌ترتیب برابر با ۷۰ درصد، ۱۵ درصد و ۱۵ درصد بود. تعیین تعداد لایه‌ها پنهان و نرون‌های هر لایه نیز با آزمون و خطا صورت گرفت و تا زمان رسیدن مقدار خطا به حداقل ممکن ادامه یافت.

یافته‌ها: طبق نتایج مقدار ضریب تبیین برای حجم صنعتی و هیزمی به‌ترتیب در شبکه پرسپترون چند لایه ۰/۹٤، ۰/۷۱ مترمکعب و در شبکه تابع پایه شعاعی ۰/۸۸، ۰/٦۵ مترمکعب می‌باشد. میزان RMSE نیز برای حجم صنعتی و هیزمی

*مسئول مکاتبه: fatemegorzin@yahoo.com

به‌ترتیب در شبکه پرسپترون چند لایه ۱/۲۹۷، ۰/۳۳۱ مترمکعب و در شبکه تابع پایه شعاعی ۳/۷۲، ۰/۳۹۷ مترمکعب گزارش شد.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از عملکرد بهتر شبکه پرسپترون چند لایه نسبت به شبکه تابع پایه شعاعی برای پیش‌بینی حجم صنعتی و هیزمی می‌باشد و تنها مزیت شبکه تابع پایه شعاعی نسبت به شبکه پرسپترون چند لایه در پیش‌بینی حجم صنعتی و هیزمی، زمان کوتاه‌تر موردنیاز برای آموزش می‌باشد. استفاده از شبکه و مدلی که با داشتن متغیرهای متعدد در میان شبکه‌ها و مدل‌های موجود دارای دقت بالاتری بوده، در اولویت قرار دارد. بنابراین با توجه به نوین و توانا بودن این تکنیک، نیاز به شناسایی گستره‌ای از کاربردهای بالقوه آن در جامعه علوم جنگل به‌عنوان ابزار جایگزین، احساس می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پرسپترون چند لایه، تابع پایع شعاعی، مدیریت منابع طبیعی، هوش مصنوعی

مقدمه

سابقه و هدف: تصمیم‌گیری در منابع طبیعی اغلب منجربه روش‌های آماری تجربی پیچیده می‌شود، در اکثر موارد از مدل‌های آماری برای حل مسایل غیر ساختاری در مدیریت منابع جنگلی، نمی‌توان استفاده کرد. فرآیندهای تصمیم‌گیری مثل عوامل کیفی در معادلات ریاضی وارد نمی‌شوند. بنابراین نیاز به روش‌های اکتشافی نسبت به الگوریتمی بیشتر می‌باشد (۸). استفاده از هوش مصنوعی در جنگل و منابع طبیعی با توسعه سیستم‌های خبره برای حل مسئله و تصمیم‌گیری در سال ۱۹۸٦ با ابداع و ارائه مدل پرسپترون بهبود یافته، شروع شد (٤). با توجه به روش‌های موجود تجدید حجم می‌توان بیان کرد که در روش سنتی به‌این علت که تمامی درختان مورد تجدید حجم قرار می‌گیرند وقت‌گیر بوده و محاسبه حجم محصولات چوبی زمان طولانی‌تری را می‌طلبد و بالتبع نیازمند صرف هزینه زیاد می‌باشد. در روش 3P[1] که در اصل یک روش نمونه‌برداری می‌باشد، چون تمام درختان اندازه‌گیری نمی‌شوند نسبت به تجدید حجم به روش سنتی نیازمند زمان کمتری بوده و با توجه به کمتر بودن زمان هزینه‌های آن نیز نسبت به تجدید حجم سنتی کمتر خواهد بود اما به‌دلیل این‌که تمامی درختان مورد اندازه‌گیری قرار نمی‌گیرند و تنها تعدادی به‌عنوان نمونه تعیین شده و نتیجه حاصله به کل تعمیم داده می‌شود، ممکن است همیشه دقت کافی را ارئه ندهد و نمونه‌های انتخابی معرف کل جامعه نباشد، بنابراین استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری همچون شبکه‌های عصبی مصنوعی که به اختصار ANN[2] نامیده می‌شوند، برای پیش‌بینی سیستم‌های غیرخطی به یک گزینه جذاب در مقابل روش‌های آماری سنتی تبدیل شده است (۱۲). از ویژگی‌های کلیدی شبکه‌های عصبی می‌توان به قابلیت یادگیری، قابلیت تعمیم، تحمل‌پذیری، پردازش موازی اطلاعات و پراکندگی اطلاعات یاد کرد. همچنین داشتن توانمندی‌هایی مثل پردازش داده‌های ورودی بدون تکیه بر نوع توزیع آن‌ها و قابلیت حل مدل‌های غیرخطی با متغیرهای متعدد، از امتیازات ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقابل روش‌های آماری سنتی می‌باشد (١٤). از مطالعات انجام گرفته با شبکه عصبی میتوان به مطالعه صفی‌صمغ آبادی

1- Probability Proportional to Prediction

2- Artificial Neural Network

(۲۰۰۳)، اشاره کرد که برنامه ریزی چند هدفه جنگل را با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی بررسی کردند. اهداف برنامه‌ریزی عبارتند از: حداکثرسازی میزان جذب کربن، ارزش فعلی خالص درآمد، حجم توده سرپا، میزان اشتغال و حداقل‌سازی میزان فرسایش خاک در افق برنامه ریزی. مدل برای برنامه‌ریزی سرزمین در حوضه آبخیز ۳۰ صفارود (رامسر) اجرا و مورد ارزیابی قرار گرفته است. این مدل دارای ۹۰٤ متغیر تصمیم و ۱۰۳۷ محدودیت می باشد. نتایج نشان داد که شبکه عصبی دارای توانایی تولید جواب مطلوب با خطای قابل قبول در مسائل تصمیم‌گیری چند هدفی فردی و گروهی است و تلفیق مدل ریاضی با یک سیســتم خبره نیز در انتخاب مطلوبترین جواب، از بین جواب‌های ناچیره موثر خواهد بود (۱۳). از بررسی‌های صورت گرفته در زمینه مقایسه شبکه‌عصبی MLP و RBF می‌توان به مطالعه بیاتی و نجفی (۲۰۱۱) اشاره کرد، که به بررسی کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در برآورد حجم تنه درختان در جنگل آموزشی- پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس پرداختند. برای این منظور تعداد ۱۰۱ درخت از درختان نشانه‌گذاری شده انتخاب و قطر برابر سینه، قطر کنده، قطر انتهای تنه، ارتفاع تنه و ارتفاع کل درخت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که شبکه عصبی تابع پایه شعاعی با میزان RMSE ۱/۰۵ و ضریب تبیین ۰/۹۵ نسبت به پرسپترون چند لایه با RMSE ۱/۱۸ و ضریب تبیین ۰/۹۳ دارای دقت بیشتری در برآورد حجم ساقه می‌باشد (۲). آن‌ها در تحقیقی دیگر (۲۰۱۳)، از دو شبکه MLP و RBF برای پیش‌بینی زمان قطع درختان در جنگل‌های شرکت نکا چوب استفاده شد. مقدار RMSE در پیش‌بینی زمان قطع برای شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و پایه شعاعی به‌ترتیب ۰/۹٤ و ۰/۸۱ به‌دست آمد، در حالی‌که این عدد برای آنالیز رگرسیون ۱/۱۵ بود (۳). از دیگر تحقیقات صورت گرفته با شبکه عصبی میتوان به مطالعه گرزین و همکاران (۲۰۱۵)، اشاره کرد که به پیش‌بینی حجم مقطوعات درختان با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه آن با تحلیل رگرسیون پرداختند. شبکه مورد استفاده در این تحقیق پرسپترون چند لایه بود. نتایج نشان داد که مقدار RMSE برای شبکه عصبی در پیش‌بینی حجم صنعتی، هیزمی و کل درختان به‌ترتیب ۱/۲۹۷، ۰/۳۳۱، ۱/۳۳۷ مترمکعب در حالی که این مقدار در تحلیل رگرسیون برای حجم‌های صنعتی، هیزمی و کل به ترتیب ۳/۲۸، ۰/٤۱۳ و ۳/٤۹ مترمکعب می‌باشد (۹). دیامونتوپلو (۲۰۰۵)، در تحقیقی به برآورد حجم پوست درخت کاج با استفاده از ANN پرداخت. پنج مدل رگرسیون غیرخطی با استفاده از الگوریتم لورنبرگ- مارکوارت برازش شد به‌دلیل مشاهده اریبی در فرضیه‌ها و مقادیر بالای خطا، شبکه عصبی همبستگی آبشار[1] رو به جلو، با سه لایه برای تخمین حجم پوست کاج مدل‌سازی شد. نتایج به به وضوح برتری مدل‌های ANN را به‌دلیل داشتن توانایی غلبه بر مشکلاتی مانند روابط غیرخطی، توزیع غیر نرمال و داده‌های پرت و نویزدار در داده‌های جمع‌آوری شده از جنگل، به مدل‌های رگرسیونی نشان داد. تکنیک ANN معرفی شده در این مطالعه به‌طور کلی دارای پتانسیل زیادی برای بسیاری از برنامه‌های مدل‌سازی بوده و ابزاری مفید به‌عنوان جایگزین مدل‌های سنتی رگرسیون است (۵). اوزلیک و همکاران (۲۰۱۰)، در تحقیقی حجم ساقه چهار گونه از درختان را با استفاده از ANN برآورد کردند. آن‌ها از شبکه‌های پس‌انتشار و همبستگی آبشاری[2] برای مدل‌سازی استفاده کردند. سپس حجم تخمین زده شده با روش‌های سابق برآورد حجم مثل جداول حجم مقایسه شد. برای

1- Cascade-Correlation
2- Cascade-Correlation

اعتبارسنجی حجم واقعی ساقه درختان در بخش یک کوچک با فرمول اسمالیان اندازه‌گیری شد. نتایج گزارش شده در این تحقیق نشان داد که مدل‌های شبکه عصبی همبستگی آبشاری برای برآورد حجم ساقه چهار گونه درخت مورد بررسی، قابل اعتمادتر می‌باشند (۱۱).

با توجه به دشواری اندازه‌گیری فاکتورها برای برآورد حجم اصله درخت سرپا و از بین رفتن بخشی از حجم سرپا در حین عملیات بهره‌برداری، محاسبه حجم مقطوعات برای داشتن میزان حجم واقعی دقیق‌تر به‌نظر می‌رسد. به‌دلیل بالا بودن سطوح برنامه‌یزی در جنگل همچنین پرهزینه و وقت‌گیر بودن آماربرداری‌های زمینی نیاز به رهیافت‌های جدیدی احساس می‌شود که موجب تسریع انجام محاسبات حاصل از آماربرداری شده و قادر به پیش‌بینی با صحت بالاتر در حجم بالای داده‌ها باشد. مدل‌سازی توسط شبکه‌های عصبی یکی از ابزارهای مناسب برای تصمیم‌گیری و پیش‌بینی پدیده‌های محیط‌زیستی و طبیعی می‌باشد. فرآیندها و پدیده‌هایی که در سیستم‌های محیط‌زیستی وجود دارد اغلب وابسته به متغیرهای زیاد بوده و روابط بسیار پیچیده‌ای بین اجزا وجود دارد که تحلیل آن را بسیار مشکل می‌نماید. این مشکل همواره باعث خطا در دقت و صحت پیش‌بینی مدل‌ها می‌شود، بنابراین بررسی عملکرد شبکه‌ها و یافتن بهترین نوع شبکه عصبی برای دست‌یابی به نتایج قابل قبول و معتبرتر، یکی از اولویت‌ها و دغدغه‌های مدل‌سازی می‌باشد. با این هدف این مطالعه به مقایسه و بررسی عملکرد شبکه پرسپترون چندلایه که به اختصار MLP[1] نامیده می‌شود و از نمونه‌های اولیه شبکه‌های عصبی و یکی از معمول‌ترین شبکه‌های مورد استفاده در مدیریت منابع طبیعی بوده با شبکه‌های پرکاربرد تابع پایه شعاعی که به اختصار RBF[2] نامیده می‌شود، در پیش‌بینی حجم مقطوعات پرداخته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این تحقیق در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود در ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین ۲۷ ٣٦ تا ٤٠ ٣٦ عرض شمالی و ٣٢ ٥١ تا ٤٣ ٥١ طول شرقی قرار دارد، انجام شد. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۵۰ متر و نزدیک به روستای نجارده و منازل اهالی و حداکثر آن به ۲۲۰۰ متر از سطح دریا به یال‌های هشتادتن و کهنه‌ده منتهی می‌شود. این تحقیق در بخش گرازبن که با وسعت ٩٣٤/٢٤ سومین بخش مدیریتی از جنگل خیرود محسوب می‌شود، انجام شد. بخش گرازبن دارای ۲۷ پارسل بوده که پارسل‌های ۳۱۷ و ۳۲۰ مورد مطالعه این تحقیق بودند. شکل ۱ منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

1- Multi Layer Perceptron
2- Radial Basis Function

شکل ۱- منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Area of study.

شیوه جمع‌آوری داده‌ها: در این پژوهش از داده‌های نشانه‌گذاری و تجدید حجم بخش گرازبن طرح جنگلداری جنگل آموزشی- پژوهشی خیرود استفاده شد. داده‌های استفاده شده مربوط به سال بهره‌برداری ۱۳۹۲ می‌باشد. که به روش سنتی یا صددرصد تجدید حجم شدند. تعداد ۳٦۷ اصله درخت از پارسل ۳۱۷ و ۳۲۰ پارسل مورد تجدید حجم قرار گرفتند و پس قطع و تجدید حجم توسط عملیات میدانی در عرصه، متغیرهای قطر کنده، ارتفاع کنده تا دقت سانتی‌متر، شیب، جهت ارتفاع از سطح دریا برای هر پایه اندازه‌گیری و ثبت شد. به‌علت قطع درختان، برای تعیین ارتفاع درختان از منحنی ارتفاع بخش گرازبن استفاده شد. با استفاده از داده‌های تجدید حجم متغیر طول صنعتی، حداقل قطر میانه آخرین گرده‌بینه، نوع گونه همچنین وضعیت درختان نیز از نظر سالم بودن برای هر پایه ثبت شد. تمامی متغیرهای ذکر شده پس از اندازه‌گیری به‌عنوان ورودی شبکه عصبی وارد مدل‌سازی شدند. حجم صنعتی و حجم هیزمی نیز به‌عنوان خروجی شبکه عصبی درنظر گرفته شدند.

شیوه تجزیه و تحلیل داده‌ها: در مدل‌سازی با شبکه‌های عصبی مصنوعی از شبکه‌های پرسپترون چند لایه و تابع پایه شعاعی استفاده شد. برای آموزش شبکه MLP از تابع تانژانت هیپربولیک در لایه‌های مخفی و الگوریتم آموزشی پس انتشار خطا استفاده گردید. برای شبکه RBF تابع Softmax و آموزش نظارت نشده در لایه مخفی استفاده شد. قانون یادگیری مومنتم به همراه نزول گرادیان به‌علت پایدار بودن و قرار نگرفتن در مینیمم محلی برای هر دو شبکه مورد استفاده قرار گرفت و تعداد تکرارها برای مجموعه داده‌های آموزشی هزار در نظر گرفته شد.

نرم‌افزار NeurolSolutions.5 برای مدل‌سازی شبکه مورد استفاده قرار گرفت که کلیه شبکه‌های بررسی شده، در این محیط طراحی و اجرا شدند. عملیات نرمال‌سازی به‌عنوان پیش‌پردازش ابتدایی به‌صورت خودکار در نرم‌افزارهای نروسلوشن انجام می‌شود. شبکه به‌صورت خودکار به گونه‌ای آموزش داده می‌شود که داده‌های ورودی در محدوده تابع انتقال اولین لایه تغییر می‌یابند. برای مدل‌سازی داده‌ها

به سه قسمت آموزش، اعتبارسنجی و تست تقسیم شدند که نسبت هر کدام به‌ترتیب برابر با ۷۰ درصد، ۱۵ درصد و ۱۵ درصد بود. تعیین تعداد لایه‌ها پنهان و نرون‌های هر لایه نیز با آزمون و خطا صورت گرفت و تا زمان رسیدن مقدار خطا به حداقل ممکن ادامه یافت.

نتایج و بحث

در جدول ۱ آماره‌های توصیفی در مجموعه‌های آموزش، آزمون و اعتبارسنجی مربوط به مدل‌های برتر منتخب در شبکه‌های MLP و RBF ارائه شده است. انتخاب مدل برتر بر اساس معیارهای ارزیابی و همبستگی حاصل از مرحله تست می‌باشد. زیرا ممکن است در مرحله آموزش دقت قابل قبولی ارائه دهد اما در مرحله تست پاسخ مطلوب نباشد.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی شبکه MLP و RBF در مجموعه آموزش، آزمون و اعتبارسنجی.

Table 1. Descriptive statistics MLP and RBF networks in train, test and cross validation sets.

RBF		MLP		متغیر	مجموعه داده
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	Variable	Data set
Standard deviation	Mean	Standard deviation	Mean		
5.432	5.125	5.709	5.262	حجم صنعتی (m^3)	آموزش
0.800	0.814	0.654	0.767	حجم هیزمی (m^3)	Training
4.921	4.814	6.252	6.130	حجم صنعتی (m^3)	آزمون
0.624	0.780	1.326	1.132	حجم هیزمی (m^3)	Test
6.904	6.141	4.885	4.184	حجم صنعتی (m^3)	اعتبارسنجی
0.640	0.793	0.613	0.658	حجم هیزمی (m^3)	Cross Validation

در جدول ۲، مدل‌های برتر حجم صنعتی و هیزمی درختان به‌همراه معیارهای ارزیابی آن‌ها در شبکه عصبی MLP و RBF ارائه شده است.

جهت بررسی عملکرد شبکه عصبی مصنوعی MLP و RBF در پیش‌بینی حجم، برای ۵۵ اصله درخت عمل پیش‌بینی حجم صنعتی، هیزمی توسط مدل حاصل از شبکه‌ها صورت گرفت، که نتایج در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- مقایسه معیارهای ارزیابی شبکه MLP و RBF در مدل‌سازی.

Table 2. Comparison of evaluation criteria between MLP and RBF networks used in modeling.

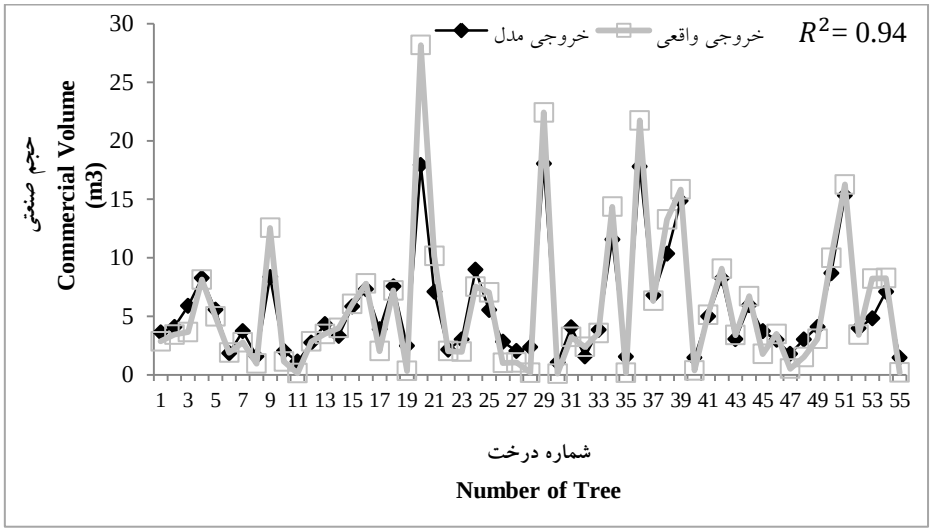
R^2		RMSE (m^3)		تابع لایه خروجی	تابع لایه مخفی	ترکیب لایه‌ها	شبکه
حجم هیزمی	حجم صنعتی	حجم هیزمی	حجم صنعتی	Output layer function	Hidden layer function	Layer composition	Network
Cordwood volume	Commercial volume	Cordwood volume	Commercial volume				
0.715	0.941	0.337	1.297	BiasAxon	TanHyp	11-6-3-2	MLP
0.651	0.883	0.397	3.720	BiasAxon	Softmax	11-35-2	RBF

جدول ۳- مقایسه مدل‌ها در پیش‌بینی حجم.

Table 2. Comparison of models in the prediction of volume.

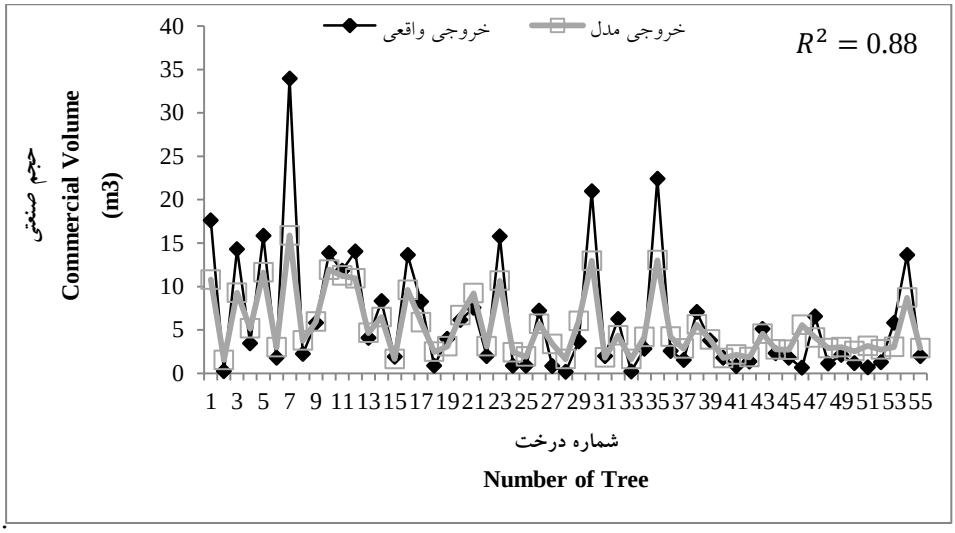
شبکه Network	متغیر Variable	تعداد Number	RMSE	RMSE%	Bias	انحراف از معیار تفاوت‌ها Standard deviate of difference
MLP	حجم صنعتی (m^3) (Commercial Volume)	55	1.297	21	-12.73	1.183
	حجم هیزمی (m^3) (Cordwood Volume)	55	0.337	29	-1.68	0.329
RBF	حجم صنعتی (m^3) (Commercial Volume)	55	3.720	7	-43.68	3.676
	حجم هیزمی (m^3) (Cordwood Volume)	55	0.397	50	2.42	0.399

صحت مدل‌های حاصل از شبکه‌های MLP و RBF و اختلاف حجم پیش‌بینی شده در مقایسه با حجم‌های واقعی در مرحله اعتبارسنجی برای حجم صنعتی در شکل‌های ۲ و ۳ برای حجم هیزمی در شکل‌های ٤ و ۵ نشان داده شده است.



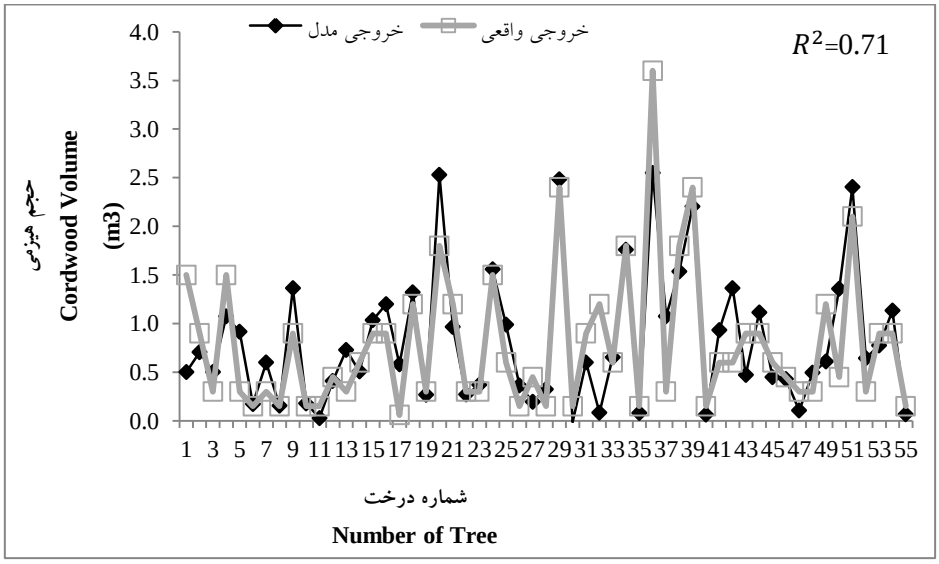
شکل ۲- صحت مدل MLP در پیش‌بینی حجم صنعتی.

Figure 2. Accuracy of MLP model to predict commercial volume.



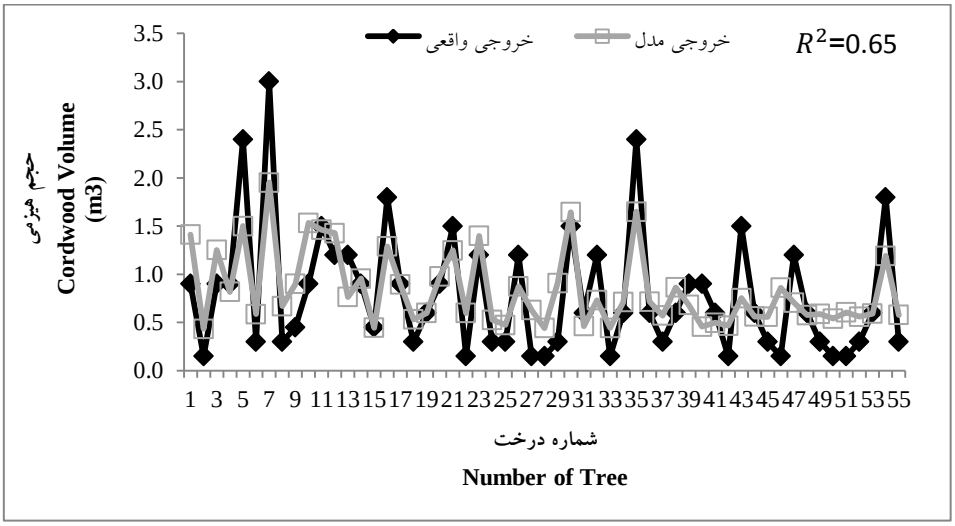
شکل ۳- صحت مدل RBF در پیش‌بینی حجم صنعتی.

Figure 3. Accuracy of RBF model to predict commercial volume.



شکل ٤- صحت مدل MLP در پیش‌بینی حجم هیزمی.

Figure 4. Accuracy of MLP model to predict cordwood volume.



شکل ۵- صحت مدل RBF در پیش‌بینی حجم هیزمی

Figure 5. Accuracy of RBF model to predict cordwood volume.

ارزیابی مدل‌های به‌دست آمده از شبکه‌های MLP و RBF حاکی از آن بود که شبکه عصبی مصنوعی MLP با دو لایه مخفی و تابع انتقال تانژانت هیپربولیک نسبت به شبکه عصبی مصنوعی RBF با ۳۵ نرون در لایه مخفی و تابع فعالیت Softmax دارای مقدار RMSE کمتری در پیش‌بینی حجم صنعتی و هیزمی درختان می‌باشد. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت شبکه MLP که متداول‌ترین نوع شبکه در مدل‌سازی سیستم‌های مختلف می‌باشد، در مدل‌سازی حجم درختان دارای عملکرد مطلوبی است که با نتایج به‌دست آمده مطابقت دارد (۹، ۷، ٦، ۱). نتایج به‌دست آمده RMSE کمتر شبکه MLP نسبت به RBF با نتایج حاصل از مطالعه بیاتی و همکاران (۲۰۱۳)، مغایر است (۲)، که این امر ممکن است مربوط به نوع و افزایش تعداد متغیرهای به کار برده شده، استفاده از متغیرهای کیفی در کنار متغیرهای کمی به‌عنوان ورودی باشد، که منجر به پیچیدگی شبکه RBF به لحاظ ساختار شود. این نوع شبکه تنها دارای یک لایه پنهان می‌باشد و جهت دست‌یابی به پاسخ مطلوب نیاز به افزایش تعداد نرون‌ها است. این عمل تا زمانی انجام می‌شود که میزان خطا حداقل شود اما افزایش بیش از حد نرون‌ها باعث اغتشاش شبکه شده، خطای اعتبارسنجی را افزایش و خطای آموزشی را کاهش می‌دهد. توجه به نمودار دقت مدل ملاحظه می‌شود بهترین ساختار طراحی شده برای شبکه در مدل‌سازی حجم که یک شبکه پرسپترون چندلایه بوده، با برقراری اتصالات کامل بین نرون‌ها در سرتاسر شبکه می‌تواند برای یادگیری مسائل غیرخطی به‌کار رود. پیروی خروجی‌های مدل از الگوی خروجی‌های واقعی در نمودار حاصل از دقت مدل نیز گویای تناسب شبکه با مسئله داده شده است. به گفته کیا (۲۰۱۰)، تنها مزیت شبکه RBF نسبت به شبکه MLP در پیش‌بینی حجم صنعتی و هیزمی، زمان کوتاه‌تر موردنیاز برای آموزش می‌باشد این توابع نسبت به شبکه‌های چند لایه از آن جهت برتری دارند که سرعت یادگیری آن‌ها نسبت به سایر شبکه‌ها به‌طور قابل توجهی بالاست (۱۰). واحدی و همکاران (۲۰۱۷)، نیز در مطالعه خود شبکه عصبی MLP را به‌عنوان روش کارآمد در پیش‌بینی حجم تجاری استفاده کردند و متغیرهای قطر و ارتفاع را برای

پیش‌بینی حجم صنعتی معرفی کردند (۱۵). وجود میزان اختلاف حجم پیش‌بینی شده از مدل با واقعی ممکن است به علت استفاده از قطر برابر سینه در طبقات پنج سانتی‌متری باشد، زیرا در این مطالعه از درختان درج شده در صورت مجلس نشانه‌گذاری استفاده شد که قطر برابر سینه این درختان جهت تعیین حجم نشانه‌گذاری آن‌ها با استفاده جدول تاریف، در طبقات پنج سانتی‌متری قید می‌شوند در حالی‌که ممکن است درخت نشان‌گذاری شده در واقعیت دارای قطر برابر سینه بیشتری از مقدار درج شده در صورت مجلس نشانه‌گذاری داشته باشد، بنابراین به ازای این کاهش قطر، کاهش حجم خواهیم داشت. علت دیگر ممکن است استخراج ارتفاع درختان از منحنی ارتفاع بخش گرازبن باشد که استفاده از طبقات قطری پنج سانتی‌متری، اندازه ارتفاع استخراج شده را نیز مستقیما تحت تأثیر قرار داده و روی حجم پیش‌بینی شده مؤثر واقع خواهد شد. در این پژوهش از داده‌های تجدید حجم صددرصد استفاده شده است. استفاده از روش تجدید حجم صد درصد نسبت به این روش با توجه به نیروی انسانی موردنیاز هزینه بالاتری خواهد داشت. به‌علاوه در این مطالعه چون کسب دقت بالا و در نظر گرفتن ورودی‌های مؤثر مدنظر بود تعداد متغیرهای بیشتری به‌عنوان ورودی شبکه در نظر گرفته شد حال آن‌که میتوان با اولویت قرار دادن زمان و هزینه، تعداد متغیرهای کمتر، در دسترس‌تر، و مؤثرتر مثل قطر و ارتفاع در قسمت‌های مختلف درخت مدنظر قرار گیرد. استفاده از این تکنیک نسبت به روش‌های آماری از این جهت ارزشمند است که امکان پردازش را با سرعت بیشتری و زمان کمتر نسبت به عملیات میدانی فراهم می‌کند، همچنین توپولوژی طراحی شده می‌تواند برای محاسبات و تحلیل‌های جدید در منطقه و مناطق مشابه نیز به‌کار رود. عدم محدودیت در تعداد متغیرهای ورودی، به‌خصوص عوامل کیفی مؤثر همچون کیفیت تنه، وضعیت درخت مؤثر که در معادلات مربوط به حجم وارد نمی‌شوند از دیگر امتیازات تکنیک شبکه عصبی می‌باشد، همان‌طور که پنگ و ون در مطالعات خود اظهار داشتند شبکه عصبی نیاز به دانش قبلی از فرآیندهای اساسی یا فرضیاتی از ساختار تابع هدف ندارد با یک بار آموزش، شبکه‌ها می‌توانند برای آنالیز شرایط جدید مورد استفاده قرار بگیرند و راه حل‌های ارائه دهند. توانایی شبکه‌ها برای یادگیری روابط پیچیده و قابلیت دربرگرفتن داده‌های کیفی و همچنین داده‌های کمی، باعث شده شبکه عصبی ابزاری منعطف و قدرتمند باشد (۱۲).

نتیجه‌گیری

شبکه عصبی MLP نسبت به RBF در پیش‌بینی حجم مقطوعات موفق‌تر عمل کرده است و مزیت شبکه RBF تنها سرعت عمل آن در مدل‌سازی بود. برتری روش شبکه عصبی نسبت به روش‌های معمول تجدید حجم به‌صورت صددرصد و 3P، هزینه اجرایی نسبتا پایین‌تر، سرعت عمل بیشتر در حجم بالای داده‌ها، انعطاف‌پذیری و عدم محدودیت بر تعداد متغیرهای تأثیر گذار می‌باشد. تکنیک ANN به‌عنوان ابزاری مفید برای پیش‌بینی، طبقه‌بندی، و تخمین توابع در رشته‌های مختلف ثابت شده و در حال یافتن طیف گسترده از کاربردهای آن در مدیریت منابع جنگلی است. استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی حجم درختان از آن جهت ارزشمند است که می‌تواند از مثال‌های حل شده قبلی برای ساخت شبکه‌ای از نرون‌ها جهت ایجاد

تصمیم‌های جدید و پیشگویی‌های دقیق و سریع بهره گیرد. داشتن توانمندی‌هایی مثل پردازش داده‌های ورودی بدون تکیه بر نوع توزیع آن‌ها و قابلیت حل مدل‌های غیرخطی با متغیرهای متعدد، از امتیازات ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشد (۱۲). استفاده از شبکه و مدلی که با داشتن متغیرهای متعدد در میان شبکه‌ها و مدل‌های موجود دارای دقت بالاتری باشد، در اولویت قرار دارد. در نهایت با توجه به نوین و توانا بودن این تکنیک، نیاز به شناسایی گستره‌ای از کاربردهای بالقوه آن در جامعه علوم جنگل به‌عنوان ابزار جایگزین، احساس می‌شود.

منابع

1.Bayat, M., Namiranian, M., Omid, M., Rashidi, A., and Babaei, S. 2016. Applicability of artificial neural network for estimating the forest growing stock. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 24: 2. 214-226. (In Persian)

2.Bayati, H., and Najafi, A. 2011. Application of artificial intelligence in trees stems volume estimation. Journal of Renewable Natural Resources Research. 2: 2. 52-59. (In Persian)

3.Bayati, H., Najafi, A., and Abdolmaleki, P. 2013. Comparison between Artificial Neural Network (ANN) and Regression Analysis in Tree Felling Time Estimation. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20: 4. 595-607. (In Persian)

4.Coulson, R.N., Folse, J.L., Loh, D.K. 1987. Artificial intelligence and natural resource management. Science. 237: 262-267.

5.Diamantopoulou, M.J. 2005. Artificial neural networks as an alternative tool in pine bark volume estimation. Computers and Electronics in Agriculture. 48: 235–244.

6.Diamantopoulou, M.J. 2006. Tree-Bole Volume Estimation on Standing Pine Trees Using Cascade Correlation Artificial Neural Network Models. Agricultural Engineering International Manuscript IT. 06 002: 1-14.

7.Diamantopoulou, M.J., and Milio, E. 2010. Modelling total volume of dominant pine trees in reforestations via multivariate analysis and artificial neural network models. Biosystem engineering. 105: 306-315.

8.Gimblett, R.H., and Ball, G.L. 1995. Neural network architectures for monitoring and simulating changes in forest resources management. AI Applications. 9: 2.103-123.

9.Gorzin, F. 2015. Prediction volume of trees by artificial neural networks (Case Study: kheyroud Forest). M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 78p. (In Persian)

10.Kia, M. 2010. Neural Network in Matlab. Kian Rayaneh Sabz Publisher, Tehran, 323p. (In Persian)

11.Ozçelik, R., Diamantopoulou, J.M., Brooks, J.R., and Wiant Jr, H.V. 2010. Estimating tree bole volume using artificial neural network models for four species in Turkey. Journal of Environmental Management. 91: 742–753.

12.Peng, C., and Wen, X. 1999. Recent Applications of Artificial Neural Networks in Forest Resource Management: An Overview, Environmental Decision Support Systems and Artificial Intelligence. 15-22.

13.Safi Samgh Abadi, A. 2003. Forest multi-objective planning by artificial neural networks. Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modarres. Noor, 156p. (In Persian)

14.Soltani, S., Sardari, S., Sheykhpour, M., and Mousavi, S.S. 2010. Introduction to fundamentals and Artificial Neural Network applications. NS Scientific and Cultural institute. Tehran. 216p. (In Persian)

15.Vahedi, A., Mataji, A., and Akhavan, R. 2017. Modeling the commercial volume of trees in mixed beech stands of Hyrcanian forests through artificial neural network. Forest and Wood Products. 70: 1. 49-60. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 24 (4), 2017
http://jwfst.gau.ac.ir

Performance comparison between Multi layer perceptron and Radial Basis Function networks to predict commercial and cordwood volume of trees

***F. Gorzin[1], M. Namiranian[2] and M. Bayat[3]**

[1]M.Sc. Graduate, Dept., of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran,
[2]Professor, Dept., of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran,
[3]Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
Received: 07/01/2017; Accepted: 01/23/2018

Abstract

Background and objectives: In forest resource management, decision-making processes, such as qualitative factors, are not logged in mathematical equations. According to the capabilities of neural networks and recent application of them in forest resources, the purpose of this study was to compare the multi-layer perceptron and the radial basis network to predict commercial and cordwood volume, in order to evaluate the performance of different networks to find the best type of network for achieving acceptable and valid results.

Materials and methods: In this purpose, 367 trees +were marked of research and educational forest of kheyroud. Some factors such as the diameter at breast height, diameter at stump, stump height, total height, topographic factors (slope, aspect and elevation), species, tree situation and minimum median diameter of last log were selected and then they were measured. They considered as input variables in the network. Commercial and cordwood volume determined by traditional renewal volume and then they used as output network. Multi-layer perceptron (MLP) and radial basis function (RBF) were used for modeling. The hyperbolic tangent function and softmax function respectively used for network training in hidden layer of multi-layer perceptron and radial basis function networks. As well as, the linear function used for network training in output layer. The data were divided into three sections for modeling: training, validation and test, each of which was 70%, 15% and 15%, respectively. Determination of the number of hidden layers and neurons of each layer was also performed by test and error and continued until the error value reached the minimum.

Result: Due to result, R2 value was respectively 0.94, 0.71 for commercial and cordwood volume in multi-layer perceptron network and 0.88, 0.65 for cordwood volume in the radial basis function network. Also, RMSE value was respectively 1.297, 0.337 for commercial and cordwood volume in MLP network and 3.72, 0.397 for cordwood volume in RBF network.

Conclusion: The result showed that multi-layer perceptron than radial basis network has acceptable accuracy to predict the commercial volume and cordwood volume. The only advantage of the radial basis function than multi-layer perceptron was less time required for training in modeling. Using a network and a model that has a higher accuracy with several variables among existing networks and models is prioritized. Thus, according to this new and powerful technique, need for identifying a range of potential uses in the forest science community is felt as an alternative tool.

Keyword: Artificial intelligence, Multi-layer perceptron, Natural resource management, Radial basis function

*Corresponding author: fatemegorzin@yahoo.com