

## تحلیل جریان انرژی تولید انگور در خراسان شمالی به روش شبکه عصبی مصنوعی

محمدحسن نامور<sup>۱</sup>، فاطمه نادی<sup>۲\*</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مکانیزاسیون کشاورزی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

۲. استادیار، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۰ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۵/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۵/۲۱)

### چکیده

به منظور مدل‌سازی انرژی مصرفی تولید انگور در استان خراسان شمالی، پژوهشی با استفاده از سیستم‌های شبکه عصبی مصنوعی انجام گرفت. اطلاعات مورد نیاز به وسیله پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با باغداران در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ جمع‌آوری شدند. نتایج نشان داد که مجموع انرژی مصرفی، انرژی خروجی و کارایی انرژی انگور در استان خراسان شمالی به ترتیب ۵۲۵۵۳/۶۱ مگاژول بر هکتار، ۲۸۳۵۱۳/۱۷ مگاژول بر هکتار و ۵/۳۹ بود. کودهای شیمیایی با ۳۵۰۹۴/۹۸ مگاژول بر هکتار انرژی مصرفی، سهمی در حدود ۶۷ درصد از مجموع انرژی مصرفی تولید را به خود اختصاص دادند. سهم شکل‌های تجدیدپذیر و غیرتجدیدپذیر انرژی در تولید به ترتیب ۱۵ و ۸۵ درصد به دست آمد. نتایج شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که بهترین ساختار برای مدل‌سازی جریان انرژی تولید انگور ۱-۱۰-۶ بود. ضریب تمییز بهترین ساختار برای تولید انگور معادل ۰/۹۸ به دست آمد. بنابراین، این مدل به عنوان بهترین روش برای برآورد انرژی خروجی تولید انگور بر اساس انرژی‌های ورودی در منطقه مورد مطالعه انتخاب شد.

**واژه‌های کلیدی:** انرژی تجدیدپذیر، پیش‌بینی انرژی خروجی، کارایی انرژی، مدل‌سازی انرژی

### مقدمه

انگور به مدت هزاران سال با زندگی بشر عجین بوده است و مطابق مدارک تاریخی موجود، کاشت آن در مصر در حدود ۵ تا ۶ هزار سال قبل انجام می‌شد. کاشت مو در آسیای صغیر در قسمت جنوبی ناحیه‌ای بین دریای سیاه و دریای خزر، ناحیه‌ای که بیشتر گیاه‌شناسان آن را محل پیدایش انگورهای دنیای قدیم یعنی *Vitis vinifera* می‌دانند، شروع شده است (Einset and Dratt, 1975). همه انگورهای خوراکی به جنس *Vitis* (مو) از خانواده مو (Vitaceae) تعلق دارند. این خانواده دارای حداقل ۱۱ جنس شناخته شده و حدود ۶۰۰ گونه است (Einset and Dratt, 1975). در میان آن‌ها *Vitis* مهم‌ترین و تنها جنسی است که میوه آن خوراکی بوده و دارای ۶۰ گونه و ۱۰۰۰۰ رقم نام‌گذاری شده است. گونه *Vinifera* از جنس *Vitis*، تنها گونه اروپایی و مهم‌ترین گونه تجاری انگور است (Singleton and Esau, 1969).

یکی از شاخص‌های مهم پایداری تولید انگور، تحلیل جریان انرژی تولید آن می‌باشد. تا کنون مطالعاتی به ارزیابی جریان انرژی تولید این محصولات در نقاط مختلف پرداخته‌اند.

برای نمونه Ozkan *et al.* (2007) به ارزیابی جریان انرژی تولید انگور در فضای باز و گلخانه پرداختند. نتایج نشان داد که کارایی انرژی تولید انگور در فضای باز بیش‌تر از گلخانه بود. (2011) Rajabi-Hamedani *et al.* به ارزیابی انرژی تولید انگور در استان همدان پرداختند. کودهای شیمیایی و الکتریسته به عنوان نهاده‌های پرمصرف انرژی در تولید شناخته شدند. مجموع انرژی مصرفی بر هکتار ۴۲۲۱۳ مگاژول بر هکتار بود. (2013) Khoshroo *et al.* به ارزیابی روند مصرف انرژی در استان فارس پرداختند. آن‌ها دو نهاده الکتریسته و آب آبیاری را به عنوان پرمصرف‌ترین منابع انرژی در تولید گزارش نمودند. در مطالعه دیگری جریان انرژی تولید انگور در استان آذربایجان غربی مورد مطالعه قرار گرفت. کود نیتروژن مصرفی با سهم ۳۶ درصد از مجموع انرژی مصرفی، به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی گزارش شد. کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی نیز به ترتیب ۵/۴۷ و ۰/۴۶ کیلوگرم بر مگاژول گزارش شدند (Mardani and Taghavifar, 2016).

نتایج مطالعات اخیر نشان داده است که شبکه‌های عصبی مصنوعی به خوبی قادر به پیش‌بینی عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشند. برای نمونه Hosseini *et al.* (2007) به منظور برآورد عملکرد گندم دیم در استان کردستان از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره با استفاده از

\* نویسنده مسئول: f.nadi@iauaz.ac.ir

$$n = (N(s \times t)^2) / ((N - 1) d^2 + (s \times t)^2) \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این رابطه،  $t$  برابر با  $1/96$  (در سطح اطمینان  $95\%$ )،  $s$  پیش برآورد انحراف معیار جامعه،  $d$  دقت احتمالی مطلوب،  $N$  حجم جامعه و  $n$  حجم نمونه است. اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری از باغداران جمع‌آوری گردید. پرسشنامه‌ها حاوی سؤالاتی در مورد نهاده‌های ورودی و خروجی مورد نیاز برای تولید انگور در استان خراسان شمالی بودند.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

### جریان انرژی

با توجه به این که عناصر موثر در هر کودی متفاوت می‌باشد، مقدار مواد موثر کودهای شیمیایی با توجه به مطالعه اردال و همکاران مدنظر قرار گرفت (Erdal *et al.*, 2007). معادل‌های انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی در جدول (۱) ارائه شده است. انرژی‌های ورودی به مستقیم و غیرمستقیم با شکل‌های انرژی تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر تقسیم می‌شوند (Khojastehpour *et al.*, 2015). انرژی‌های مستقیم شامل نیروی انسانی، سوخت دیزل و الکتریسته می‌باشند؛ در حالی که انرژی‌های غیرمستقیم شامل ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها می‌باشد. از سوی دیگر، انرژی‌های تجدیدپذیر شامل نیروی انسانی و انرژی تجدیدنپذیر شامل ماشین‌آلات، سوخت دیزل، کود شیمیایی، آفت‌کش‌ها و الکتریسته است (Singh, 2002; Mandal *et al.*, 2002).

مهم‌ترین شاخص‌های انرژی که در اغلب مطالعات مشابه در نظر گرفته می‌شود، شامل کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و افزوده انرژی است (Firouzi *et al.*, 2016). پس از تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های انرژی، شاخص‌های انرژی محاسبه شد (Emadi *et al.*, 2015; Sefeedpari *et al.*, 2014):

$$\text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)} = \text{کارایی انرژی} \times \text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)} \quad (\text{رابطه ۲})$$

داده‌های هواشناسی پرداختند. بهترین مدل شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از فرآیند سعی و خطا تعیین گردید. آن‌ها گزارش کردند مدل شبکه عصبی مصنوعی مقدار عملکرد گندم دیم را قبل از برداشت محصول با قابلیت بسیار خوب پیش‌بینی می‌کند. (Mohammadi *et al.*, 2010) به‌منظور پیش‌بینی میزان عملکرد تولید کیوی در استان مازندران از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند. ورودی‌های مورد استفاده در مطالعه عبارت بودند از میزان انرژی نهاده‌های نیروی انسانی، سوخت دیزل، ماشین‌آلات، سموم شیمیایی، کودهای شیمیایی و آب آبیاری که در واحد هکتار مورد استفاده قرار گرفته بودند. آن‌ها گزارش کردند با توجه به اینکه تا حدود زیادی مقادیر پیش‌بینی شده به مقادیر واقعی نزدیک بود، شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند به‌منظور برآورد میزان تولید در فعالیت‌های کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه دیگری (2017) Taheri-Rad *et al.* به مدل‌سازی جریان انرژی تولید برنج در استان گلستان پرداختند. نتایج نشان داد شبکه عصبی با ساختار ۱-۲۵-۸ به خوبی قادر به پیش‌بینی عملکرد برنج براساس انرژی‌های مصرفی می‌باشد.

مرور منابع نیز مشخص نمود که تاکنون جریان انرژی در تولید انگور در استان خراسان شمالی مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین، با در نظر داشتن این که استان خراسان شمالی سهم قابل توجهی از تولید این محصول را به خود اختصاص داده است، لازم است تا مطالعه جامعی به بررسی سهم هر یک از نهاده‌های ورودی در انرژی مصرفی تولید این محصول در این استان صورت پذیرد. بنابراین، هدف از انجام این مطالعه، بررسی وضعیت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف تولید انگور در استان خراسان شمالی و بررسی شاخص‌های مصرف انرژی تولید این محصول و مدل‌سازی جریان انرژی با شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

این مطالعه در سال ۹۴-۱۳۹۳ در استان خراسان شمالی انجام گرفت (شکل ۱). تعداد افراد مورد مطالعه از طریق رابطه کوکران تعیین شد (Snedecor and Cochran, 1989). بدین ترتیب که ابتدا پرسشنامه‌های محدودی بین باغداران توزیع گردید. سپس انحراف معیار پیش برآورد گردید و تعداد افراد نمونه با استفاده از رابطه (۱) تخمین زده شد. براین اساس، تعداد افراد نمونه ۷۲ واحد تولیدی انگور تعیین گردید.

جدول ۱. معادله‌هاى انرژى ورودى‌ها و خروجى

منبع	هم ارز انرژى (مگاژول بر واحد)	ورودى‌ها و خروجى‌ها
<b>ورودى‌ها</b>		
(Soltani <i>et al.</i> , 2013; Soltanali <i>et al.</i> , 2016)	۱/۹۶	نيروى انساني (ساعت)
(Singh <i>et al.</i> , 1992; Firouzi <i>et al.</i> , 2017)	۶۲/۷	ماشين‌ها (ساعت)
(Ozkan <i>et al.</i> , 2011)	۵۶/۳۱	سوخت ديزل (ليتر)
<b>كودهاى شيميايى</b>		
(Ozkan <i>et al.</i> , 2011)	۶۶/۱۴	نيترژن (كيلوگرم)
(Ozkan <i>et al.</i> , 2011)	۱۱/۱۵	پتاس (كيلوگرم)
(Ozkan <i>et al.</i> , 2011)	۱۱/۱۵	كم مصرف (كيلوگرم)
(Singh, 2002; Pishgar-Komleh <i>et al.</i> , 2013)	۱۲۰	سموم شيميايى
(Singh, 2002; Pishgar-Komleh <i>et al.</i> , 2013)	۰/۳	كود حيوانى
<b>خروجى</b>		
(Mardani and Taghavifar, 2016)	۱۱/۸	انگور (كيلوگرم)

مى‌شوند (Mamarabadi and Rohani, 2017):

$$R^2 = \frac{\left( \sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})(p_j - \bar{p}) \right)^2}{\sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})^2 \cdot \sum_{j=1}^n (p_j - \bar{p})^2} \quad \text{(رابطه ۶)}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (d_{ji} - p_{ji})^2}{n}} \quad \text{(رابطه ۷)}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{d_{ji} - p_{ji}}{d_{ji}} \right| \times 100 \quad \text{(رابطه ۸)}$$

$$EF = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n (d_{ji} - p_{ji})^2}{\sum_{j=1}^n (d_{ji} - \bar{d})^2} \quad \text{(رابطه ۹)}$$

در اينجا  $d_{ji}$  مؤلفه نام از خروجى واقعى مربوط به الگو نام،  $p_{ji}$  مؤلفه نام از خروجى پيش‌بينى شده توسط شبكه مربوط به الگو نام،  $\bar{d}$  و  $\bar{p}$  به ترتيب متوسط خروجى‌هاى واقعى و پيش‌بينى شده توسط شبكه و  $n$  تعداد الگوها مى‌باشد.

در ابتدا داده‌هاى خام استخراج شده از پرسشنامه‌ها وارد نرم افزار EXCEL 2007 شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزار Matlab2014b تجزيه و تحليل داده‌ها انجام شد.

(رابطه ۳) عملکرد انگور (كيلوگرم بر هكتار) = بهره ورى  
انرژى ورودى (مگاژول بر هكتار) /

(رابطه ۴) (انرژى ورودى (مگاژول بر هكتار)) = انرژى ويژه  
عملکرد انگور (كيلوگرم بر هكتار) /

(رابطه ۵) انرژى خروجى (مگاژول بر هكتار) = افزوده انرژى  
انرژى ورودى (مگاژول بر هكتار) -

در اين مطالعه، از رايج‌ترين شبكه عصبى به نام شبكه چند لايه پرسپترون (MLP) استفاده شد. اين شبكه‌ها قادر به تقريب هر تابع نامعين است. در ابتدا براى توسعه شبكه عصبى مصنوعى MLP، به‌طور تصادفى داده‌هاى موجود به دو دسته مجموعۀ آموزش (۸۰ درصد كل داده‌ها براى هر مزرعه) و مجموعۀ آزمائش (۲۰ درصد كل داده‌هاى هر مزرعه) تقسيم‌بندى شد. البته اگر اين تقسيم‌بندى منجر به نتايج مطلوب نشود، مى‌توان اين مرحله را مجدداً تكرر كرد.

براي يافتن شبكه‌اى با توپولوژى مناسب در ارزيابى قابليت شبكه عصبى MLP به كمك الگوريتم‌هاى آموزش در پيش‌بينى عملكرد از معيارهاى عملكرد پيش‌بينى مدل (EF)، متوسط قدرمطلق درصد خطا (MAPE)، ريشه متوسط مربعات خطا (RMSE) و ضريب تبين معادله خطى رگرسيونى بين مقادير پيش‌بينى شده توسط شبكه عصبى و مقادير واقعى آن‌ها ( $R^2$ ) استفاده شدند كه هر يك به‌صورت رابطه‌هاى ۶ تا ۹ تعريف

## نتایج و بحث

در جدول (۲) تاریخ و نحوه انجام عملیات مختلف در تولید انگور در استان خراسان شمالی ارائه شده است. همان طوری که مشاهده می‌شود، عملیات کشت انگور در این منطقه از آذر ماه آغاز می‌گردد و برداشت نیز به صورت دستی در اواخر تابستان صورت می‌گیرد.

## الگوی مصرف در تولید انگور

در جدول (۳) میزان نهاده‌های مصرفی و انرژی مصرفی توسط آن‌ها در تولید انگور در استان خراسان شمالی آورده شده است. میانگین عملکرد انگور در استان خراسان شمالی ۲۴۰۲۶/۵۴ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. عملکرد تولید این محصول در استان فارس، آذربایجان غربی به ترتیب ۱۵۳۴۴ و ۱۴۸۴۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Ghafari-Gharebagh et al., 2014; Khoshroo et al., 2013). مقایسه نتایج نشان می‌دهد که عملکرد انگور در استان خراسان شمالی از عملکرد این محصول در استان‌های فارس و آذربایجان غربی بیش‌تر بود. کودهای شیمیایی با ۳۵۰۹۴/۹۸ مگاژول بر هکتار به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی با سهم ۶۷ درصد در تولید انگور در استان خراسان شمالی شناخته شد (شکل ۲). نهاده‌ی کودهای شیمیایی به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی در تولید انگور در استان همدان و آذربایجان غربی گزارش شد (Gharebagh et al., 2014; Rajabi-Hamedani et al., 2011). میزان مصرف انرژی نهاده انرژی کودهای شیمیایی برای تولید انگور در استان همدان و آذربایجان غربی به ترتیب ۱۶۸۴۵ و ۵۲۸۴ مگاژول بر هکتار بود. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که میزان انرژی مصرفی کودهای شیمیایی برای تولید انگور در استان خراسان شمالی، نسبت به سایر مناطق زیاد می‌باشد. بر این اساس، جایگزینی منابع شیمیایی با منابع ارگانیک می‌تواند به‌عنوان راهکاری در راستای کاهش مصرف انرژی برای تولید انگور در منطقه مدنظر قرار گیرد.

میزان مصرف نهاده‌های انرژی کود حیوانی و سوخت دیزل به ترتیب با ۵۱۴۶/۸۳ و ۵۰۵۱/۵۷ مگاژول بر هکتار بود. این دو نهاده به ترتیب ۱۰ و ۹ درصد از مجموع انرژی مصرفی تولید انگور در استان خراسان شمالی را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۲). مقدار مصرف انرژی نهاده‌های سموم شیمیایی، نیروی انسانی و ماشین‌ها به ترتیب با ۳۲۷۸/۴۰، ۲۶۰۵/۵۷ و ۱۳۷۶/۲۷ مگاژول بر هکتار محاسبه شد.

مجموع انرژی‌های مصرفی در تولید انگور در استان

خراسان شمالی ۵۲۵۵۳/۶۱ مگاژول بر هکتار به دست آمد (جدول ۳). مجموع انرژی‌های مصرفی برای تولید انگور در آذربایجان غربی، فارس، همدان و ترکیه به ترتیب ۲۲۸۸۰، ۴۵۳۰۳، ۴۲۲۱۴ و ۲۳۶۴۱ مگاژول بر هکتار گزارش شد (Ozkan et al., 2007; Rajabi-Hamedani et al., 2011; Ghafari-gharebagh et al., 2014; Khoshroo et al., 2013). مقایسه نتایج نشان می‌دهد که میزان انرژی مصرفی برای تولید انگور در استان خراسان شمالی از استان‌های آذربایجان غربی، فارس، همدان و ترکیه کم‌تر بود. با توجه به این‌که در اکثر مناطق مذکور برای پمپاژ آب از پمپ‌های الکتریکی و یا دیزلی استفاده می‌گردد. انرژی مصرفی بیش‌تری در هر هکتار برای تولید انگور در آن مناطق مصرف می‌شد.

جدول ۲. تاریخ و نحوه انجام عملیات مختلف در کشت انگور در استان خراسان شمالی

تاریخ	نوع عملیات
آذر ماه	آبیاری اول (هر ماه یک آبیاری)
پاییز	کوددهی (کود حیوانی)
اواخر پاییز	هرس دستی (هرس خشک)
زمستان	کوددهی (کودهای شیمیایی)
فروردین ماه	هرس (هرس تر)
بهار	وجین (بیل زنی)
اردیبهشت ماه	سم‌پاشی اول
یک هفته پیش از گلدهی	سم‌پاشی دوم
یک هفته بعد از گلدهی	سم‌پاشی سوم
اواخر تیر ماه	سم‌پاشی چهارم
بهار	وجین با داس
اواخر تابستان	برداشت دستی

## شاخص‌های انرژی

شاخص‌های انرژی تولید انگور در استان خراسان شمالی در جدول (۴) ارائه شده است. کارایی انرژی تولید انگور در استان خراسان شمالی ۵/۳۹ به دست آمد (جدول ۴). کارایی انرژی برای تولید انگور در آذربایجان غربی، همدان و ترکیه به ترتیب ۷/۶۵، ۴/۹۵ و ۲/۹۹ مگاژول بر هکتار گزارش شد (Ozkan et al., 2007; Rajabi-Hamedani et al., 2011; Ghafari-Gharebagh et al., 2014). مقایسه نتایج نشان می‌دهد که کارایی انرژی برای تولید انگور در استان خراسان شمالی از استان همدان و ترکیه بیش‌تر بود ولی از کارایی انرژی تولید انگور در استان آذربایجان غربی کم‌تر بود. میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر انرژی

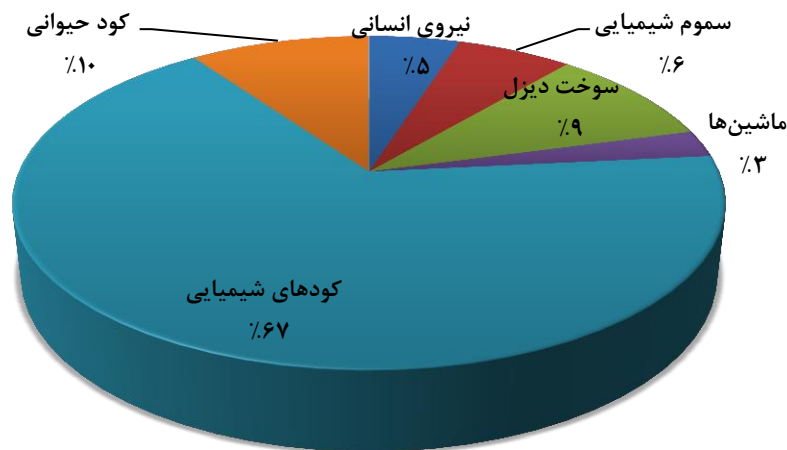
جدول ۳. الگوى مصرف انرژى در توليد انگور در استان خراسان شمالى

انرژى معادل در هر هكتار (مگاژول)	مقدار مصرف (واحد بر هكتار)	واحد	ورودى ها و خروجى
الف: ورودى ها			
۲۶۰۵/۵۷	۱۳۲۹/۳۷	ساعت	نيروى انساني
۳۲۷۸/۴۰	۲۷/۳۲	كيلوگرم	سموم شيميايى
۵۰۵۱/۵۷	۸۹/۷۱	ليتر	سوخت ديزل
۱۳۷۶/۲۷	۲۱/۹۵	ساعت	ماشين ها
كودهاى شيميايى			
۲۸۵۲۳/۵۴	۴۳۱/۲۶	كيلوگرم	نيترژن
۵۰۱۲/۴۵	۴۰۲/۹۳	كيلوگرم	فسفر
۱۵۵۸/۹۸	۱۳۹/۸۲	كيلوگرم	پتاس
۵۱۴۶/۸۳	۱۷۱۵۶/۰۹	كيلوگرم	كود حيوانى
۵۲۵۵۳/۶۱	مجموع انرژى ورودى		
ب: خروجى			
۲۸۳۵۱۳/۱۷	۲۴۰۲۶/۵۴	كيلوگرم	انگور
۲۸۳۵۱۳/۱۷	كل انرژى خروجى		

برای توليد انگور به ترتيب ۷۷۵۲/۳۹ و ۴۴۸۰۱/۲۱ مگاژول بر هكتار به دست آمد. سهم شكل هاى تجديديپذير و غيرتجديديپذير انرژى در توليد به ترتيب ۱۵ و ۸۵ درصد به دست آمد (شكل ۳). سهم انرژى هاى تجديديپذير در توليد انگور در تركيه ۱۷ درصد گزارش شد (Ozkan et al., 2007). كه در اين موارد، سهم انرژى هاى تجديديپذير در توليد انگور در استان خراسان شمالى كم تر بود. سهم انرژى هاى مستقيم و غيرمستقيم در توليد انگور در استان خراسان شمالى به ترتيب ۷۶۵۷/۱۴ و ۴۴۸۹۶/۴۷ مگاژول بر هكتار بودند كه سهم اين انرژى هاى مستقيم و غيرمستقيم در توليد به ترتيب ۱۵ و ۸۵ درصد بود (شكل ۴).

#### مدل سازى جريان انرژى توليد انگور

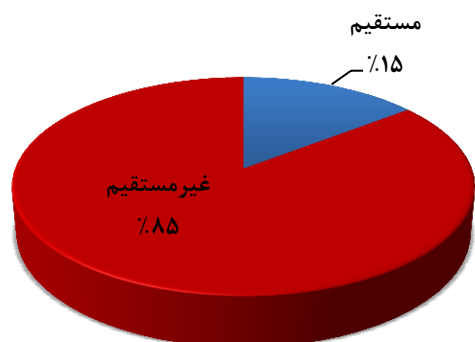
قبل از مدل سازى، نرمال بودن داده ها از طريق آزمون Anderson-Darling مورد ارزيابى قرار گرفت (D'Agostino, 1986). شكل ۵ ارزيابى نرمال بودن داده ها از طريق اين آزمون را نشان مى دهد. نتايج نشان داد كه داده هاى انرژى خروجى در سطح پنج درصد معنى دار مى باشد.



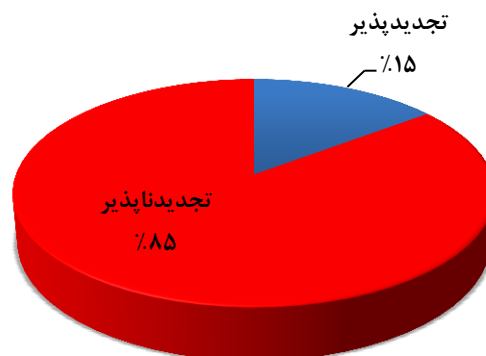
شكل ۲. سهم هر يك از نهاده هاى ورودى در انرژى مصرفى توليد انگور در استان خراسان شمالى

جدول ۴. شاخص هاى انرژى توليد انگور در استان خراسان شمالى

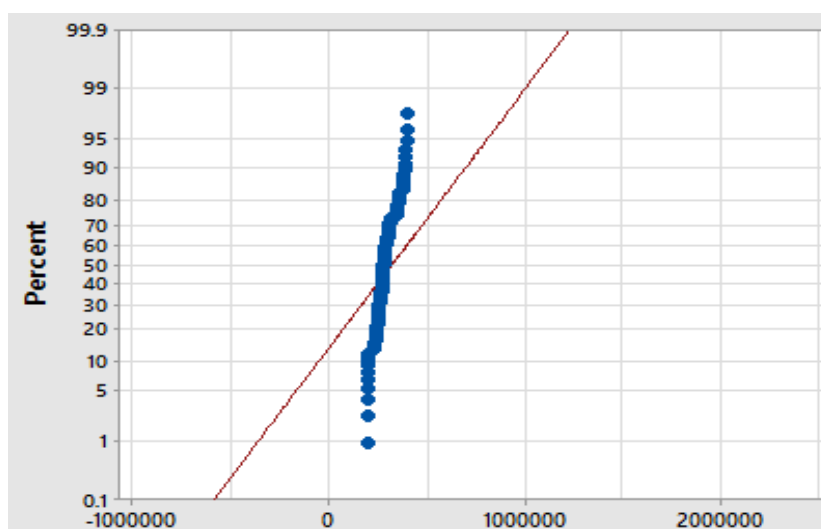
مقدار	واحد	شاخص ها
۵/۳۹	-	كارايى انرژى
۰/۴۶	كيلوگرم بر مگاژول	بهره ورى انرژى
۲/۱۹	مگاژول بر كيلوگرم	انرژى ويژه
۲۳۰۹۵۹/۵۷	مگاژول بر هكتار	افزوده انرژى



شکل ۴. سهم شکل‌های مستقیم و غیرمستقیم انرژی در تولید انگور در استان خراسان شمالی



شکل ۳. سهم شکل‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر انرژی در تولید انگور در استان خراسان شمالی



شکل ۵. ارزیابی نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون

مطابق با جدول ۵ داده‌های آموزش در قالب درصد‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن بود که زمانی که ۸۰ درصد از داده‌ها برای آموزش مدنظر قرار گرفتند، مدل کارایی بالاتری داشت. مقادیر ضریب تبیین مدل‌های انرژی خروجی تولید انگور برای داده‌های آموزش و آزمون به ترتیب ۰/۹۸ محاسبه شد. همچنین مقدار EF برای مدل تخمینی ۰/۹۶ به دست آمد. پارامترهای خطای RMSE و MAPE نیز برای مدل توسعه یافته به ترتیب ۱۴۵۷/۴۶ مگاژول بر هکتار و ۷/۱۴ درصد محاسبه گردید. نمودار همگرایی شبکه عصبی مصنوعی توسعه داده شده نیز در شکل ۶ ارائه شده است. در مجموع، مشخصات شاخص‌های آماری نشان دهنده وضعیت مطلوب شبکه عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی جریان انرژی تولید انگور در استان خراسان شمالی می‌باشد.

نهاده‌های انرژی مورد استفاده برای پیش‌بینی انرژی خروجی تولید انگور در استان خراسان شمالی شامل نیروی انسانی، ماشین‌ها، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی، کود حیوانی و سموم شیمیایی بودند. انرژی خروجی تولید انگور نیز به عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شد.

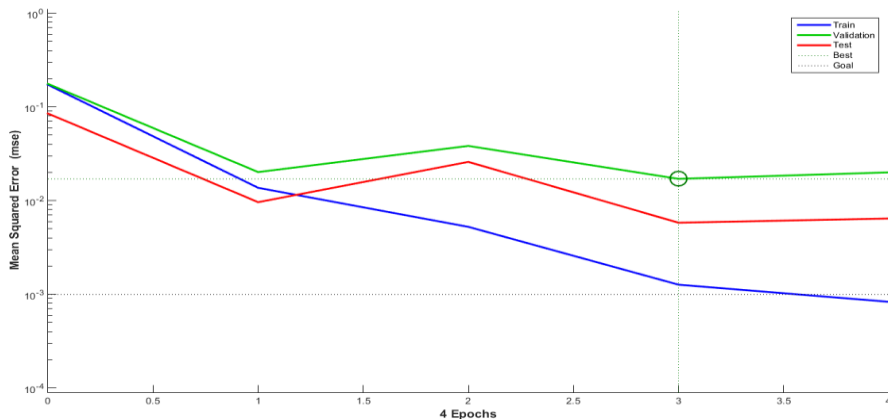
در صورت انتخاب ساختار مناسب، یعنی تعداد نورون‌ها، لایه‌های مخفی و توابع فعال‌سازی مناسب، این شبکه‌ها قادر هستند هر رابطه بین ورودی و خروجی را با دقت دلخواه تخمین بزنند (Amid and Mesri-Gundoshmian, 2017). برای دستیابی به بهترین ساختار شبکه عصبی، تعداد مختلفی از ساختارها آموزش داده شده و آزمون و اعتبارسنجی شده‌اند. از بین الگوریتم‌های آموزش مورد استفاده در این مطالعه، الگوریتم آموزش لوبنبرگ مارکوارت به دلیل داشتن کمترین میزان RMSE و دقت بالاتر انتخاب شد.

انرژى توليد سيب اذعان داشتند كه لايه مخفى با ۱۶ نورون بيش ترين دقت تخمين انرژى خروجى داشت. در مطالعه ديگرى *Khoshnevisan et al.* (2014) مدعى شدند كه شبكه عصبى با ساختار ۲-۸-۱۲ بيش ترين دقت را در پيش بينى عملكرد سيب زمينى داشت. *Nabavi-Pelesaraee et al.* (2016) شبكه عصبى با ساختار ۲-۱۰-۱۱ را به عنوان بهترين ساختار براى پيش بينى عملكرد هندوانه معرفى نمودند.

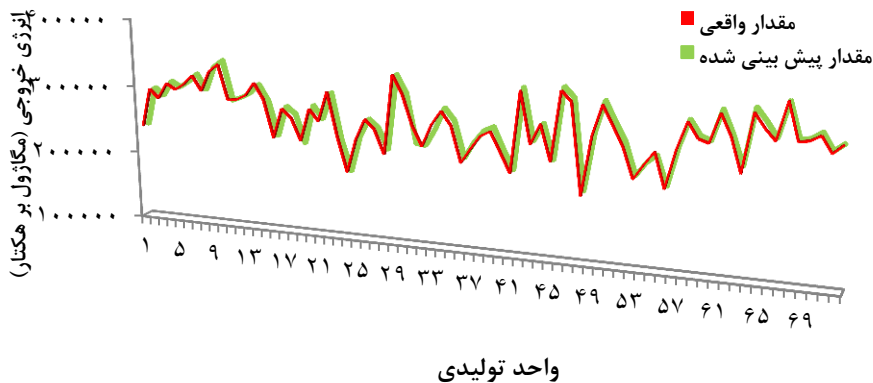
عملكرد بهترين شبكه آموزش داده شده براى مدل سازى بر اساس نتايج به دست آمده در مراحل آموزش و آزمون شبكه در اين پژوهش در جدول ۵ ارائه شده است. براساس نتايج اين مدل سازى، مدل با ساختار ۱-۱۰-۶ با ۶ ورودى، يك لايه مخفى با ۱۰ نورون و يك لايه خروجى با يك پارامتر به عنوان بهترين ساختار مشخص گرديد. در شكل ۷ مقادير خروجى شبكه عصبى آموزش يافته و داده هاى واقعى ارائه شده است. *Taghavifar and Mardani* (2015) ضمن مدل سازى جريان

جدول ۵. عملكرد شبكه عصبى براى مدل سازى انرژى مصرفى در توليد انگور

مجموع				آزمون				آموزش				درصد داده هاى آموزش
EF (%)	MAPE (%)	RMSE (MJha <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	EF (%)	MAPE (%)	RMSE (kg)	R <sup>2</sup>	EF (%)	MAPE (%)	RMSE (MJha <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	
۰/۹۳	۹/۹۶	۱۸۶۲/۳۰	۰/۹۳	۰/۹۳	۱۰/۱۹	۲۱۱۴/۱۷	۰/۹۲	۰/۹۳	۹/۸۱	۱۶۹۴/۳۹	۰/۹۴	۶۰
۰/۹۵	۹/۵۴	۱۵۸۷/۶۹	۰/۹۵	۰/۹۴	۹/۸۳	۱۶۹۳/۸۹	۰/۹۵	۰/۹۵	۹/۴۲	۱۵۴۲/۱۷	۰/۹۶	۷۰
۰/۹۶	۷/۱۴	۱۴۵۷/۴۶	۰/۹۸	۰/۹۶	۷/۲۷	۱۵۷۸/۵۴	۰/۹۸	۰/۹۷	۷/۱۱	۱۴۲۷/۱۹	۰/۹۸	۸۰



شكل ۶. همگرابى شبكه عصبى مصنوعى توسعه يافته براى پيش بينى انرژى خروجى



شكل ۷. مقادير خروجى شبكه عصبى آموزش يافته و داده هاى واقعى

## نتیجه گیری

این پژوهش به ارزیابی الگوی مصرف انرژی تولید انگور در استان خراسان شمالی پرداخته است. برای مدل سازی جریان انرژی از مدل شبکه عصبی مصنوعی بهره گرفته شد. مهم ترین نتایج این پژوهش به صورت زیر می باشد:

مجموع انرژی مصرفی، انرژی خروجی و کارایی انرژی انگور در استان خراسان شمالی به ترتیب  $52553/61$  مگاژول بر هکتار،  $283513/17$  مگاژول بر هکتار و  $5/39$  بود.

کودهای شیمیایی با  $35094/98$  مگاژول بر هکتار انرژی مصرفی، سهمی در حدود  $67$  درصد از مجموع انرژی مصرفی تولید را به خود اختصاص دادند.

سهم شکل های تجدیدپذیر و غیرتجدیدپذیر انرژی در تولید به ترتیب  $15$  و  $85$  درصد به دست آمد.

سهم انرژی های مستقیم و غیرمستقیم در تولید انگور در استان خراسان شمالی به ترتیب  $7657/14$  و  $44896/47$  مگاژول بر هکتار بودند که سهم این انرژی های مستقیم و غیرمستقیم در تولید به ترتیب  $15$  و  $85$  درصد بود.

مجموع انرژی های مصرفی در تولید انگور در استان

خراسان شمالی  $17156/09$  مگاژول بر هکتار به دست آمد مقایسه نتایج نشان می دهد که میزان انرژی مصرفی برای تولید انگور در استان خراسان شمالی از استان های آذربایجان غربی، فارس، همدان و ترکیه کم تر بود. با توجه به این که در اکثر مناطق مذکور برای پمپاژ آب از پمپ های الکتریکی و یا دیزلی استفاده می گردد. انرژی مصرفی بیش تری در هر هکتار برای تولید انگور در آن مناطق مصرف می شد.

کارایی انرژی تولید انگور در استان خراسان شمالی  $5/39$  به دست مقایسه نتایج نشان می دهد که کارایی انرژی برای تولید انگور در استان خراسان شمالی از استان همدان و ترکیه بیش تر بود. ولی از کارایی انرژی تولید انگور در استان آذربایجان غربی کم تر بود

نتایج شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که بهترین ساختار برای مدل سازی جریان انرژی تولید انگور  $1-10-6$  بود. ضریب تبیین بهترین ساختار برای تولید انگور معادل  $0/98$  به دست آمد. بنابراین، این مدل به عنوان بهترین روش برای برآورد انرژی خروجی تولید انگور بر اساس انرژی های ورودی در منطقه مورد مطالعه انتخاب شد.

## REFERENCES

- Amid, S., & Mesri-Gundoshmian, T. (2017). Prediction of output energies for broiler production using linear regression, ANN (MLP, RBF), and ANFIS models. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 36 (2) 577-585.
- D'Agostino, R.B. (1986). Tests for the normal distribution. Goodness-of-fit techniques, 68, p.576.
- Einset, J., & Dratt, C. (1975). Grape. In: Janick, J., and Moore, J. N. (Eds.), *Advances in Fruit Breeding*, (pp. 130-153). Purdu University Oress, West Lafayette.
- Emadi, B., Nikkhah, A., Khojastehpour, M., & Payman, S. H. (2015). Effect of farm size on energy consumption and input costs of peanut production in Guilan province of Iran. *Journal of Agricultural Machinery*, 5(1) 217-228. (In Farsi)
- Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H., & Gunduz, O. (2007). Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy*, 3235-41.
- Firouzi, S., Nikkhah, A. and Rosentrater, K.A. (2017). An integrated analysis of non-renewable energy use, GHG emissions, carbon efficiency of groundnut sole cropping and groundnut-bean intercropping agro-ecosystems. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. DOI 10.1002/ep
- Firouzi, S., Nikkhah, A., Khojastehpour, M. and M Holden, N. (2016). Energy use efficiency, GHG emissions, and carbon efficiency of paddy rice production in Iran. *Energy Equipment and Systems*, 4(2), 169-176.
- Ghaffari-Gharebagh, A., Aghkhani, M. H., & Emadi, B. (2014). Energy and economic analysis of grape production in the Urmia city with study of effect of planting system and garden size. In: *Proceedings of 8th National Congress on Agr. Machinery Eng. (Biosystem) & Mechanization of Iran*. 28-29 Jan., Mashhad, Iran (In Farsi).
- Hosseini, S.M.T., Sioseh Mardeh, A., Fathi, P., & Siosehmardeh, M. (2007). Application of artificial neural network (ANN) and multiple regressions for estimating assessing the performance of dry farming wheat yield in Ghorveh region, Kurdistan province. *Agriculture Research*, 7 (1):41-54.
- Khojastehpour, M., Nikkhah, A. and Hashemabadi, D. (2015). A comparative study of energy use and greenhouse gas emissions of canola production. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 5(1), 51-58.
- Khoshnevisan, B., Rafiee, Sh., Omid, M., Mousazadeh, H., & Rajaeifar, M.A. (2014). Application of artificial neural networks for prediction of output energy and GHG emissions in potato production in Iran. *Agricultural Systems*, 123 120-127.
- Khoshroo, A., Mulwa, R., Emrouznejad, A., & Arabi, B. (2013). A non-parametric Data Envelopment Analysis approach for improving energy efficiency of grape production. *Energy*, 63 189-194.



- Mamarabadi, M., & Rohani, A. (2017). Clustering of fungal hexosaminidase enzymes based on free alignment method using MLP neural network. *Neural Computing & Applications*, 28 1-11.
- Mandal, K.G., Saha, K.P., Ghosh, P.K., Hati, K.M., & Bandyopadhyay, K.K. (2002). Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*. 23 33–45.
- Mardani, A., & Taghavifar, H. (2016). An overview on energy inputs and environmental emissions of grape production in West Azerbaijan of Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54 918-924.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., & Rafiee, H. (2010). Energy inputs – yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. *Renewable Energy*. 35 1071-1075.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., & Rafiee, S. (2016). Neural network modeling of energy use and greenhouse gas emissions of watermelon production systems. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(1), 38-47.
- Ozkan, B, R. Ceylan, F., & H. Kizilay. (2011). Comparison of energy inputs in glasshouse double crop (fall and summer crops) tomato production. *Renewable Energy*, 361639-1644.
- Ozkan, B., Fert, C. & Karadeniz, C.F. (2007). Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. *Energy*, 32 (8) 1500-1504.
- Pishgar-Komleh, S. H., Omid, M., & Heidari, M.D. (2013). On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province. *Energy*, 59 (15) 63–71.
- Rajabi-Hamedani, S.R., Keyhani, A., & Alimardani, R. (2011). Energy use patterns and econometric models of grape production in Hamadan province of Iran. *Energy*, 36 (11) 6345-6351.
- Sefeedpari, P., Shokoohi, Z., & Behzadifar, Y. (2014). Energy use and carbon dioxide emission analysis in sugarcane farms: a survey on Haft-Tappeh Sugarcane Agro-Industrial Company in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 83 (15) 212–219.
- Singh, J. (2002). *On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India*. MSc. thesis, International Institute of Management University of Flensburg; Sustainable energy systems and management. Flensburg, Germany.
- Singh, S., & Mittal, J. P. (1992). *Energy in Production Agriculture*. New Delhi: Mittal Publications.
- Singleton, V. L., & Esau, P. (1969). *Phenolic Substances in Grapes and Wine and Their Significance*. NewYork: Academic Press.
- Snedecor, G.W., & Cochran W.G. (1989). *Statistical methods*. Iowa City: Iowa State University Press.
- Soltanali, H., Emadi, B., Rohani, A., Khojastehpour, M. and Nikkhah, A. (2016). Optimization of Energy Consumption in Milk Production Units through Integration of Data Envelopment Analysis Approach and Sensitivity Analysis. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(1), 15-23.
- Soltani, A., Rajabi, M. H., Zeinali, E., & Soltani, E. (2013). Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. *Energy*, 50 54-61.
- Taghavifar, H. & Mardani, A. (2015). Prognostication of energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions analysis of apple production in West Azarbayjan of Iran using Artificial Neural Network. *Journal of Cleaner Production*, 87159-167.
- Taheri-Rad, A., Khojastehpour, M., Rohani, A., Khoramdel, S. and Nikkhah, A. (2017). Energy flow modeling and predicting the yield of Iranian paddy cultivars using artificial neural networks. *Energy*, 135, 405-412.