

## بررسی کارایی نهالستان‌های جنگلی شمال ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها

نجمه حیدریان<sup>۱\*</sup>، سلیمان محمدی لیمائی<sup>۲</sup> و علیرضا امیر تیموری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

<sup>۲</sup> دانشیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

<sup>۳</sup> استاد گروه ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی رشت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۷)

### چکیده

هدف از این تحقیق، اندازه‌گیری کارایی فنی و مقیاس نهالستان‌های جنگلی استان‌های گیلان، مازندران و گلستان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌هاست. برای این بررسی داده‌های ۱۲ نهالستان جنگلی در طی چهار سال (۱۳۸۹-۱۳۹۲) به صورت دو ورودی (هزینه ثابت و هزینه متغیر) و دو خروجی (درآمد و تعداد نهال تولیدی)، از اداره کل منابع طبیعی استان گیلان، شرکت سهامی جنگل سفارود و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور جمع‌آوری شد. به منظور بررسی کارایی فنی نهالستان‌ها از مدل‌های بازده به مقیاس ثابت و بازده به مقیاس متغیر، و برای تعیین بازده به مقیاس آنها از مدل بازده به مقیاس کاهش استفاده شد. نتایج نشان داد نهالستان‌های شاندرمن، جوکندان، پیسه سون و قرق کاملاً کارا (امتیاز کارایی یک یا ۱۰۰ درصد) بوده‌اند. نهالستان‌های کانی، صغرایسته، پیلمبر، شهرپشت و لاکان به ترتیب کمترین کارایی را داشته‌اند. این امر را می‌توان با توجه به ماهیت ورودی بودن مدل‌ها و مدیریت بهینه نهالستان‌ها در ورودی و خروجی‌های آنها دانست.

**واژه‌های کلیدی:** بازده به مقیاس، تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی فنی، کارایی مقیاس، نهالستان جنگلی.

## مقدمه و هدف

توان تولید جنگل‌های طبیعی در بهترین شرایط از حدود ۶ تا ۸ متر مکعب در هکتار در سال بیشتر نخواهد بود این مقدار رویش نمی‌تواند پاسخگوی نیازهای روزافزون چوب در جامعه در حال و آینده باشد. بنابراین برای تامین نیازهای چوبی، ایجاد جنگل‌های دستکاشت برای تولید چوب اجتناب‌ناپذیر است. از آنجا که بیش از ۸۵ درصد جنگل‌های دستکاشت از طریق کاشت نهال به‌ویژه نهال‌های بذری صورت می‌گیرد، تولید بذر و نهال باکیفیت از اهمیت خاصی برخوردار است (رستمی شاهراجی، ۱۳۸۸). یک جنگلکاری اقتصادی، داشتن یک نهالستان با شرایط مطلوب و مدیریت مناسب که بتوان نهال‌هایی با کیفیت خوب و کمیت تولید کرد، بسیار ضروری است (Aldhous, 1994). با توجه به مطالب ذکر شده درباره اهمیت جنگلکاری و تولید نهال، کاهش روزافزون سطح جنگل‌ها، افزایش نیاز مردم به چوب و فراورده‌های چوبی و همچنین انجام نگرفتن تحقیق درباره اندازه‌گیری کارایی نهالستان‌ها با روش‌های غیرپارامتری در ایران، هدف این تحقیق، بررسی کارایی نهالستان‌های جنگلی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> است. در این تحقیق نیز نوع بازده به مقیاس در مورد هر نهالستان تعیین شده است. اگر فرض کنیم در تعدادی نهالستان، یک یا چند نهالستان عملکرد بهتری در تولید نهال، درآمد و سود حاصل و کنترل هزینه‌ها دارند، می‌توان آنها را الگویی برای مدیریت دیگر نهالستان‌ها در نظر گرفت. پس این هدف را می‌توان با مقایسه کارایی آنها به‌دست آورد. کارایی<sup>۲</sup> مربوط به اجرای درست کارها در سازمان است؛ یعنی تصمیماتی که با هدف کاهش هزینه‌ها، افزایش مقدار تولید و بهبود کیفیت محصول اتخاذ می‌شوند (Chen and Song, 2007). کارایی، مهم‌ترین عامل حیات و دوام همه واحدها در بخش‌های مهم اقتصادی در جوامع مختلف است. در شرایط رقابتی حاضر، مصرف بهینه نهاده‌ها و امکانات تولیدی ضرورت دارد. به‌منظور مصرف بهینه

نهاده‌ها، کارآمدسازی واحدهای اقتصادی اهمیت فراوانی دارد. واحدهای کارآمد نه تنها منابع را هدر نمی‌دهد، بلکه تخصیص منابع را نیز به‌درستی انجام می‌دهد. یکی از عوامل موفقیت کشورهای پیشرفته، توجه به کارآمدی واحدهای اقتصادی است (طاهری، ۱۳۷۸). انواع کارایی شامل فنی، تخصیصی، ساختاری و مقیاس است (مهرگان، ۱۳۸۷). کارایی فنی، نشان‌دهنده حد توانایی یک بنگاه برای حداکثرسازی تولید با توجه به منابع و عوامل تولید مشخص شده است. کارایی مقیاس<sup>۳</sup> یک واحد از نسبت «کارایی مشاهده‌شده» آن واحد به «کارایی در مقیاس بهینه» به‌دست می‌آید. کارایی تخصیصی بر تولید بهترین ترکیب محصولات با استفاده از کم‌هزینه‌ترین ترکیب ورودی‌ها دلالت می‌کند. (Pierce, 1997). کارایی ساختاری یک صنعت از متوسط وزنی کارایی شرکت‌های آن صنعت به‌دست می‌آید. با استفاده از معیار کارایی ساختاری، می‌توان کارایی صنایع مختلف با محصولات متفاوت را مقایسه کرد (امامی میبدی، ۱۳۸۰). کارایی با دو روش پارامتری و غیرپارامتری اندازه‌گیری می‌شود. در روش پارامتری، تابع تولید مشخصی با استفاده از روش‌های مختلف آماری و اقتصادسنجی تخمین زده شده و سپس با به‌کارگیری این تابع نسبت به تعیین کارایی اقدام می‌شود. روش غیرپارامتری نیازمند تخمین تابع تولید نیست. تحلیل پوششی داده‌ها روشی غیرپارامتری است که کارایی نسبی واحدها را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌کند. در این روش، نیازی به به‌شناخت شکل تابع تولید نیست و محدودیتی در تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها نمی‌باشد (مهرگان، ۱۳۸۷). شکل ۱ مقایسه‌ای بین روش پارامتری و غیرپارامتری را در تعیین کارایی نشان می‌دهد. در سال‌های اخیر در اغلب کشورهای جهان برای ارزیابی عملکرد نهادها و دیگر فعالیت‌های

<sup>۱</sup>Data Envelopment Analysis (DEA)

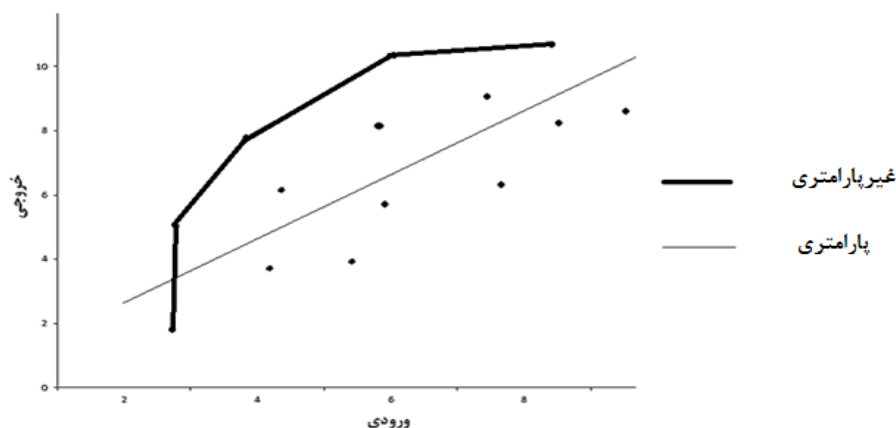
<sup>۲</sup>Efficiency

<sup>۳</sup>Scale Efficiency (SE)

به نسبت خوبی بوده، ولی در مجموع در سال ۱۳۸۶ بیشترین کارایی را داشته است (Safak *et al.* (2014) در تحقیق دیگری، کارایی جنگل‌های دیز در ترکیه را با روش تحلیل پوششی داده‌ها فازی در طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ بررسی کردند. داده‌ها از ۷ شرکت و ۴۲ دهستان جمع‌آوری شدند. پس از محاسبات مربوط به مدل از ۷ شرکت بررسی شده، شرکت اسکر بالاترین کارایی را داشت. نتایج، کمبود بهره‌وری را در سایر شرکت‌ها نسبت به این شرکت نشان داد. بهره‌وری شرکت مذکور را می‌توان به دلیل تغییرات در ساختار جنگل، تفاوت‌های زیست‌محیطی، وضعیت اجتماعی و اقتصادی منطقه و غیره جست‌وجو کرد.

همچنین می‌توان به بررسی ملائی و همکاران (۱۳۹۳)، (Mohammadi Limaiei, (2013); Salehirad and Sowlati Balteriro *et al.* (2006); Zhang (2001); (2007) در خصوص اندازه‌گیری کارایی فنی و مقیاس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها اشاره کرد.

رایج در زمینه‌های مختلف، کاربردهای متفاوتی از تحلیل پوششی داده‌ها دیده شده است. علت پذیرش گسترده‌تر روش تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به سایر روش‌ها، امکان بررسی روابط پیچیده و نامعلوم بین چندین ورودی و چندین خروجی است که در این فعالیت‌ها وجود دارد. تحلیل پوششی داده‌ها، امکان نگرش جدید به فعالیت‌هایی را هم که پیشتر به روش‌های دیگر ارزیابی شده‌اند فراهم کرده است (میرحسینی، ۱۳۸۷). بازده به مقیاس مفهومی است بلندمدت که منعکس‌کننده نسبت افزایش در خروجی‌ها به‌ازای افزایش میزان ورودی‌هاست. این نسبت می‌تواند ثابت، صعودی یا نزولی باشد (مهرگان، ۱۳۸۷). در خصوص اندازه‌گیری کارایی مقیاس در ایران می‌توان به بررسی (زادمیرزایی و همکاران، ۱۳۹۱) در تعیین کارایی نسبی شرکت چوب و کاغذ مازندران با استفاده از مدل‌های شبکه‌ای موازی براساس روش تحلیل پوششی داده‌ها اشاره کرد. این شرکت در طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۸۹، دارای کارایی



شکل ۱- مقایسه روش پارامتری و غیرپارامتری در تعیین کارایی

داده‌های مورد نیاز این تحقیق به‌روش اسنادی و مراجعه حضوری به اداره منابع طبیعی استان گیلان، شرکت سهامی جنگل شفارود و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور جمع‌آوری شده است.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق به بررسی کارایی ۱۲ نهالستان جنگلی در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان در طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۹ پرداخته شده است.

تمام مسائل روزمره اقتصاد است، علوم عملی و نظری بدون تردید با توانایی‌ها و قابلیت‌های خود، در زمینه اقتصاد فعالیت می‌کنند. تحلیل پوششی داده‌ها نیز به‌عنوان ابزار ریاضی در این کوشه جمعی، در اختیار علوم اقتصادی قرار می‌گیرد، تا به بررسی هزینه‌ها، درآمدها و سودهای اقتصادی بپردازد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۱). در تحقیق حاضر برای اندازه‌گیری کارایی دو نوع کارایی فنی (در حالت بازده به مقیاس ثابت و بازده به مقیاس متغیر) و کارایی مقیاس به‌کار گرفته شده‌اند. در ضمن تعداد نهالستان‌های مطالعه‌شده از رابطه<sup>۱</sup> پیروی می‌کند. عدم به‌کارگیری این رابطه در عمل موجب می‌شود که تعداد زیادی از واحدها بر روی مرز کارا قرار گیرند و به‌عبارت دیگر دارای امتیاز کارایی برابر یک شوند؛ از این‌رو قدرت تفکیک مدل به این ترتیب کاهش می‌یابد (مهرگان، ۱۳۸۷).

داده‌های جمع‌آوری شده این تحقیق شامل دو ورودی (هزینه ثابت و هزینه متغیر) و دو خروجی (درآمد کل و تعداد نهال تولیدی) است. این داده‌ها اسمی (دارای تورم) هستند که با استفاده از شاخص قیمتی مصرف‌کننده بانک مرکزی ایران<sup>۱</sup> در سال پایه ۱۳۹۰ به داده‌های واقعی تبدیل شده و در این تحقیق به‌کار گرفته شده‌اند (جدول‌های ۱ تا ۴). در این تحقیق از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی استفاده شده است. تحلیل پوششی داده‌ها، روشی برای محاسبه کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده است که با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی انجام می‌گیرد. کاربرد دو واژه نسبی به این دلیل است که کارایی حاصل، نتیجه مقایسه واحدها با یکدیگر است و از این‌رو نسبی است، نه مطلق. وقتی بیان می‌شود که واحدهای تصمیم‌گیرنده<sup>۲</sup> کارا هستند، یعنی این واحدها خوب عمل کرده و از منابع به‌خوبی استفاده می‌کنند. در جهان امروز که اساس

رابطه<sup>۱</sup> (تعداد خروجی‌ها + تعداد ورودی‌ها)  $\geq 3$  تعداد واحدهای تحت بررسی

جدول ۱- ورودی و خروجی‌های واقعی (تعدیل‌شده با شاخص CPI) نهالستان‌ها در سال ۱۳۸۹

نهالستان	ورودی/خروجی	هزینه متغیر (میلیون ریال)	هزینه ثابت (میلیون ریال)	درآمد (میلیون ریال)	تعداد نهال تولیدی
کیاشهر	۲۳۵۵/۸	۴۴۹/۷۸	۳۰۶۹۸/۶۱	۳۵۵۵۱۳۱	
لاکان	۱۹۱۵/۴۳	۴۰۸/۰۵	۲۵۴۵۳/۳۵	۵۵۵۰۰۰۰	
پیلمبرا	۱۴۲۰/۵۷	۲۶۱/۱۵	۵۸۱۱/۱۵	۱۰۳۳۰۰۰	
صفرابسته	۴۵۳/۷۲	۹۱/۹۴	۲۰۶۵/۲۵	۲۴۱۵۵۰	
شاندرمن	۴۵۹/۸۴	۱۴/۳۱	۱۶۵۳/۲۴	۱۶۱۱۳۵۰	
جوکندان	۵۹۱/۸۷	۱۸/۴۳	۲۱۲۷/۹۲	۲۰۷۴۰۰۰	
پسه سون	۳۲/۴۷	۲۱/۵۱	۱۱۶۷/۵۸	۱۱۳۸۰۰	
خشکه داران	۴۴۶/۲۸	۱۴۶/۸۱	۱۳۸۵۱	۱۳۵۰۰۰۰	
شهرپشت	۶۹۲/۷۴	۱۲۹/۷۸	۴۵۴۰۰/۵	۵۳۰۰۰۰۰	
کانی	۱۲۳۴/۰۵	۴۳۶/۶	۵۹۲۶/۸۶	۵۷۶۰۰۰	
قرق	۱۰۴۸/۲۹	۳۱۳/۴۴	۱۶۲۴۵	۱۵۰۰۰۰۰۰	
زاغمرز	۱۹۷/۵۰	۴۲/۵	۱۱۲۶/۳۲	۱۰۴۰۰۰۰	

<sup>۱</sup>Consumer Price Index (CPI)

<sup>۲</sup>Decision Maker Unit (DMU)

جدول ۲- ورودی و خروجی های واقعی (تعدیل شده با شاخص CPI) نهالستانها در سال ۱۳۹۰

تعداد نهال تولیدی	درآمد (میلیون ریال)	هزینه ثابت (میلیون ریال)	هزینه متغیر (میلیون ریال)	ورودی/خروجی	
				نهالستان	
۳۶۱۶۷۲۵	۳۸۲۳۷/۸۵	۵۲۸/۳۵	۲۸۴۱/۶۵	کیاشهر	
۵۵۵۰۰۰۰	۳۲۷۳۲/۷	۵۲۶/۵۸	۲۴۶۴/۲۹	لاکان	
۱۰۳۳۰۰۰	۷۱۰۴/۷۹	۳۲۸/۲۱	۱۷۲۸/۸۳	پیلمبرا	
۲۴۱۵۵۰	۲۵۲۹/۵۴	۱۱۵/۶۶	۵۷۶/۷۳	صفرابسته	
۱۰۰۴۵۰۰	۱۲۳۷/۵۴	۱۴/۱۶	۴۰۴/۷۷	شاندرمن	
۱۴۵۳۵۰۰	۱۷۹۰/۷۱	۲۰/۵۰	۵۸۵/۷۰	جوکندان	
۲۰۳۸۰۰	۶۲۰۶/۸	۱۴/۶۴	۲۵/۹۱	پیسسه سون	
۱۱۲۸۰۰۰	۱۴۷۶۵/۵۲	۱۶۵/۲۷	۵۱۱/۲۰	خشکه داران	
۵۳۰۰۰۰۰	۵۳۰۵/۳۰	۱۴۱/۹۲	۷۸۸/۲۸	شهرپشت	
۶۰۳۰۰۰	۶۹۶۴/۶۵	۴۸۸/۹۵	۱۲۱۲/۷۵	کانی	
۱۴۸۶۰۰۰۰	۱۹۴۵/۷۴	۳۹۲/۶۲	۱۲۵۸/۸۸	فرق	
۱۰۴۰۰۰۰	۱۳۶۱/۳۶	۵۶/۹۸	۲۵۱/۴	زاغمرز	

جدول ۳- ورودی و خروجی های واقعی (تعدیل شده با شاخص CPI) نهالستانها در سال ۱۳۹۱

تعداد نهال تولیدی	درآمد (میلیون ریال)	هزینه ثابت (میلیون ریال)	هزینه متغیر (میلیون ریال)	ورودی/خروجی	
				نهالستان	
۳۵۳۰۱۳۱	۴۴۰۱۸/۸۳	۵۹۶/۶۶	۲۸۳۵/۴۲	کیاشهر	
۵۵۵۰۰۰۰	۴۰۴۹۴	۶۵۳/۳۹	۳۰۴۷/۹۸	لاکان	
۱۰۳۳۰۰۰	۹۱۵۱	۴۰۵/۴۴	۲۱۱۷/۱۹	پیلمبرا	
۲۴۱۵۵۰	۳۰۹۱/۵۸	۱۴۸/۱۱	۷۱۸	صفرابسته	
۱۳۳۷۵۰۰	۱۸۰۵/۶۲	۱۷/۷۰	۶۶۰/۵۳	شاندرمن	
۲۱۶۷۶۰۰	۲۹۲۶/۲۶	۲۸/۹۹	۱۰۷۰/۴۹	جوکندان	
۱۴۳۷۰۰	۱۹۳۹/۹۵	۱۹/۰۲	۳۰/۹۶	پیسسه سون	
۱۱۶۴۰۰۰	۱۷۴۶۰	۱۷۸/۸۶	۵۵۳/۲۵	خشکه داران	
۵۳۰۰۰۰۰	۴۷۷۰	۱۴۷/۱۲	۷۵۳/۹۷	شهرپشت	
۴۸۲۰۰۰	۷۲۶۶	۶۱۵	۱۳۶۲	کانی	
۱۴۰۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰	۴۰۵/۹۰	۱۵۲۷/۴۰	فرق	
۱۰۳۲۰۰۰	۱۴۵۰	۷۲	۲۹۶/۵۰	زاغمرز	

جدول ۴- ورودی و خروجی‌های واقعی (تعدیل شده با شاخص CPI) نهالستان‌ها در سال ۱۳۹۲

تعداد نهال تولیدی	درآمد (میلیون ریال)	هزینه ثابت (میلیون ریال)	هزینه متغیر (میلیون ریال)	ورودی/خروجی
				نهالستان
۳۵۶۶۷۲۵	۴۸۵۳۵/۶۸	۶۲۷/۸۰	۳۱۳۳/۸۸	کیاشهر
۵۵۵۰۰۰۰	۴۶۶۴۷/۳۲	۷۵۵/۴۸	۳۵۱۲/۴۴	لاکان
۱۰۳۳۰۰۰	۱۰۹۰۹/۳۶	۴۶۸/۷۰	۲۴۹۶/۷۷	پیلمبرا
۲۴۱۵۵۰	۳۵۷۴/۷۱	۱۷۵/۵۴	۸۲۶/۴۳	صفرابسته
۲۳۰۰۰۰۰	۳۰۶۱/۳۰	۲۴/۵۷	۷۳۲/۴۸	شاندرمن
۲۲۸۷۱۰۰	۳۷۳۵/۹۷	۲۴/۴۳	۷۲۸/۳۷	جوکندان
۸۰۰۸۱	۱۳۰۸/۱۲	۸۰/۵۵	۲۵/۵۰	پیسه سون
۱۱۷۶۰۰۰	۱۸۴۹۸/۴۸	۱۸۰/۳۵	۵۵۷/۸۶	خشکه داران
۵۳۰۰۰۰۰	۴۸۵۳/۳۱	۱۷۵/۳۱	۸۸۳/۲۹	شهرپشت
۵۲۱۰۰۰	۶۲۴۲/۹۹	۶۸۱/۲۳	۱۳۶۹/۷۲	کانی
۱۳۵۰۰۰۰۰	۲۱۲۷۱/۸	۵۰۸/۴۷	۱۶۰۱/۱۹	قرق
۱۰۳۲۰۰۰	۱۵۷۳	۸۲/۸۸	۳۲۴/۸۸	زاغمرز

کارایی فنی، بازده به مقیاس ثابت (الگوی CCR)<sup>۱</sup>

الگوی CCR مدل بازده به مقیاس ثابت است. مدل بازده به مقیاس ثابت زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در ارزیابی کارایی واحدها، هرگاه فضا و شرایط رقابت ناقص محدودیت‌هایی را در سرمایه‌گذاری تحمیل کند، موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می‌شود (Charnes et al., 1978). مدل‌ها در تحلیل پوششی داده‌ها با برنامه‌ریزی خطی نوشته می‌شوند. هر برنامه‌ریزی خطی شامل تابع هدف، محدودیت‌ها و متغیرهای تصمیم است. مدل ۱ الگوی پوششی CCR را در ماهیت ورودی نشان می‌دهد.

کارایی فنی، بازده به مقیاس متغیر (الگوی BCC)<sup>۲</sup>

کارایی فنی، بازده به مقیاس متغیر (الگوی BCC) مدلی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست که در ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر به مقیاس می‌پردازد

کارایی فنی، بازده به مقیاس ثابت (الگوی CCR)<sup>۱</sup>

الگوی CCR مدل بازده به مقیاس ثابت است. مدل بازده به مقیاس ثابت زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در ارزیابی کارایی واحدها، هرگاه فضا و شرایط رقابت ناقص محدودیت‌هایی را در سرمایه‌گذاری تحمیل کند، موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می‌شود (Charnes et al., 1978). مدل‌ها در تحلیل پوششی داده‌ها با برنامه‌ریزی خطی نوشته می‌شوند. هر برنامه‌ریزی خطی شامل تابع هدف، محدودیت‌ها و متغیرهای تصمیم است. مدل ۱ الگوی پوششی CCR را در ماهیت ورودی نشان می‌دهد.

کارایی فنی، بازده به مقیاس متغیر (الگوی BCC)<sup>۲</sup>

کارایی فنی، بازده به مقیاس متغیر (الگوی BCC) مدلی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست که در ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر به مقیاس می‌پردازد

<sup>۱</sup> Charnes, Cooper and Rhodes

<sup>۲</sup> Banker, Charnes and Cooper

<sup>۳</sup> Scale Efficiency (SE)

<sup>۴</sup> Decreasing Return to Scale (DRS)

$$SE = \frac{\theta_{CCR}^*}{\theta_{BCC}^*}$$

رابطه ۲

برای حل همه مدل‌ها در این تحقیق از نرم‌افزار GAMS نسخه ۲۳/۵ استفاده شده است.

<p>Min <math>y_0 = \theta</math></p> <p>St:</p> $\sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{rj} \geq Y_{r0} \quad (r = 1, 2, \dots, s)$ $\sum_{j=1}^n \lambda_i x_{ij} \leq \theta x_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$ $\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$ <p><math>\theta</math> آزاد در علامت</p>	<p>مدل ۱</p> <p>محدودیت ۱</p> <p>محدودیت ۲</p> <p>محدودیت ۳</p>
<p>Min <math>y_0</math>: کارایی واحد صفر (تابع هدف)</p> <p><math>\theta</math>: متغیر متناظر با <math>\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1</math> در فرم مضربی مدل CCR</p> <p>r: تعداد خروجی</p> <p>i: تعداد ورودی</p> <p>j: تعداد واحدهای تحت بررسی</p> <p><math>\lambda_j</math>: متغیر متناظر با <math>\sum_{r=1}^m y_{rj} u_r - \sum_{i=1}^n x_{ij} v_i \leq 0</math> در فرم مضربی مدل CCR</p> <p><math>X_{ij}</math>: میزان ورودی i ام برای واحد j ام (متغیر تصمیم)</p> <p><math>Y_{rj}</math>: میزان خروجی r ام برای واحد j ام (متغیر تصمیم)</p> <p><math>U_r</math>: وزن خروجی r ام</p> <p><math>V_i</math>: وزن خروجی i ام</p>	

$\text{Min } y_0 = \theta$	مدل ۲
St:	
$\sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{rj} \geq Y_{r0}$	(r = 1, 2... s) محدودیت ۱
$\theta x_{ij} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \geq 0$	(i = 1, 2... m) محدودیت ۲
$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$	(j = 1, 2... n) محدودیت ۳
$\lambda_j \geq 0$	محدودیت ۴
$\theta$ آزاد در علامت	
<p><math>\text{Min } y_0</math>: کارایی واحد صفر (تابع هدف)</p> <p><math>\theta</math>: متغیر متناظر با <math>\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1</math> در فرم مضربی مدل BCC</p> <p>r: تعداد خروجی</p> <p>i: تعداد ورودی</p> <p>j: تعداد واحدهای تحت بررسی</p> <p><math>\lambda_j</math>: متغیر متناظر با <math>\sum_{r=1}^m y_{rj} u_r - \sum_{i=1}^n x_{ij} v_i \leq 0</math> در فرم مضربی مدل BCC</p> <p><math>X_{ij}</math>: میزان ورودی i ام برای واحد j ام (متغیر تصمیم)</p> <p><math>Y_{rj}</math>: میزان خروجی r ام برای واحد j ام (متغیر تصمیم)</p> <p><math>U_r</math>: وزن خروجی r ام</p> <p><math>V_i</math>: وزن خروجی i ام</p>	

$\text{Min } y_0 = \theta$	مدل ۳
St:	
$\sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{rj} \geq Y_{r0}$	(r = 1, 2, ..., s) محدودیت ۱
$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{j0}$	(i = 1, 2, ..., m) محدودیت ۲
$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$	(j = 1, 2, ..., n) محدودیت ۳
$\lambda_j \geq 0$	محدودیت ۴
$\theta$ آزاد در علامت	



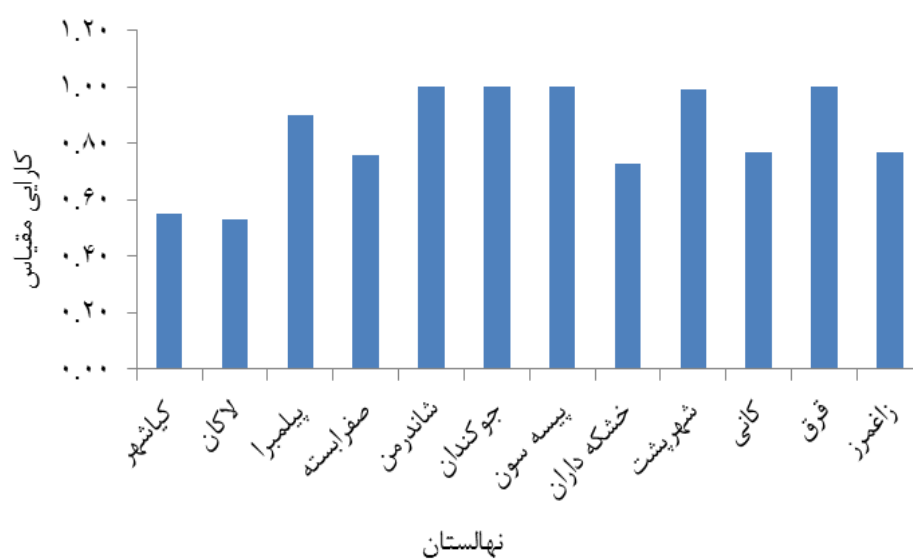
## نتایج

برای تعیین نوع بازده به مقیاس، ابتدا نتایج حل مدل‌های CCR و BCC با هم مقایسه می‌شوند که اگر امتیازشان مساوی باشد بازده به مقیاس ثابت، و اگر نامساوی باشد بازده به مقیاس متغیر است. با مقایسه این دو الگو مشخص شد نهالستان‌های شاندرمن، جوکندان، پیسه‌سون و قرق دارای بازده به مقیاس ثابت و سایر نهالستان‌ها دارای بازده به مقیاس متغیرند. برای اینکه مشخص شود در حالت بازده به مقیاس متغیر هر نهالستان دارای بازده به مقیاس افزایشی است یا کاهششی، امتیاز کارایی مدل‌های BCC و DRS با یکدیگر مقایسه می‌شوند اگر این دو امتیاز مساوی بود، بازده به مقیاس کاهششی، و در غیر این صورت افزایشی است (مهرگان، ۱۳۸۷)؛ نتایج آن در جدول ۶ مشخص شده است. نرم افزار گمز قابلیت نمایش ورودی‌ها و خروجی‌ها را با احتساب قیمت سایه دارد؛ بدین ترتیب می‌توان اختلاف هر ورودی و هر خروجی را تا رسیدن به مقدار بهینه مشخص کرد. جدول ۷ میانگین اختلاف را نشان می‌دهند.

با استفاده از مدل‌های CCR و BCC کارایی نهالستان‌ها در طی چهار سال محاسبه شد و سپس میانگین کارایی آنها به دست آمد. نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در حالت بازده به مقیاس ثابت نهالستان‌های شاندرمن، جوکندان، پیسه‌سون و قرق دارای بیشترین امتیاز کارایی (یک یا ۱۰۰ درصد) و نهالستان کانی دارای کمترین امتیاز کارایی (۰/۱ یا ۱۰ درصد) است. همچنین در حالت بازده به مقیاس متغیر نهالستان‌های گیاشهر، شاندرمن، جوکندان، پیسه‌سون و قرق دارای بیشترین امتیاز کارایی (یک یا ۱۰۰ درصد) و نهالستان کانی دارای کمترین امتیاز کارایی (۰/۱ یا ۱۰ درصد) در بین ۱۲ نهالستان است. حد کارایی مقیاس نهالستان‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نهالستان‌های شاندرمن، جوکندان، پیسه‌سون و قرق بیشترین کارایی مقیاس را دارند و سایر نهالستان‌ها ناکارایی مقیاس دارند.

جدول ۵- میانگین کارایی فنی (در دو حالت بازده به مقیاس ثابت و متغیر)، در سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۹

نهالستان‌های مرجع	BCC	CCR	کارایی	
			نهالستان‌ها	
جوکندان، پیسه‌سون	۱	۰/۵۵	گیاشهر	
جوکندان، پیسه‌سون، قرق	۰/۹۸	۰/۵۲	لاکان	
جوکندان، پیسه‌سون، قرق	۰/۲۰	۰/۱۸	پیلمبرا	
جوکندان، پیسه‌سون	۰/۲۱	۰/۱۶	صفرابسته	
شاندرمن	۱	۱	شاندرمن	
جوکندان	۱	۱	جوکندان	
پیسه‌سون	۱	۱	پیسه‌سون	
شاندرمن، پیسه‌سون، قرق	۱	۰/۷۳	خشکه داران	
شاندرمن، قرق	۰/۹۲	۰/۹۱	شهرپشت	
شاندرمن، پیسه‌سون، قرق	۰/۱۳	۰/۱۰	کانی	
قرق	۱	۱	قرق	
شاندرمن، قرق	۰/۶۰	۰/۴۶	زاغمرز	



شکل ۲- کارایی مقیاس نهالستان‌ها در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۲

جدول ۶- تعیین نوع بازده به مقیاس در نهالستان‌های مختلف در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۲

نهالستان	BCC	DRS	نوع بازده به مقیاس
کیشهر	۱	۱	افزایشی
لاکان	۰/۹۸	۰/۹۸	افزایشی
پیلمبرا	۰/۲۰	۰/۲۰	افزایشی
صفرابسته	۰/۲۱	۰/۱۷	افزایشی
شاندرومن	۱	۱	ثابت
جوکندان	۱	۱	ثابت
پیشه سون	۱	۱	ثابت
خشکه داران	۱	۱	افزایشی
شهرپشت	۰/۹۲	۰/۹۲	افزایشی
کانی	۰/۱۳	۰/۱۴	افزایشی
قرق	۱	۱	ثابت
زاغمرز	۰/۶۰	۰/۴۶	افزایشی

جدول ۷- تعیین درصد اختلاف ورودی‌ها و خروجی‌ها با مقدار بهینه در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۲

تعداد نهال تولیدی	درآمد	هزینه متغیر	هزینه ثابت	نهایستان
.	+۸/۷۵	-۵۹/۲۵	-۵۲/۲۵	کیاشهر
.	.	-۴۸	-۴۸	لاکان
.	+۰/۹	-۸۴/۷۵	-۸۲/۵	پیلمبرا
.	+۰/۶۸	-۸۷/۷۵	-۸۴	صفرابسته
.	.	.	.	شاندرمن
.	.	.	.	جوکندان
.	.	.	.	پیشه سون
.	+۲/۵	-۳۸/۲۵	-۲۶/۷۵	خشکه داران
+۴۰	.	-۸/۵	-۹/۲۵	شهرپشت
.	+۲/۵	-۹۰	-۹۱	کانی
.	.	.	.	قرق
+۰/۹	.	-۵۴/۵	-۶۲/۵	زاغمرز

## بحث

خشکه‌داران، کانی، شهرپشت، کیاشهر، لاکان، صفرابسته و پیلمبرا دارای بازده به مقیاس کاهش‌اند، یعنی هرچقدر هزینه‌های خود را افزایش دهند، درآمد و تعداد نهال آن‌ها کاهش می‌یابد. این نهالستان‌ها باید هزینه‌های خود را کاهش دهند یا اگر در هزینه‌ها هدررفت دارند آن را کنترل کنند. نتایج کارایی مقیاس هم نشان داد نهالستان‌های شاندرمن، جوکندان، پیسه‌سون و قرق نسبت به سایر نهالستان‌ها در مقیاس بهینه عمل می‌کنند؛ یعنی لازم نیست در ورودی‌ها و خروجی‌های خود تغییر زیادی وارد کنند. نهالستان‌های پیلمبرا، صفرابسته، شهرپشت، زاغمرز، خشکه‌داران و کانی ناکارایی مقیاس دارند و باید با روش‌های صحیح ورودی‌ها و خروجی‌های خود را تغییر دهند. نهالستان‌های کیاشهر و لاکان در بین این ۱۲ نهالستان، بیشترین فاصله را تا رسیدن به کارایی بهینه دارند. این دو نهالستان باید تغییرات جدی‌تری در ورودی‌ها و خروجی‌های خود اعمال کنند. در بین نهالستان‌های بررسی‌شده، نهالستان‌های پیلمبرا،

در این تحقیق، کارایی فنی ۱۲ نهالستان در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۲ با روش تحلیل پوششی داده‌ها بررسی شد. به منظور بررسی کارایی فنی از دو مدل CCR و BCC استفاده شد. با توجه به نتایج محاسبه مدل‌ها، نهالستان‌های شاندرمن، جوکندان، پیسه‌سون و قرق دارای بازده به مقیاس ثابت‌اند؛ یعنی هرچقدر هزینه‌های ثابت و متغیر خود را افزایش دهند به همان حد درآمد و تعداد نهال تولیدی آنها افزایش می‌یابد، یعنی عملکرد و بازدهی این نهالستان‌ها مناسب است. نهالستان زاغمرز با اینکه نهالستان کارایی نیست، دارای بازده به مقیاس افزایشی است؛ در واقع اگر هزینه‌های ثابت و متغیر خود را افزایش دهد (بیشتر هزینه کند) درآمد و تعداد نهال تولیدی آن، بیش از افزایش هزینه‌ها زیاد می‌شود. این نهالستان باید هزینه‌های خود را افزایش دهد تا عملکرد بهتری پیدا کند. اما سایر نهالستان‌ها یعنی

نهالستان‌ها که بازدهی چندانی نداشتند، ناشی از عدم سرمایه‌گذاری و هزینه نکردن در نهالستان‌هاست. به‌طور کلی اگر نهالستان‌های جنگلی نسبت خروجی‌ها به ورودی‌های خود را افزایش دهند و آن را به حد بهینه برسانند، بهره‌وری و عملکرد مناسب‌تری خواهند داشت. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، نهالستان‌های بیشتری به‌کار گرفته شود تا ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌صورت دقیق‌تر تفکیک شوند. به‌طور مثال هزینه‌های ثابت و متغیر به‌صورت جزئی دسته‌بندی شوند و موارد دیگری مثل مساحت، انواع گونه‌های درختی و غیره به ورودی‌ها و خروجی‌ها اضافه شود.

#### منابع

امامی میبیدی، علی، ۱۳۷۹. اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری، تهران، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۲۷۵ ص.

رستمی شاهراجی، تیمور، ۱۳۸۸. مدیریت نهالستان جنگلی و تولید نهال، انتشارات وارسته، رشت، ۱۹۷ ص.

زادمیرزایی سلیمان‌داری، مجید، سلیمان محمدی لیمائی و عاطفه معصوم‌زاده، ۱۳۹۱. تعیین کارایی نسبی شرکت چوب و کاغذ مازندران با استفاده از مدل‌های شبکه‌ای موازی براساس تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، در: چهارمین کنفرانس ملی تحلیل پوششی داده‌ها، ۲۴-۲۵ خرداد، مازندران، ۱-۴.

طاهری، شهنام، ۱۳۷۸. بهره‌وری و تجزیه و تحلیل آن در سازمان‌ها (مدیریت بهره‌وری فراگیر)، انتشارات هستان، تهران، ۳۸۷ ص.

غلامی، کبری، زهرا قلیجیگی و نازیلا آقایی، ۱۳۹۱. تحلیل حساسیت کارایی هزینه و درآمد با استفاده از مسأله برنامه‌ریزی چندهدفه در تحلیل پوششی داده‌ها، در: سومین همایش تحلیل پوششی داده‌ها، ۲۹-۳۰ تیر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، ۱-۱۰.

صفرابسته و کانی باید ورودی‌های خود را نسبت به ورودی‌های سایر نهالستان‌ها بیشتر کاهش دهند. نهالستان شهرپشت باید تعداد نهال تولیدی خود را بیشتر افزایش دهد. نهالستان صفرابسته هم باید درآمد خود را بیشتر افزایش دهد تا به حد بهینه برسد. این تحقیق بسیار مشابه تحقیق Zhang (2001) است. او کارایی فنی و مقیاس ۴۰ واحد تولید نهال در چین را در دو حالت بازده به مقیاس ثابت و متغیر با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری کرد؛ که در حالت بازده به مقیاس ثابت ۶ واحد، در حالت بازده به مقیاس متغیر ۱۲ واحد و از نظر کارایی مقیاس هم ۶ واحد دارای کارایی ۱۰۰ درصد بودند. تعداد واحدهای بررسی‌شده توسط وی از تعداد واحدهای تحقیق حاضر بیشتر است و به‌همین دلیل نسبت کمتری از واحدها کارا به‌دست آمده‌اند. (Balteiro et al., 2006) کارایی فنی و مقیاس ۱۴۳ واحد مبتنی بر صنعت چوب در اسپانیا را با روش تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری کردند. نتایج حاصل از کارایی فنی در دو حالت بازده به مقیاس ثابت و متغیر به ترتیب ۱۵ و ۲۶ واحد و نتایج کارایی مقیاس هم ۱۸ واحد را کارا نشان داد. همین‌طور که مشخص است وی نیز تعداد واحدهایش بسیار بیشتر از تحقیق‌های ذکر شده و تحقیق حاضر است و به نسبت واحدهای کمتری را کارا نشان داده است. (Salehirad and Sowlati (2007) کارایی فنی و مقیاس تولیدات چوب در کلمبیا را در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۲ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری کردند و سال ۲۰۰۱ را به‌عنوان کاراترین سال معرفی کردند. نتایج تحقیقات مذکور با تحقیق حاضر هماهنگ است. در کل نتایج این تحقیق نشان داد نهالستان‌های جنگلی برای افزایش بهره‌وری خود میزان هزینه‌های ثابت و متغیر خود را با راهکارهای صحیح مدیریتی تا حد امکان کاهش دهند تا از درآمد و تعداد نهال تولیدی خود سود بیشتری به‌دست آورند. همچنین مشخص شد، وضعیت بعضی

Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes, 1978. Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2(1978): 429-444.

Chen, Z., and S. Song, 2007. Efficiency and technology gap in China's agriculture: A regional meta-frontier analysis, *China economic Review*, 12(2007):1-12.

Mohammadi Limaiei, S., 2013. Efficiency of Iranian forest industry based on DEA models, *Journal of Forestry Research*, 24(4): 759-765.

Pierce, I.K., 1997. Perceptions of and reactions to the homeless: A survey of fourth-grade, high school, and college students in a small Midwestern community, *Journal of Social Distress and the Homeless*, 6(4): 283-302.

Şafak, I., A.U. Gül, M.E. Akkaş, M. Gediklili, S.M. Kanat, and S.U. Portakal, 2014. Efficiency determination of the forest sub-districts by using fuzzy data envelopment analysis (Case study: Denizli Forest Regional Directorate), *International Journal of Fuzzy Systems*, 16(3): 358-368.

Salehirad, N., and T. Sowlati, 2007. Dynamic efficiency analysis of primary wood producers in British Columbia, *Mathematical and Computer Modelling*, 45(2007): 1179-1188.

Zhang, Y., 2001. The impacts of economic reform on the efficiency of silviculture in China: A non-parametric approach, Cambridge University Press, 2001.

ملاتی بوساری، ژاله، مجید زادمیرزایی سلیماندارایی و سلیمان محمدی لیمائی، ۱۳۹۳. تعیین کارایی تخصیصی اقتصادی شرکت سهامی جنگل سفارود گیلان با روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، *مجله جنگل ایران*، ۶ (۲): ۱۶۵-۱۵۵.

مهرگان، محمدرضا، ۱۳۸۷. مدل‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ۱۷۳ ص.

میرحسینی، سید علی، ۱۳۸۷. تحلیل پوششی داده‌ها؛ مدل‌ها و کاربردها، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، ۴۷۸ ص.

Aldhous, J.R., 1994. Nursery policy and planning, *Forest Nursery Practice Forestry Commission Bulletin*, 111(1994):1-12.

Balteiro, L.D., A. Casimiro Herruzo, and M. Martinez, 2006. An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain's wood-based industry, *Forest Policy and Economics*, 8(2006): 762-773.

Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper, 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 30(9): 1078-1092.

## Efficiency evaluation of forest nurseries in the north of Iran using data envelopment analysis

N. Heidarian<sup>1\*</sup>, S. Mohammadi Limaiei<sup>2</sup>, and A. Amirteimoori<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc of Forestry, Faculty of Natural Resource, University of Guilan, I. R. Iran

<sup>2</sup>Associate Prof., Faculty of Natural Resource, University of Guilan, I. R. Iran

<sup>3</sup>Full Prof., Islamic Azad University of Rasht, I. R. Iran

(Received: 14 April 2015, Accepted: 28 November 2015)

### Abstract

The aim of this study is to measure the technical and scale efficiencies of forest nursery in Guilan, Mazandaran and Golestan Provinces using data envelopment analysis. In this study, data of 12 forest nurseries during of 4 years (2010-2013) with two inputs (fixed costs and variable costs) and two outputs (number of plant production and revenue) were collected from General office of Guilan natural resources, Shafarud Forest Company as well as Forest Rangeland and Watershed Managements Organization. CCR and BCC models were used in order to investigate the technical efficiency. DRS model was used in order to investigate the rate of return scale in efficiency. Results indicated that Shanderman, Jokandan, Peseson and Ghrogh nurseries were completely efficient (efficiency score were 1 or 100%). Furthermore, nurseries such as Kani, Safrabaste, pelambara, Shahr Posht and Lakans had the lowest efficiency, respectively. This can be due to the nature of the input models and optimal management of nurseries in the input and output.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis (DEA), Forest nursery, Returns to scale, Scale efficiency, Technical efficiency.

<sup>1\*</sup>Corresponding author

Tel: 09137020140

Email: snajme.heidarian@gmail.com