فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال هشتم، شماره چهارم (پیاپی ۳۰)، زمستان ۱۳۹۸
شاپای چاپی ۲۱۳۱-۲۳۲۲ شاپای الکترونیکی ۴۷۶X- ۲۵۸۸
http://serd.khu.ac.ir
صفحات ۲۱۸-۱۹۵

ارزیابی کارآیی اقتصادی-زیست‌محیطی تولید نارنگی در استان مازندران با رویکرد توسعه اقتصاد روستایی

مهدی بشارتده؛ گروه اقتصاد کشاورزی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران.
قاسم نوروزی*؛ گروه اقتصاد کشاورزی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران.
یاسر فیض‌آبادی؛ گروه اقتصاد کشاورزی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران.

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۰ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۵/۰۸

چکیده

توسعه کشاورزی همواره به‌عنوان یکی از ابعاد توسعه پایدار روستایی مورد تأکید بوده و بر نقش‌های اقتصادی و زیست‌محیطی آن تأکید شده است. در همین راستا و با توجه به نقش و سهمی که استان مازندران در تولید محصول نارنگی دارد، ارزیابی پایداری تولید این محصول به کمک شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی انجام شد. اطلاعات اولیه از طریق مصاحبه حضوری با ۷۹ باغدار در سال زراعی ۱۳۹۷/۹۸ جمع‌آوری شد و مدل‌سازی بین مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و عملکرد و هزینه نهاده‌ها و درآمد با استفاده از روش رگرسیون خطی چندگانه برقرار گردید. در بررسی پایداری زیست‌محیطی، مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید $kgCO_2eq$ ۴۷۹۴/۱۸ و نسبتاً بالا به‌دست آمد که نهاده سوخت با ۵۴/۲۳ درصد بیشترین میزان انتشار را در بین نهاده‌های مصرفی داشت. در بررسی پایداری اقتصادی، کل هزینه‌های تولید ۱۸/۲۵ میلیون تومان در هکتار و ارزش ناخالص تولید ۶۲/۱۳ میلیون تومان در هکتار به‌دست آمد که نهاده نیروی انسانی با ۳۴/۷۶ درصد بیشترین هزینه را در تولید داشت. همچنین مقدار بهره‌وری اقتصادی که یکی از شاخص‌های مهم پایداری اقتصادی است، ۱/۴۱ کیلوگرم بر هزار تومان محاسبه شد. مقدار شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی نیز ۹/۱۵۳ هزار تومان به ازای هر کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن به‌دست آمد. همچنین نتایج مدل‌سازی نشان داد که مدیریت مصرف دو نهاده کود دامی و کود شیمیایی می‌تواند بیشترین تأثیر را در پایداری زیست‌محیطی و مدیریت هزینه نهاده کود شیمیایی می‌تواند بیشترین تأثیر را در پایداری اقتصادی تولید این محصول داشته باشد.

واژگان کلیدی: اقتصاد روستایی، توسعه پایدار، رگرسیونی خطی چندگانه، کارآیی اقتصادی-زیست‌محیطی.

* ghnorouzi@yahoo.com

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۱) مقدمه

کشاورزی پایدار، نظامی است که می‌تواند علاوه بر تأمین نیازهای زیستی جمعیت رو به رشد جهان، از ایجاد مشکلات برای آیندگان نیز جلوگیری کند (مطیعی‌لنگرودی و شمسایی، ۱۳۸۸: ۱۶۱). از مهم‌ترین محدودیت‌های موجود در راه توسعه کشاورزی پایدار، می‌توان به مواردی هم‌چون محدودیت‌های اجتماعی-اقتصادی، محدودیت زیست‌محیطی و کاربرد نادرست تکنولوژیکی اشاره کرد. در این راستا برنامه‌ریزی، نظارت و تحلیل سیستم‌های کشاورزی و استفاده از فناوری‌های حفاظت کننده از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در دستیابی به کشاورزی پایدار و متعاقب آن توسعه روستا هستند (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۶).

توسعه کشاورزی همواره به‌عنوان یکی از ابعاد توسعه پایدار مورد تأکید بوده و بر نقش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیطزیستی آن تأکید شده است (عبدالله‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۱۲). برای ارزیابی پایداری نظام‌های تولید کشاورزی روش‌های مختلفی تدوین و مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله؛ روش ارزیابی چرخه حیات (LCA)، تحلیل هزینه و منفعت (CBA)، ارزیابی پیامدهای محیطزیستی (EIA)، روش‌های تحلیل انرژی و روش‌هایی که تحلیل ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم تولیدی را مورد بررسی قرار می‌دهند (Van Cauwenbergh et al., 2007:233; Smith and Dumanski, 1994:5). در این راستا، شاخص‌های زیادی در سطح مزرعه و در سطح منطقه‌ای جهت ارزیابی سیستم‌های کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است (Meul et al., 2009:289). که به‌دلیل گستردگی روش‌های ارزیابی پایداری، تاکنون توافق مشخصی مبنی بر استفاده از یک روش خاص ایجاد نشده است (Deytieux et al., 2016:108).

ارتباط بین توسعه اقتصادی و محیطزیست از مسائل مهم و پیچیده است (صادقلو و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۷۵)، چنانچه در بستر توسعه پایدار، فعالیت‌های اقتصادی و محیطزیست به‌صورت توأم لحاظ شود، محیطزیست و توسعه اقتصادی دو عامل مکمل یکدیگر می‌شوند که موجب تعادل و توازن اکولوژیکی می‌شوند و فعالیت‌های اقتصادی عامل برهم زننده‌ی این تعادل و توازن نخواهند بود (خلیلی، ۱۳۹۶: ۴). لزوم رسیدن به سود بیشتر در کنار اهمیت دادن به مسائل زیست‌محیطی و توسعه پایدار سبب شده است تا مفهوم کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی تعریف شود و استفاده از آن به‌عنوان شاخص مناسبی به‌منظور ارزیابی پایداری نظام‌های تولیدی کشاورزی مورد توجه قرار گیرد.

کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی با تعریف "نسبت ارزش محصول به اثرات زیست‌محیطی" به‌عنوان ابزاری عملی در حوزه تجارت، با تمرکز بر شیوه‌های استفاده از منابع، دستیابی به پیشرفت اقتصادی و زیست‌محیطی از طریق استفاده کارآمدتر از منابع و آلودگی کمتر به شمار می‌رود (Ichimura et al., ۲۰۰۹:۶). کارایی اقتصادی- زیست‌محیطی به معنی تولید بیشتر با ماده اولیه کمتر است و استراتژی‌هایی را در بر می‌گیرد که نه تنها به افزایش کارایی استفاده از منابع و کاهش ضایعات توجه دارند، بلکه هزینه‌ها

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

را نیز کاهش می‌دهند (UNEP, 2004:12). در همین راستا، استفاده از شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی در تولید محصولات کشاورزی می‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی پایداری تولید محصولات و کارایی اقتصادی آن به شمار آید (Ho et al., 2018:253; Bonfiglio et al., 2017:116; Forleo et al., ۲۰۱۸:۳۱۴۰).

امروزه تولید مرکبات در جهان از اهمیت بالایی برخوردار است که به یکی از منابع مهم تولید ثروت، مبادلات تجاری و توسعه پایدار اشتغال در بسیاری از کشورهای جهان تبدیل شده است (Loghmanpour et al, 2013:63). در ایران نیز تولید مرکبات اهمیت بالایی دارد و یکی از مهم‌ترین محصولات باغی در کشور می‌باشد که محصول نارنگی با ۴۳ هزار هکتار سطح زیر کشت، سهم ۱۵ درصدی در تولید مرکبات دارد. باغ‌های نارنگی در ایران در استان‌های مازندران و گیلان (سواحل دریای مازندران) و جنوب کشور در حد اقتصادی و تجاری پرورش می‌یابد. استان مازندران با تولید ۶۳ درصد از نارنگی کشور، مهم‌ترین منطقه در تولید این محصول می‌باشد. سطح زیر کشت نارنگی در استان مازندران ۲۲ هزار هکتار و میزان برداشت آن ۴۸۲ هزار تن می‌باشد که به‌طور متوسط از هر هکتار باغ نارنگی حدود ۲۴۹۶۰ کیلوگرم محصول برداشت می‌شود (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶: ۱۵۴). با توجه به اهمیت تولید این محصول در جهت افزایش درآمد و اشتغال روستایی، توسعه کشت و دستیابی به تولید بیشتر در این محصول اهمیت بالایی دارد. بر همین اساس در سال‌های اخیر مقدار مصرف انرژی و نهاده‌های شیمیایی در واحد سطح به‌شدت افزایش یافته است، که این امر می‌تواند باعث افزایش مقدار انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در تولید این محصول شود. از آنجا که استفاده کارآمد از نهاده‌ها، از اصول اساسی کشاورزی پایدار است، لذا توجه به میزان مصرف انرژی و نهاده‌ها نیز ضروری می‌باشد (Nabavi-Pelesaraei et al., 2016a:39). در همین راستا با توجه به نقش و سهمی که استان مازندران در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه نارنگی دارد، ارزیابی پایداری تولید این محصول به کمک شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی می‌تواند استفاده بهینه از منابع آب، خاک و نیروی انسانی را با در نظرگرفتن توأم مسائل مالی و زیست‌محیطی به همراه داشته باشد.

۲) مبانی نظری

اقتصاد روستایی به‌عنوان یکی از وجوه اساسی موجودیت روستا، از دیرباز به کشاورزی و فعالیت‌های زراعی و باغی وابسته بوده است (پورطاهری و همکاران، ۱۳۹۲: ۷۱). امروزه کشاورزی به‌عنوان پایه و اساسی در پایداری زندگی مردمان نواحی روستایی، تعیین کننده‌ترین بخش در اقتصاد منطقه‌ای و توسعه روستایی می‌باشد (طاهرآبادی و همکاران، ۱۳۹۵: ۵۸). کشاورزی می‌تواند نقش مهمی در شکل و عملکرد سیستم‌های روستایی ایفا کند و به دنبال آن، تأثیرات مستقیمی بر ماهیت و طبیعت سیستم‌های روستایی داشته باشد (Cai et al.,

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

(۲۰۰۹:۸۹۱۰). توجه هم‌زمان به بخش کشاورزی و توسعه روستایی باعث افزایش تولید مواد غذایی به شیوه‌ای پایدار و افزایش امنیت غذایی و بهبود معیشت مردم در نواحی روستایی می‌شود (Shalaby et al., 2011:583).

در چند دهه اخیر در بیشتر کشورهای در حال توسعه مسئله حفاظت از محیط‌زیست و توسعه پایدار، در کنار تأمین مواد غذایی برای جمعیت در حال رشد، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌ها و هدف‌ها مطرح بوده است (Sorensen et al., 2014:4). بخش کشاورزی نیز در سال‌های اخیر با در نظر گرفتن کشاورزی پایدار در این راستا حرکت نموده است. در واقع در مبحث کشاورزی پایدار علاوه بر مدیریت در مصرف نهاده‌های ورودی به‌منظور بالا بردن کارایی اقتصادی، نگاه ویژه‌ای نیز به مسائل مربوط به محیط‌زیست می‌شود (Khoshnevisan et al., 2013:30; Kraatz, 2012:91). با توجه به بحران انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی، تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف انرژی تا حد امکان کاهش یابد (Nikkhah et al., ۲۰۱۵:۸۵). همچنین از طرفی، سیاست افزایش تولید در بخش کشاورزی بدون در نظرگرفتن مقدار و نوع نهاده‌های شیمیایی نگرانی‌های محیطی را افزایش داده است، طوری‌که امروزه بیش از ۲۱ درصد از اثرات زیان‌بار گازهای گلخانه‌ای مربوط به فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد (میرحاجی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۱۳). در سال‌های اخیر نیز با افزایش آگاهی از مسائل و مشکلات زیست‌محیطی، تقاضا برای کالاهای دوستدار محیط‌زیست افزایش یافته است که این سبب شده است تا تولیدکنندگان و دانشمندان حوزه کشاورزی توجه بیشتری به تولید پاک داشته باشند (Khoshnevisan et al., 2015:68). در حال حاضر، توجه به محیط‌زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی است و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت تأثیر قرار داده است. به همین دلیل مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان سازگاری با محیط‌زیست است (Taheri-Rad et al., 2017:406).

در همین راستا، در زمینه تحلیل پایداری و بررسی نهاده‌های ورودی تولید مرکبات و نارنگی در ایران و جهان، پژوهش‌های مختلفی صورت گرفته است. ازجمله؛ در بررسی هزینه‌های تولید و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید نارنگی در شهرستان ساری، کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید $kgCO_2eq$ ۳۰۰۸ به‌دست آمد که نهاده کود حیوانی بیشترین تأثیر را در پایداری زیست‌محیطی تولید این محصول داشت (آقخانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۲۱). نامداری و همکاران در آنالیز نهاده‌های ورودی تولید پرتقال در استان مازندران اعلام نمودند که سوخت دیزل و کودهای شیمیایی بیشترین میزان مصرف را در بین نهاده‌های مصرفی داشتند (Namdari et al., 2011:62). در پژوهش دیگری، کل انرژی مورد نیاز در تولید مرکبات در استان مازندران $MJ\ ha^{-1}$ ۱۷۱۱۲/۲ گزارش شد که کودهای شیمیایی با ۳۶/۳۰ درصد بیشترین سهم را در نهاده‌های مصرفی داشتند (Loghmanpour et al., 2013:63). در بررسی کشت مرکبات در آنتالیای ترکیه نیز دو نهاده کودهای شیمیایی و سوخت دیزل به‌ترتیب با ۴۹/۶۸ درصد و ۳۰/۷۹ درصد بیشترین سهم را در نهاده‌های مصرفی داشتند

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

(Ozkan et al., 2004:1826). در زمینه تخمین انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید محصولات کشاورزی دیگر نیز پژوهش‌های مختلفی انجام شد. از جمله، در بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید هندوانه در استان گیلان، دو نهاده نیتروژن و سوخت دیزل به ترتیب با ۵۴/۲۳ درصد و ۱۶/۷۳ درصد بیشترین مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای را داشتند (Nabavi-Pelesaraei et al., 2016a:38). در پژوهش دیگری به‌منظور بهینه‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم، میزان بهینه انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم در شهر اهواز ۳۴۰ $kgCO_2eq$ گزارش شد (Nabavi-Pelesaraei et al., 2016b:672). در مطالعه دیگری در شمال ایران، نتایج نشان داد که از میان محصولاتی مانند گندم، جو، کلزا، سویا، شالی و ذرت علوفه‌ای، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای برای کشت شالی با ۶۰۹۴ $kgCO_2eq$ بیشترین مقدار بود. درنهایت بیان شد که استفاده بهتر از کودها و جلوگیری از سوزاندن بقایای گیاهی می‌تواند سهم زیادی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و پایداری کشت این محصولات داشته باشد (Mohammadi et al., 2014:724). در پژوهش دیگری، متوسط مقدار کربن‌دی‌اکسید منتشر شده در تولید انار در آنتالیا ترکیه، ۸۸/۱ $kgCO_2eq$ در تولید هر تن انار گزارش شد که نهاده‌های الکتریسیته و کودهای شیمیایی بیشترین سهم را در انتشار گازهای گلخانه‌ای داشتند (Ozalp et al., 2018:1).

در زمینه بررسی و ارزیابی شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی در تولید محصولات کشاورزی نیز پژوهش‌های مختلفی انجام شد. ازجمله، بررسی شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی تولید شالی در شمال شرق تایلند نشان داد، سیستم دیم کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی بیشتری نسبت به سیستم آبی داشت (Thanawong et al., 2014:204). در پژوهش دیگری، بررسی کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی تولید گندم در ژاپن نشان داد که کاهش اوتریفیکاسیون آبزی ناشی از استفاده بیش از حد از کود نیتروژن عامل مهمی در کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی تولید گندم و در نتیجه توسعه کشت پایدار گندم در ژاپن بود (Masuda, ۲۰۱۶:۳۷۳). در پژوهش دیگری کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی کلزا و آفتابگردان در ایتالیا مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی اقتصادی کلزا و آفتابگردان برای یک مگاژول از زیست‌توده به‌عنوان ارزش افزوده اندازه‌گیری شد و شاخص اندازه‌گیری اثرات زیست‌محیطی نیز انتشار گازهای گلخانه‌ای بود. نتایج حاکی از آن بود که مقادیر کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی مزارع آفتابگردان بیشتر از کلزا بود (Forleo et al., 2018a:362). با توجه به پژوهش‌های انجام شده مشخص شد تاکنون تحقیقی در زمینه بررسی پایداری تولید نارنگی از دیدگاه کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی انجام نشده است. لذا در این پژوهش با محاسبه شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی، به بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحلیل اقتصادی تولید نارنگی در استان مازندران در راستای توسعه پایدار کشت این محصول پرداخته شده است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۳) روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه استان مازندران با آب و هوای معتدل کوهستانی، متوسط دمای روزانه ۱۷/۴۰ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی ۶۵۳ میلی‌متر و رطوبت نسبی ۷۸ درصد است (Kazemi et al., 2015:3). جامعه آماری در این پژوهش شامل کلیه باغداران نارنگی در سال زراعی ۱۳۹۷/۹۸ بود که اطلاعات از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با تولید کننده‌گان جمع‌آوری شد. از کل سطح زیر کشت مرکبات در این استان، حدود ۲۲۰۰۰ هکتار آن مربوط به تولید نارنگی بود که با توجه به تعداد بهره‌برداران و به کمک جدول نمونه‌گیری کرجسی و مورگان ۷۹ نمونه جهت بررسی انتخاب شد. جهت بررسی روایی پرسشنامه‌ها نیز از روش روایی محتوایی استفاده شد و برای بررسی پایایی آزمون از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار پایایی آزمون در این پژوهش ۰/۸۸ به‌دست آمد (Amoozad-Khalili et al., 2019:3). در این مطالعه مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های ماشین‌های کشاورزی، سوخت، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، الکتریسیته و کود حیوانی در تولید محاسبه شد که ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای هر یک از این نهاده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید نارنگی

ورودی‌ها	واحد	ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای ($kgCo_2eq\ unit^{-1}$)	مرجع
۱- ماشین‌های کشاورزی	مگاژول	۰/۰۷۱	(Dyer and Desjardins, ۲۰۰۶:۱۱۲)
۲- سوخت گازوئیل	لیتر	۲/۷۶	(Dyer and Desjardins, ۲۰۰۳:۵۰۸)
۳- سموم شیمیایی			
الف) علف‌کش‌ها	کیلوگرم	۶/۳	(Lal, 2004:986)
ب) حشره‌کش‌ها	کیلوگرم	۵/۱	(Lal, 2004:986)
ج) قارچ‌کش‌ها	کیلوگرم	۳/۹	(Lal, 2004:986)
۴- کودهای شیمیایی			
الف) نیتروژن	کیلوگرم	۱/۳	(Lal, 2004:986)
ب) فسفر	کیلوگرم	۰/۲	(Lal, 2004:986)
ج) پتاسیم	کیلوگرم	۰/۲	(Lal, 2004:986)
۵-کود حیوانی	کیلوگرم	۰/۱۲۶	(Pishgar-Komleh et al., ۲۰۱۳:۶۵)
۶-الکتریسیته	کیلو وات ساعت	۰/۶۰۸	(Pishgar-Komleh et al., ۲۰۱۳:۶۵)

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در نظر گرفته شده برای نهاده ماشین‌ها و ادوات کشاورزی شامل چهار بخش تهیه مواد خام، فرآیند تولید، توزیع و حمل و نقل و تعمیر و نگه‌داری بود. طبق رابطه ۱، برای محاسبه

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده ماشین‌های کشاورزی ابتدا مقدار انرژی ($E_{machinery}$) این نهاده محاسبه شد و سپس به کمک ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای ($GI_{machinery}$)، مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای ($G_{machinery}$) برای این نهاده محاسبه شد.

$$G_{machinery} = E_{machinery} \times GI_{machinery} \quad (۱)$$

مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای سوخت مصرفی طبق رابطه ۲ محاسبه شد که در آن، G_{fuel} میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای سوخت، Q_{fuel} مقدار سوخت مصرف شده و GI_{fuel} ضریب انتشار گازهای گلخانه ای سوخت می‌باشد.

$$G_{fuel} = Q_{fuel} \times GI_{fuel} \quad (۲)$$

برای محاسبه‌ی انتشار گازهای گلخانه‌ای الکتریسیته از رابطه ۳ استفاده شد که در آن، $G_{Electricity}$ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای الکتریسیته، $W_{Electricity}$ میزان الکتریسیته‌ی مصرفی (kWh) و $GI_{Electricity}$ ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای الکتریسیته می‌باشد.

$$G_{Electricity} = W_{Electricity} \times GI_{Electricity} \quad (۳)$$

برای به‌دست آوردن میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای سه نهاده سموم شیمیایی، کودهای شیمیایی و کود دامی نیز از رابطه ۴ استفاده شد که در آن، G_{Input} میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده مصرفی، W_{Input} وزن نهاده مصرفی و GI_{Input} ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده مصرفی می‌باشد.

$$G_{Input} = W_{Input} \times GI_{Input} \quad (۴)$$

برای ارزیابی اقتصادی تولید نارنگی، ابتدا هزینه نهاده‌های مصرفی در فرآیند تولید محاسبه شد، سپس هزینه‌های متغیر، ثابت و کل هزینه‌های تولید بر واحد سطح محاسبه شد. هزینه‌های متغیر شامل هزینه نیروی انسانی، هزینه ماشین‌های کشاورزی و تعمیر و نگه‌داری ماشین‌ها، هزینه سوخت، هزینه سموم شیمیایی، هزینه کودهای شیمیایی و دامی، هزینه‌ی آب مصرفی و هزینه الکتریسیته بود. همچنین شاخص‌های اقتصادی شامل درآمد ناخالص، درآمد خالص، نسبت سود به هزینه و بهره‌وری اقتصادی، طبق روابط ۵ تا ۸ محاسبه شدند (Sahabi et al., 2016:31; Mohammadshirazi and Kalhor, 2016:670).

درآمد ناخالص = ارزش تولید کل - هزینه متغیر تولید (۵)

درآمد خالص = ارزش تولید کل - هزینه کل تولید (۶)

$$\frac{\text{سود}}{\text{هزینه}} = \frac{\text{ارزش کل تولید}}{\text{هزینه کل تولید}} \quad (۷)$$

$$\text{بهره وری اقتصادی} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{هزینه کل تولید}} \quad (۸)$$

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

در بررسی و محاسبه شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی، ارزیابی این شاخص برای تولید نارنگی طبق رابطه ۹ محاسبه شد. در این رابطه، کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی (EF) از تقسیم شاخص ستانده اقتصادی (I_{eco}) بر شاخص اثرات زیست‌محیطی (I_{env})، محاسبه شد (Van Middelaar et al., 2011:94). که در این پژوهش منظور از ستانده اقتصادی، میزان درآمد خالص حاصل از تولید محصول در یک هکتار باغ نارنگی بود و منظور از شاخص اثرات زیست‌محیطی، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از تولید محصول نارنگی در یک هکتار باغ بود.

$$EF = \frac{I_{eco}}{I_{env}} \quad (۹)$$

در این پژوهش جهت برقراری رابطه میان مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و عملکرد و رابطه میان هزینه نهاده‌ها و درآمد از روش رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. مدل رگرسیون خطی رفتار مقدار ناشناخته y را به برحسب مقادیر معلوم x و خطای تصادفی e توصیف می‌کند. به‌طورکلی مدل‌های پیش‌بینی رگرسیون خطی به شکل رابطه ۱۰ بیان می‌شود (Fang and Lahdelma, 2016:547):

$$y_i = X_i \beta + \varepsilon_i \quad (۱۰)$$

که در این رابطه، y_i مقدار پیش‌بینی‌شده، $X_t = (1, x_1, x_2, ..., x_8)$ برداری از متغیرهای توصیفی، $\beta = (\beta_0, \beta_1, ..., \beta_k)^T$ بردار ضرایب، و ε_i خطای تصادفی برای متغیرهای مختلف را نشان می‌دهد. در این رابطه به‌منظور تخمین پارامتر b، از روش کمترین مربعات استفاده شد. همچنین پارامترهای $\tilde{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_{h(1)}, ..., \beta_{h(T_S)})^T$ که می‌تواند به‌صورت روابط ۱۲ و ۱۳ نوشته شود، مقادیری هستند که مجموع مربعات متغیرهای خطا را کمینه می‌کند:

$$\min \sum_{t=1}^{T} \varepsilon_t^2 \quad (۱۱)$$

$$\min \varepsilon^T \varepsilon \quad s.t \quad (۱۲)$$

$$\varepsilon = \tilde{X} \tilde{\beta} - y \quad (۱۳)$$

با جایگزینی e در تابع هدف، رابطه ۱۴ حاصل می‌شود و یک مسئله بهینه‌سازی بدون شرط ایجاد می‌شود، که با مشتق‌گیری و جایگزینی صفر، جواب به‌صورت رابطه ۱۵ می‌شود:

$$\min(\tilde{X}\tilde{\beta} - y)^T (\tilde{X}\tilde{\beta} - y) \quad (۱۴)$$

$$2\tilde{X}^T \tilde{X} a - 2\tilde{X}^T y = 0 \rightarrow \tilde{\beta} = (\tilde{X}^T \tilde{X})^{-1} \tilde{X}^T y \quad (۱۵)$$

که در این رابطه $\tilde{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_{h(1)}, ..., \beta_{h(T_S)})^T$ ، $\tilde{X} = (\tilde{X}_1, \tilde{X}_2, ..., \tilde{X}_8)^T$ و $y = (y_1, y_2, ..., y_8)^T$ می‌باشد. در بررسی و انتخاب بهترین مدل، از مدل‌های مختلف رگرسیونی چندگانه استفاده شد که رابطه کلی این مدل به‌صورت رابطه (۱۶) توصیف می‌شود.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{K} \beta_i x_i + \sum_{i=1}^{K} \beta_{ii} x_i^{\,2} + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon_0 \quad (۱۶)$$

در این رابطه، y متغیر وابسته، β0 ضریب ثابت، βi ضریب خطی، βii ضرایب درجه دو و βij ضرایب متقابل، k تعداد فاکتورهای مورد مطالعه و بهینه شده در آزمون، ε_0 خطا، x_i و x_j مقادیر متغیرهای مستقل و $x_i x_j$ و x_i^2 عبارات اثرات متقابل و درجه دوم می‌باشند.

همچنین جهت ارزیابی توانایی مدل‌های رگرسیونی در پیش‌بینی عملکرد محصول، طبق روابط ۱۷ تا ۱۹ از سه معیار RMSE، MAPE و R^2 استفاده شد (Amoozad-Khalili et al., 2019:4). که در این روابط y_i، $\hat{y}_i$ و $\bar{y}$ به‌ترتیب نشان دهنده مقادیر مشاهده شده، مقادیر خروجی مدل و مقادیر میانگین داده‌های مشاهده شده برای داده iام است. همچنین $\bar{y}$ و $\bar{\hat{y}}$ به‌ترتیب متوسط خروجی‌های واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل و m تعداد داده‌های استفاده شده را نشان می‌دهند.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} (y_i - \hat{y}_i)^2}{m}} \quad (۱۷)$$

$$MAPE = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100 \quad (۱۸)$$

$$R^2 = \frac{(\sum_{i=1}^{m} (y_i - \bar{y})(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}}))^2}{\sum_{i=1}^{m} (y_i - \bar{y})^2 . \sum_{i=1}^{m} (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2} \quad (۱۹)$$

۴) یافته‌های تحقیق

تعیین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای هر یک از نهاده‌ها در تولید نارنگی

مقدار نهاده‌های مصرفی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مصرفی در تولید نارنگی در جدول ۲ ارائه شده است. متوسط تولید نارنگی در استان مازندران ۲۵۷۲۷/۷۲kg/ha به‌دست آمد. این در صورتی است که متوسط تولید نارنگی در کشور (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶: ۴۳) و در استان گیلان (Nabavi-Pelesaraei et al., 2014:61) به‌ترتیب ۲۰۰۳۲ kg/ha و ۲۵۷۴۰ kg/ha گزارش شد، که مقایسه‌ی این نتایج نشان‌دهنده عملکرد نسبتاً خوب تولید نارنگی در این استان می‌باشد. مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید نارنگی ۴۷۹۴/۱۸ $kgCO_2eq$ به‌دست آمد. در مقایسه با پژوهش‌های انجام شده در شمال ایران، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرکبات در شهرستان ساری ۳۰۹۱ $kgCO_2eq$ (آقخانی و همکاران،

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

۱۳۹۷: ۲۲۰)، تولید کیوی در استان گیلان ۱۳۱۰ $kgCO_2eq$ (Nabavi-Pelesaraei et al., 2016c:928) و کلزا در استان گلستان ۱۰۱۰ $kgCO_2eq$ (Kazemi et al., 2016:698) گزارش شد که نشان‌دهنده میزان انتشار زیاد گازهای گلخانه‌ای در این پژوهش است.

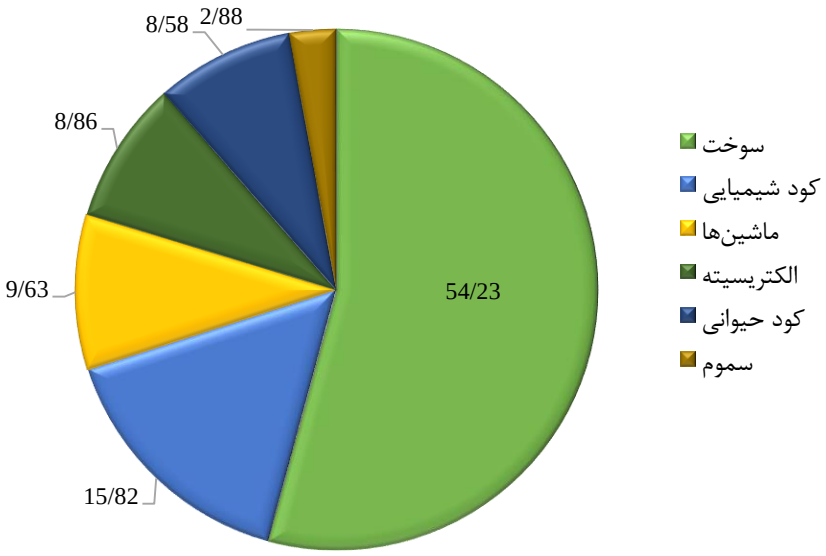
جدول ۲. مقدار نهاده‌های مصرفی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید نارنگی

متغیرهای ورودی و خروجی	مقدار نهاده‌های مصرفی (Unit/ha)		مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای ($kgCO_2eq/ha$)	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	درصد
۱-ماشین‌های کشاورزی (MJ)	۱۰۳/۶۳	۴۴/۰۵	۴۶۱/۳۴	۹/۶۳
۲-سوخت گازوئیل (l)	۹۴۲/۰۳	۱۵۶/۲۷	۲۵۹۹/۹۹	۵۴/۲۳
۳-سموم شیمیایی (kg)	۲۸/۸۱	۶/۳۰	۱۳۸/۲۸	۲/۸۸
الف) علف‌کش‌ها	۲/۳۱	۱/۰۳	۱۴/۵۷	۰/۳۰
ب) حشره‌کش‌ها	۱۶/۹۶	۲/۱۱	۸۶/۵۱	۱/۸۰
ج) قارچ‌کش‌ها	۹/۵۴	۳/۱۶	۳۷/۲۰	۰/۷۸
۴-کودهای شیمیایی (kg)	۱۰۷۷/۲۸	۲۱۱/۱۲	۷۵۸/۶۴	۱۵/۸۲
الف) نیتروژن	۴۹۳/۸۰	۸۷/۳۹	۶۴۱/۹۴	۱۳/۳۹
ب) فسفر	۱۷۲/۴۱	۴۱/۲۵	۳۴/۴۸	۰/۷۲
ج) پتاسیم	۴۱۱/۰۸	۸۲/۴۸	۸۲/۲۲	۱/۷۱
۵-کود حیوانی (kg)	۳۲۶۵/۱۹	۱۰۶۳/۶۲	۴۱۱/۴۱	۸/۵۸
۶-الکتریسیته (kWh)	۶۹۸/۲۳	۱۵۷/۶۸	۴۲۴/۵۲	۸/۸۶
کل انتشار گازهای گلخانه‌ای	-	-	۴۷۹۴/۱۸	۱۰۰/۰۰
خروجی (محصول نارنگی) (kg)	۲۵۷۲۷/۷۲	۶۵۷۵/۰۹	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

در شکل ۱ سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای برای هر یک از نهاده‌های مصرفی، در راستای توسعه پایدار کشت محصول نارنگی در استان مازندران نشان داده شده است. نهاده سوخت با انتشار ۲۵۹۹/۹۹ $kgCO_2eq$ و سهم ۵۴/۲۳ درصد، بیشترین میزان انتشار را در بین نهاده‌های مصرفی داشت. میانگین مصرف نهاده سوخت دیزل در تولید نارنگی ۹۴۲/۰۳ L/ha بود که در مقایسه با مصرف سوخت دیزل در تولید انار در مازندران (Troujeni et al., 2018:117) با ۹۱ L/ha بسیار بالا می‌باشد. دلیل بالا بودن مصرف این نهاده، سم‌پاشی زیاد باغ‌های نارنگی و مصرف بالای نهاده سوخت در موتور چاه‌های آب بود که در راستای توسعه پایدار کشت این محصول باید در مصرف این نهاده بیشتر مدیریت شود. میزان انتشار این نهاده در تولید مرکبات در ساری (آقخانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۲۱)، کیوی در گیلان (Nabavi-Pelesaraei et al., 2016c:929) و کلزا در گلستان (Kazemi et al., 2016:699) به‌ترتیب ۵۷۲ $kgCO_2eq$، ۳۲۰ $kgCO_2eq$ و ۳۰۵ $kgCO_2eq$ بود که نشان‌دهنده میزان انتشار زیاد گازهای گلخانه‌ای در مصرف نهاده سوخت در تولید نارنگی در مازندران می‌باشد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]



شکل ۱. سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مصرفی در تولید نارنگی

نهاده کودهای شیمیایی با ۷۵۸/۶۴ $kgCO_2eq$ و ۱۵/۸۲ درصد رتبه دوم را در انتشار گازهای گلخانه‌ای داشت که کود نیتروژن با ۱۳/۳۹ درصد در مقایسه با سایر کودها، بیشترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را در تولید داشت. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث افزایش سهم این نهاده در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید نارنگی شده است. در بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرکبات در ساری، سهم این نهاده در تولید $kgCO_2eq$ ۲۷۵/۵۲ و ۸/۹۱ درصد بود که کمتر از نتایج این پژوهش بود (آقخانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۲۱). مقایسه نتایج دیگر محصولات کشت شده در شمال کشور نیز نشان‌دهنده میزان انتشار زیاد گازهای گلخانه‌ای در مصرف نهاده کودهای شیمیایی برای تولید نارنگی بود (Nabavi-Pelesaraei et al., 2016c:929; Kazemi et al., 2016:699). نهاده ماشین‌های کشاورزی با ۴۶۱/۳۴ $kgCO_2eq$ و ۹/۶۳ درصد در رتبه سوم بود و سهم قابل‌توجهی را در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای داشت. دو نهاده الکتریسیته و کود حیوانی نیز به‌ترتیب با ۸/۸۶ و ۸/۵۸ درصد در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. الکتریسیته فقط برای آبیاری مورد استفاده قرار گرفت که به‌دلیل پایین بودن بازده موتورهای آب، انرژی زیادی در این نهاده هدر می‌رفت. در پژوهش‌های مختلفی در ایران نیز الکتریسیته به‌عنوان یکی از پرمصرف‌ترین نهاده‌ها در تولید محصولات کشاورزی معرفی شده است (Troujeni et al., 2018:117; Royan et al., 2012:444). نهاده سموم شیمیایی نیز با ۲/۸۸ درصد سهم اندکی را در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای داشت.

برآورد هزینه‌های تولید نارنگی

در جدول ۳ نتایج بررسی هزینه نهاده‌های ورودی و شاخص‌های اقتصادی تولید نارنگی، در راستای توسعه پایدار کشت این محصول در استان مازندران ارائه شده است. مجموع هزینه‌های متغیر، ثابت و کل هزینه تولید نارنگی به‌ترتیب ۱۴/۳۷، ۳/۸۸ و ۱۸/۲۵ میلیون تومان در هکتار به‌دست آمد. در بررسی هزینه‌های متغیر، طبق

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

شکل ۲ نهاده نیروی انسانی با ۴/۹۹ میلیون تومان در هکتار و ۳۴/۷۶ درصد بیشترین هزینه را در تولید داشت، که علت آن سنتی بودن عملیات‌های گوناگون کشاورزی و بالا بودن هزینه ساعتی کارگر در منطقه بود. این نتایج را می‌توان با نتایج به‌دست آمده در تولید مرکبات در ساری (آقخانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۲۳) و انار در شهرستان بهشهر (Troujeni et al., 2018:121) مقایسه کرد که نیروی انسانی به‌ترتیب با ۳۹/۳۲ و ۶۴/۰۶ درصد، بیشترین هزینه را در تولید داشت. نهاده ماشین‌های کشاورزی نیز با ۳/۹۴ تومان در هکتار و ۲۷/۴۰ درصد دومین نهاده هزینه‌بر در تولید بود. سه نهاده کودهای حیوانی، الکتریسیته و سوخت نیز مجموعاً با ۷/۹۳ درصد کمترین هزینه را در تولید داشتند که سوخت با ۱/۹۷ درصد کمترین سهم را در هزینه‌های تولید داشت. نهاده سوخت با اینکه بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در بین نهاده‌های مصرفی داشت اما کمترین هزینه را در تولید داشت که علت آن پایین بودن قیمت حامل‌های انرژی در ایران می‌باشد. در پژوهش‌های مختلف دیگری نیز سوخت کمترین هزینه را در بین نهاده‌های مصرفی داشت (Troujeni et al., 2019:5 ;Amoozad-Khalili et al., ۲۰۱۸:۱۲۱).

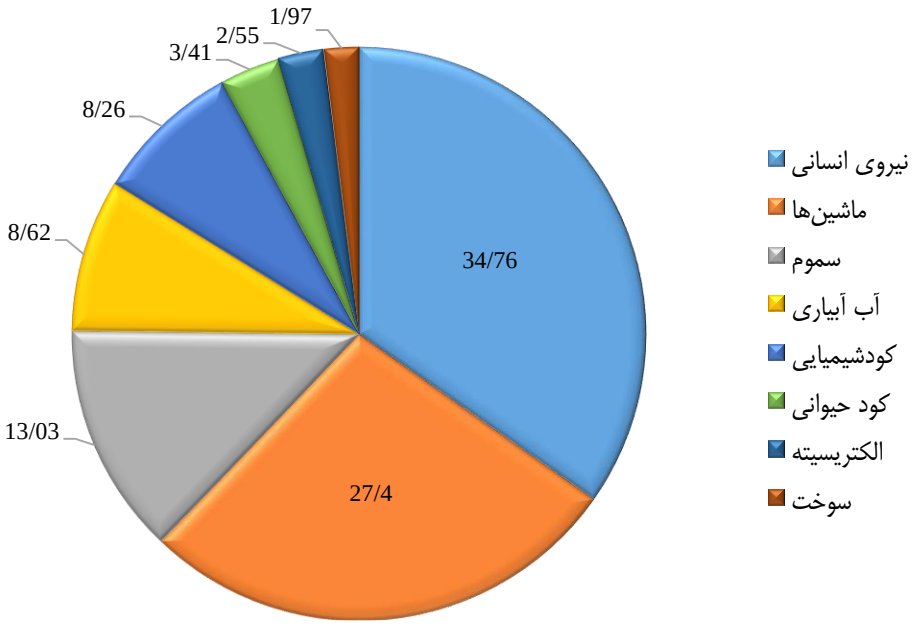
جدول ۳. برآورد هزینه‌های تولید و تعیین شاخص‌های اقتصادی در تولید نارنگی

هزینه‌ها	واحد	نارنگی	
		میانگین	درصد
۱-ماشین‌های کشاورزی	تومان در هکتار	۳۹۳۸۰۵۱	۲۷/۴۰
۲-سوخت گازوئیل	تومان در هکتار	۲۸۲۶۰۸	۱/۹۷
۳-سموم شیمیایی	تومان در هکتار	۱۸۷۳۷۱۵	۱۳/۰۳
۴-کودهای شیمیایی	تومان در هکتار	۱۱۸۶۴۸۴	۸/۲۶
۵-کود حیوانی	تومان در هکتار	۴۸۹۷۷۸	۳/۴۱
۶-الکتریسیته	تومان در هکتار	۳۶۶۵۷۰	۲/۵۵
۷- نیروی انسانی	تومان در هکتار	۴۹۹۶۲۰۳	۳۴/۷۶
۸- آب آبیاری	تومان در هکتار	۱۲۳۸۷۸۵	۸/۶۲
مجموع هزینه‌های متغیر	تومان در هکتار	۱۴۳۷۲۱۹۲	۱۰۰
مجموع هزینه‌های ثابت	تومان در هکتار	۳۸۸۰۴۹۲	-
کل هزینه‌های تولید	تومان در هکتار	۱۸۲۵۲۶۸۴	-
قیمت محصول	تومان بر کیلوگرم	۲۴۱۵	-
ارزش ناخالص تولید	تومان در هکتار	۶۲۱۳۲۴۴۷	-
شاخص‌های اقتصادی			
نسبت سود به هزینه	-	۳/۴۰	-
بهره‌وری اقتصادی	کیلوگرم بر هزار تومان	۱/۴۱	-
درآمد ناخالص	تومان در هکتار	۴۷۷۶۰۲۵۶	-
درآمد خالص	تومان در هکتار	۴۳۸۷۹۷۶۴	-

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

معیار اقتصادی یکی از ارکان مهم در بررسی پایداری و توسعه کشاورزی می‌باشد. در بررسی شاخص-های اقتصادی، مقادیر درآمد خالص و ناخالص و شاخص میانگین نسبت سود به هزینه به‌ترتیب ۴۳/۸۸ و ۴۷/۷۶ میلیون تومان در هکتار و ۳/۰۳ به‌دست آمد که نشان‌دهنده سودآور بودن تولید نارنگی در مازندران بود. میانگین نسبت سود به هزینه برای نارنگی در استان گیلان ۱/۶۲ (Mohammadshirazi et al., ۲۰۱۲:۴۵۲۰)، نارنگی در ساری ۲/۸۱ (آقخانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۲۳) و پرتقال در ترکیه ۲/۳۷ (Ozkan et al., 2004:1829) گزارش شد، که نشان‌دهنده سودآوری بیشتر تولید نارنگی در استان مازندران می‌باشد. مقدار بهره‌وری اقتصادی که یکی از شاخص‌های مهم پایداری در تولید است، در تولید این محصول ۱/۴۱ کیلوگرم بر هزار تومان محاسبه شد، که نشان داد به ازای هر تومان هزینه در تولید، ۱/۴۱ کیلوگرم نارنگی تولید شده است. در بررسی تولید پرتقال و نارنگی در ساری (آقخانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۲۳) مقدار این شاخص به‌ترتیب ۲/۴۶ و ۲/۳۴ کیلوگرم بر هزار تومان و بیشتر از این پژوهش گزارش شد که این اختلاف به‌دلیل تورم سالانه‌ای که در ایران وجود دارد بود. در مجموع نتایج بررسی شاخص‌های اقتصادی حاکی از وضعیت مطلوب پایداری اقتصادی در تولید نارنگی در استان مازندران بود.



شکل ۲. درصد هزینه نهاده‌های مصرف شده در تولید نارنگی

بررسی شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی

استفاده از شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی می‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی پایداری تولید محصولات از دو منظر پایداری اقتصادی و پایداری زیست‌محیطی باشد. همچنین می‌تواند معیار مناسبی جهت مقایسه پایداری یک محصول با محصولات دیگر باشد. در جدول ۴ ارزش شاخص کارایی اقتصادی-

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

زیست‌محیطی، در راستای توسعه پایدار کشت محصول نارنگی در این استان ارائه شد. مقدار این شاخص برای تولید این محصول ۹/۱۵۳ هزار تومان به ازای هر کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن به‌دست آمد که نشان داد به ازای ۹۱۵۳ تومان درآمد خالص که از تولید نارنگی در مازندران به‌دست می‌آید، معادل یک کیلوگرم گاز دی‌اکسیدکربن انتشار یافته است. با کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای یا افزایش درآمد خالص در تولید این محصول می‌توان ارزش این شاخص و در نتیجه پایداری کشت این محصول را افزایش داد. در مقایسه با پژوهش‌های دیگر، مقدار این شاخص در تولید نارنگی در مازندران بیشتر از مقدار این شاخص در تولید کلزا و آفتابگردان در ایتالیا (Forleo et al., 2018b:12) و کمتر از مقدار این شاخص در تولید نیشکر در تایلند (Silalertruksa et al., 2015:607) بود. این مقایسه نشان داد، در یک شرایط درآمدی برابر، مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید نارنگی در مازندران کمتر از تولید کلزا و آفتابگردان در ایتالیا و بیشتر از تولید نیشکر در تایلند است.

جدول ۴. ارزش شاخص کارایی اقتصادی–زیست‌محیطی در تولید هر هکتار نارنگی

محصول	درآمد خالص (تومان در هکتار)	انتشار گازهای گلخانه‌ای ($kgCO_2eq$)	شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی (تومان / ۱۰۰۰ $kgCO_2eq$)
نارنگی	۴۳۸۷۹۷۶۴	۴۷۹۴/۱۸	۹/۱۵۳

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

مدل‌سازی مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و عملکرد

مدل‌سازی بین نهاده‌های ورودی و عملکرد کمک می‌کند تا بتوانیم نهاده‌هایی که بیشترین تأثیر را در افزایش پایداری تولید دارند شناسایی کنیم. نتایج حاصل از ارزیابی و بررسی چهار نوع مدل رگرسیونی شامل خطی، ۲□□ (اثرات متقابل)، درجه دوم کاهش‌یافته و درجه دوم در مدل‌سازی مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و عملکرد در جدول ۵ ارائه شده است. با بررسی سه معیار R^2، RMSE و MAPE، مدل درجه دوم بخاطر داشتن بیشترین مقدار R^2 و کمترین مقدار درصد خطای نسبی، به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد. تاکنون در بیشتر پژوهش‌هایی که در رابطه با مدل‌سازی مصرف نهاده‌ها و عملکرد محصولات کشاورزی انجام شده بود، تنها از مدل خطی استفاده شد اما در این پژوهش چهار نوع مدل رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفت (Salehi et al., 2014:5; Troujeni et al., 2018:114; Beigi et al., 2016:1).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۵. نتایج ارزیابی چهار مدل رگرسیونی در مدل‌سازی مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و عملکرد نارنگی

مدل	RMSE	MAPE	R^2
خطی	۲۳۵۹/۰۳	۸/۱۹۱	۸۷/۱۳
اثرات متقابل (□□۲)	۱۸۷۰/۷	۲/۵۴۱	۹۶/۶۳
درجه دوم	**۱۹۶۰/۲۸**	**۰/۳۷۷**	**۹۸/۲۷**
درجه دوم کاهش‌یافته	۱۲۷۶/۷۶	۴/۲۸۴	۹۶/۲۳

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

در گام بعدی به‌منظور تعیین بهترین مدل، ضرایبی که معنی‌دار نبودند از مدل حذف شد و بهترین مدل ارزیابی انتخاب شد که در جدول ۶ ضرایب مدل نهایی نشان داده شده است. تمامی ضرایب موجود در مدل به جز ضرایب مربوط به نهاده کودهای شیمیایی و اثر متقابل بین سوخت و کود دامی در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شدند و دو نهاده کود دامی و کود شیمیایی به‌ترتیب با ضرایب رگرسیونی ۲۵۹/۳ و ۲۵۶/۵ بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد و در نتیجه افزایش پایداری تولید این محصول داشتند. بر اساس ضرایب تعیین شده می‌توان دریافت که مقدار عملکرد با اثر متقابل نهاده سوخت و کود دامی و همچنین با فاکتور درجه دوم نهاده کود دامی اثر معکوس داشته است. در مجموع نتایج مدل‌سازی نشان داد که مدیریت مصرف دو نهاده کود دامی و کود شیمیایی می‌تواند بیشترین تأثیر را در پایداری زیست‌محیطی و در نتیجه توسعه کشت نارنگی در مازندران داشته باشد.

جدول ۶. تخمین ضرایب رگرسیونی مقدار گاز گلخانه‌ای انتشار یافته از نهاده‌ها و عملکرد نارنگی

شاخص‌ها	Estimate	t-Stat
مدل	-۳۳۵۲۵	-۴/۷۳ [a]
ماشین‌ها (x_1)	۳/۴۲۴	۴/۱۲ [b]
سوخت (x_2)	۹۱/۰۶	۱۳/۶۵ [a]
کود شیمیایی (x_3)	-۲۵۶/۵	-۱۳/۶۹ [c]
سموم (x_4)	-۴۵/۹۹	-۵/۸۳ [a]
الکتریسیته (x_5)	-۱۵۹/۹	-۴/۹۲ [a]
کود دامی (x_6)	۲۵۹/۳	۹/۵۵ [a]
کود دامی * کود دامی (x_6^2)	-۰/۳۲	-۱۱/۵۳ [b]
سوخت * کود دامی (x_2*x_6)	-۰/۱۶	-۱۴/۱۵ [c]
کود * الکتریسیته (x_3*x_5)	۰/۱۹	۴/۹۰ [b]
کود * کود دامی (x_4*x_2)	۰/۴۷	۱۳/۰۵ [a]
$Y_{Tangerine} = -33525 + 3.424\ x_1 + 91.06\ x_2 - 256.5\ x_3 - 45.99\ x_4 - 159.9\ x_5 + 259.3\ x_6 - ۰.۳۱۷۸\ x_6^2 - 0.1583\ x_2*x_6 + 0.1920\ x_3*x_5 + 0.4725\ x_3*x_6$		

حروف a، b و c به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهند

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

مدل‌سازی هزینه نهاده‌ها و درآمد

مدل‌سازی هزینه نهاده‌های مصرفی و درآمد تولید نارنگی در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج بررسی سه معیار R^2، RMSE و MAPE نشان داد که بهترین مدل برای بررسی رابطه میان هزینه نهاده‌ها و درآمد در تولید، مدل ۲□□ بود. مدل □□۲ دارای بیشترین مقدار R^2 و کمترین مقادیر خطا بود. در بررسی ارزیابی اقتصادی دو نظام کشت مکانیزه و نیمه مکانیزه تولید گندم دیم در شهرستان بهشهر نیز از مدل رگرسیونی خطی چندگانه استفاده شد که در آن پژوهش مدل درجه دوم به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد (Amoozad-Khalili et al., 2019:6).

جدول ۷. نتایج ارزیابی چهار مدل رگرسیونی در مدل‌سازی هزینه نهاده‌ها و درآمد نارنگی

مدل	RMSE	MAPE	R^2
خطی	۵/۳۱	۷/۰۹	۸۸/۸۰
اثرات متقابل (□□۲)	**۰/۲۵۲**	**۰/۰۵۲**	**۹۸/۹۷**
درجه دوم	۲/۳۸	۳/۱۹	۹۷/۷۵
درجه دوم کاهش یافته	۲/۸۹	۱/۸۹۰	۹۲/۷۴

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

به‌منظور تعیین بهترین مدل، طبق جدول ۸ تمامی ضرایب موجود در مدل به جز ضرایب مربوط به هزینه نهاده کود دامی و اثر متقابل بین هزینه ماشین‌ها و کود شیمیایی و اثر متقابل بین هزینه کود شیمیایی و آب آبیاری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد و هزینه نهاده کود شیمیایی با ضریب رگرسیونی ۱۸۳/۸ بیشترین تأثیر را بر روی درآمد داشت. همچنین نتایج نشان داد مقدار درآمد با اثر هزینه نهاده‌های ماشین‌ها، سوخت، کود دامی و الکتریسیته و همچنین اثر متقابل هزینه دو نهاده ماشین‌ها و کود شیمیایی اثر معکوس داشته است. در مدل‌سازی هزینه‌های تولید گندم در شهرستان بهشهر نیز هزینه نهاده سوخت اثر معکوس بر درآمد داشته است (عموزاد-خلیلی و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین در مدل‌سازی نهاده‌های ورودی تولید تخمه هندوانه آجیلی در استان گلستان نیز نهاده سوخت بر عملکرد اثر معکوس داشته است (صفری، ۱۳۹۷: ۵۷). در مجموع نتایج مدل‌سازی اقتصادی نشان داد که مدیریت مصرف نهاده کود شیمیایی می‌تواند بیشترین تأثیر را در پایداری اقتصادی و در نتیجه توسعه کشت این محصول داشته باشد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۸. تخمین ضرایب رگرسیونی هزینه نهاده‌ها و درآمد نارنگی

شاخص‌ها	Estimate	t-Stat
ماشین‌ها (x_1)	-۲۰/۸۷	-۳/۳۸ [b]
سوخت (x_2)	-۳۲/۶	-۱/۵۱ [a]
کود شیمیایی (x_3)	۱۸۳/۸	۸/۰۵ [b]
سموم (x_4)	۹۲/۱	۶/۴۳ [a]
نیروی انسانی (x_5)	۲۲/۵۱	۴/۴۷ [a]
آب آبیاری (x_6)	۹۶/۶	۶/۵۶ [a]
الکتریسیته (x_7)	-۳۵/۸	-۲/۳۶ [a]
کود دامی (x_8)	-۱۵۲/۵	-۳/۸۹ [c]
ماشین‌ها*کود (x_3*x_1)	-۰/۰۳	-۵/۵۵ [c]
ماشین‌ها*کوددامی (x_8*x_1)	۰/۰۱	۵/۷۹ [a]
کود * آب آبیاری (x_6*x_3)	۰/۰۲	۶/۸۱ [c]
کود * کوددامی (x_8*x_2)	۰/۰۱	۲/۲۷ [a]
$Y_{Tangerine} = -20.87\ x_1 - 32.6\ x_2 + 183.8\ x_3 + 92.1\ x_4 + 22.51\ x_5 + 96.6\ x_6 - 35.8\ x_7 - 152.5\ \square_8 - 0.026036\ \square_3*\square_1 + 0.007045\ \square_8*\square_1 + 0.017075\ \square_6*\square_3 + 0.000067\ \square_8*\square_2$		

حروف a، b و c به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهند

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

۵) نتیجه‌گیری

اقتصاد روستایی همواره به کشاورزی و فعالیت‌های زراعی و باغی وابسته بوده است. همچنین کشاورزی نقش مهمی در شکل و عملکرد سیستم‌های روستایی داشته و به دنبال آن، تأثیرات مستقیمی بر ماهیت و طبیعت محیط روستایی می‌گذارد. توسعه کشاورزی همواره به‌عنوان یکی از ابعاد توسعه پایدار مورد تأکید بوده و بر نقش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی آن تأکید شده است. در همین راستا لزوم رسیدن به سود بیشتر در کنار اهمیت دادن به مسائل زیست‌محیطی و توسعه پایدار سبب شد تا مفهوم کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی تعریف شود و استفاده از آن به‌عنوان شاخص مناسبی به‌منظور ارزیابی پایداری نظام‌های تولیدی کشاورزی مورد توجه قرار گیرد. با توجه به نقش و سهمی که استان مازندران در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه نارنگی دارد، ارزیابی پایداری تولید این محصول به کمک شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی بررسی شد، تا با استفاده بهینه از منابع و با در نظرگرفتن توأم مسائل مالی و زیست‌محیطی، تولید این محصول در این استان پایدار شده و سبب اشتغال پایدار در مناطق روستایی این استان شود. در این پژوهش ابتدا میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و شاخص‌های اقتصادی در تولید محاسبه

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

شد، سپس ارزش شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی در تولید به‌دست آمد و پایداری تولید محصول نارنگی با دیگر محصولات کشت شده در این استان و نقاط دیگر جهان مورد بررسی قرار گرفت.

در بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای، مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید نارنگی kgCO2eq ۴۷۹۴/۱۸ و نسبتاً بالا به‌دست آمد، که علت آن بهینه نبودن میزان مصرف نهاده‌ها در تولید بود. نهاده سوخت با kgCO2eq ۲۵۹۹/۹۹ و ۵۴/۲۳ درصد بیشترین میزان انتشار را در بین نهاده‌های مصرفی داشت، که علت آن سم‌پاشی زیاد باغ‌ها و مصرف بالای نهاده سوخت در موتور چاه‌های آب بود که در راستای توسعه پایدار کشت این محصول باید در مصرف این نهاده بیشتر مدیریت شود. نهاده کودهای شیمیایی با ۱۵/۸۲ درصد رتبه دوم را در انتشار گازهای گلخانه‌ای داشت که کود نیتروژن با ۱۳/۳۹ درصد بیشترین انتشار را در این نهاده داشت. انجام نشدن نمونه‌برداری از خاک و برگ و استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث افزایش سهم این نهاده و کاهش پایداری زیست‌محیطی در تولید شده بود.

معیارهای اقتصادی یکی از ارکان مهم در بررسی پایداری و توسعه کشاورزی می‌باشد. در همین راستا و در بررسی هزینه‌های تولید، کل هزینه‌های تولید ۱۸/۲۵ میلیون تومان در هکتار و ارزش ناخالص تولید ۶۲/۱۳ میلیون تومان در هکتار به‌دست آمد. هزینه نهاده نیروی انسانی با ۴/۹۹ میلیون تومان در هکتار و ۳۴/۷۶ درصد بیشترین هزینه را در تولید داشت و نهاده ماشین‌های کشاورزی با ۲۷/۴۰ درصد دومین نهاده هزینه‌بر در تولید بود. نهاده سوخت با اینکه بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در بین نهاده‌های مصرفی داشت اما با ۱/۹۷ درصد کمترین هزینه را در بین نهاده‌های مصرفی داشت که علت آن پایین بودن قیمت حامل‌های انرژی در ایران بود. در بررسی شاخص‌های اقتصادی، مقدار درآمد خالص در تولید ۴۳/۸۸ میلیون تومان در هکتار و میانگین نسبت سود به هزینه ۳/۰۳ به‌دست آمد. همچنین مقدار بهره‌وری اقتصادی که یکی از شاخص‌های مهم پایداری اقتصادی در تولید است، ۱/۴۱ کیلوگرم بر هزار تومان محاسبه شد، که نشان داد به ازای هر تومان هزینه در تولید، ۱/۴۱ کیلوگرم نارنگی تولید شده است.

استفاده از شاخص کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی می‌تواند معیار مناسبی جهت مقایسه پایداری کشت یک محصول با محصولات دیگر باشد. در راستای توسعه پایدار کشت این محصول، مقدار این شاخص در تولید ۹/۱۵۳ هزار تومان به ازای هر کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن به‌دست آمد. که نشان داد به ازای ۹۱۵۳ تومان درآمد خالص که از تولید نارنگی در مازندران به‌دست می‌آید، معادل یک کیلوگرم گاز دی‌اکسیدکربن انتشار یافته است. با کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای یا افزایش درآمد خالص در تولید این محصول می‌توان ارزش این شاخص و در نتیجه پایداری کشت این محصول را افزایش داد.

مدل‌سازی بین نهاده‌های ورودی و خروجی کمک می‌کند تا بتوانیم نهاده‌هایی که بیشترین تأثیر را در افزایش پایداری تولید دارند شناسایی کنیم. در بررسی مدل‌سازی مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و عملکرد،

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

مدل درجه دوم به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد که دو نهاده کود دامی و کود شیمیایی بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد و در نتیجه افزایش پایداری زیست‌محیطی این محصول داشتند. در بررسی مدل‌سازی هزینه نهاده‌ها و درآمد، مدل ۲□□ (اثرات متقابل) به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد که هزینه نهاده کود شیمیایی بیشترین تأثیر را بر روی درآمد و پایداری اقتصادی این محصول داشت.

۶) منابع

- اسماعیل‌پور-تروجنی، مهدی، (۱۳۹۳)، **تحلیل انرژی و اقتصادی تولید انار با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی: شهرستان بهشهر)**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

- آقخانی محمدحسین، سعید احمدی‌پور، حمزه سلطانعلی و عباس روحانی، (۱۳۹۷)، **بررسی انتشار گاز گلخانه‌ای، مصرف انرژی و هزینه‌های تولید مرکبات: مطالعه موردی استان مازندران**، فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، سال چهارم، شماره ۱۲، ۲۲۹-۱۸۱.

- آمارنامه جهاد کشاورزی، (۱۳۹۶)، **وزارت جهاد کشاورزی ایران**، آمارنامه محصولات باغی، قابل دسترس در http://www.maj.ir.

- پورطاهری، مهدی، عبدالرضا رکن‌الدین‌افنخاری و مهناز رهبری، (۱۳۹۲)، **تحلیل اثرات اقتصادی و اجتماعی کشت پسته در توسعه روستایی شهرستان دامغان**، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال دوم، شماره ۳، صص ۸۶-۶۹.

- خلیلی، احسان، (۱۳۹۶)، **تحلیل کارایی اقتصادی-زیستمحیطی و عوامل مؤثر بر آن: مطالعه موردی واحدهای صنعتی پرورش گاوشیری استان همدان**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

- رویان، مهسا، (۱۳۹۰)، **ارزیابی میزان مصرف انرژی و تحلیل اقتصادی تولید میوه هلو در باغ‌های استان گلستان**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

- صادقلو، طاهره، حمدالله سجاسی‌قیداری و وحید ریاحی، (۱۳۹۵)، **ارزیابی اثرات زیست‌محیطی صنایع استخراجی معدنی در پایداری نواحی روستایی (مورد: روستاهای پیرامون کارخانه سیمان زنجان)**، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال پنجم، شماره ۱، صص ۱۹۹-۱۷۳.

- صفری، عبدالناصر، (۱۳۹۷)، **ارزیابی مصرف انرژی تولید تخمه هندوانه آجیلی به روش صنعتی**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر.

- طاهرآبادی، فائزه، محمدکریم معتمد و محمدرضا خالدیان، (۱۳۹۵)، **تحلیل موانع و مشکلات مدیریت آب کشاورزی در دستیابی به توسعه پایدار (مورد: شهرستان‌های کنگاو و صحنه در استان کرمانشاه)**، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال پنجم، شماره ۳، صص ۷۰-۵۷.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

- عبدالله‌زاده، غلامحسین، محمدشریف شریف‌زاده و علیرضا خواجه‌شاهکویی، (۱۳۹۴)، **ارزیابی و مقایسه سطوح پایداری در نظام تولید برنج شهرستان ساری**، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال ۴، شماره ۳، صص ۱۳۵-۱۱۱.

- فراهانی، حسین، خدیجه جوانی و اسماعیل کرمی‌دهکردی، (۱۳۹۱)، **تحلیل پایداری اجتماعی-اقتصادی تولید زعفران و تأثیر آن بر توسعه روستایی مورد: دهستان بالا ولایت شهرستان تربت حیدریه**، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال یکم، شماره ۲، صص ۱۱۲-۹۵.

- مطیعی‌لنگرودی، حسن و ابراهیم شمسایی، (۱۳۸۸)، **توسعه و کشاورزی پایدار: از دیدگاه اقتصاد روستایی**، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

- میرحاجی، حمزه، مهدی خجسته‌پور، محمدحسین عباسپور-فرد و مهدوی‌شهری، سیدمحمد، (۱۳۹۲)، **ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید چغندرقند با روش ارزیابی چرخه حیات (مطالعه موردی: مزارع استان خراسان جنوبی)**، بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۲، ۱۲۰-۱۱۲.

- Amoozad-Khalili, M., Rostamian, R., Esmaeilpour-Troujeni, M., & Kosari-Moghaddam, A, ۲۰۱۹, □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□ □□□□-□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ **Production Systems using Multiple Linear Regression Model**, Information Processing in Agriculture.

- Beigi, M., Torki-Harchegani, M., & Ebrahimi, R, 2016, **Sensitivity analysis of energy inputs and cost assessment for almond production in Iran**, Environmental Progress & Sustainable Energy, 35(2), 582-588.

- Bonfiglio, A., Arzeni, A., & Bodini, A, 2017, **Assessing eco-efficiency of arable farms in rural areas,** Agricultural systems, 151, 114-125.

- Cai, Y. P., Huang, G. H., Yang, Z. F., Sun, W., & Chen, B, 2009, **Investigation of public's perception towards rural sustainable development based on a two-level expert system**, Expert Systems with Applications, 36(5), 8910-8924.

- Deytieux, V., Munier-Jolain, N., & Caneill, J, 2016, **Assessing the sustainability of cropping systems in single-and multi-site studies. A review of methods**, European Journal of Agronomy, 72, 107-126.

- Dyer, J. A. and R. L. Desjardins, 2003, **Simulated Farm Fieldwork, Energy Consumption and Related Greenhouse Gas Emissions in Canada,** Biosystems Engineering 85: 503-513.

- Dyer, J. A. and R. L. Desjardins, 2006, **Carbon Dioxide Emissions Associated with the Manufacturing of Tractors and Farm Machinery in Canada,** Biosystems Engineering 93: ۱۰۷-۱۱۸.

- Fang, T., and Lahdelma, R, 2016, **Evaluation of a multiple linear regression model and SARIMA model in forecasting heat demand for district heating system,** Applied Energy, ۱۷۹, ۵۴۴-۵۵۲.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

- Forleo, M. B., Palmieri, N., & Salimei, E, 2018a, **The Eco-Efficiency of the Dairy Cheese Chain: an Italian case study,** Italian Journal of Food Science, 30(2).

- Forleo, M. B., Palmieri, N., Suardi, A., Coaloa, D., & Pari, L, 2018b, **The eco-efficiency of rapeseed and sunflower cultivation in Italy,** Joining environmental and economic assessment. Journal of cleaner production, 172, 3138-3153.

- Ho, T. Q., Hoang, V. N., Wilson, C., & Nguyen, T. T, 2018, **Eco-efficiency analysis of sustainability-certified coffee production in Vietnam,** Journal of Cleaner Production, 183, ۲۵۱-۲۶۰.

- Ichimura, M., Nam, S., Bonjour, S., Rankine, H., Carisma, B., Qiu, Y., & Khrueachotikul, R, ۲۰۰۹, □□□-□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□: □□□□□□□□□ □□□□□□□□-□□□ □□□□□□□□□□ □□□ □□□ □□□□□□ □□ □□□□□□ **Economic Activities on the Environment,** ESCAP: Bangkok, Thailand.

- Kazemi, H., Bourkheili, S. H., Kamkar, B., Soltani, A., Gharanjic, K., & Nazari, N. M, 2016, **Estimation of greenhouse gas (GHG) emission and energy use efficiency (EUE) analysis in rainfed canola production (case study: Golestan province, Iran),** Energy, 116, 694-700.

- Kazemi, H., Kamkar, B., Lakzaei, S., Badsar, M., & Shahbyki, M, 2015, **Energy flow analysis for rice production in different geographical regions of Iran,** Energy, 84, 390-396.

- Khoshnevisan, B., Bolandnazar, E., Shamshirband, S., Shariati, H. M., Anuar, N. B., & Kiah, M. L. M, 2015, **Decreasing environmental impacts of cropping systems using life cycle assessment (LCA) and multi-objective genetic algorithm,** Journal of Cleaner Production, 86, ۶۷-۷۷.

- Khoshnevisan, B., Rafiee, S., & Mousazadeh, H, 2013, **Environmental impact assessment of open field and greenhouse strawberry production,** European journal of Agronomy, 50, 29-۳۷.

- Kraatz, S, 2012, **Energy intensity in livestock operations–Modeling of dairy farming systems in Germany,** Agricultural Systems, 110, 90-106.

- Lal, R, 2004, **Carbon emission from farm operations,** Environment International 30: 981-990.

- Loghmanpour R, Yaghoubi H, Akram A, 2013, **Energy use in citrus production of Mazandaran in Iran,** African Crop Science Journal, 21: 61-65.

- Masuda, K, 2016, **Measuring eco-efficiency of wheat production in Japan: a combined application of life cycle assessment and data envelopment analysis,** Journal of Cleaner Production, 126, 373-381.

- Meul, M., Nevens, F., & Reheul, D, 2009, **Validating sustainability indicators: focus on ecological aspects of Flemish dairy farms,** Ecological indicators, 9(2), 284-295.

- Mohammadi, A., Rafiee, S., Jafari, A., Keyhani, A., Mousavi-Avval, S. H., & Nonhebel, S, 2014, **Energy use efficiency and greenhouse gas emissions of farming systems in north Iran,** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 30, 724-733.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

- Mohammadshirazi, A., & Kalhor, E. B, 2016, **Energy and cost analyses of kombucha beverage production,** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 55, 668-673.

- Mohammadshirazi, A., Akram, A., Rafiee, S., Avval, S. H. M., & Kalhor, E. B, 2012, **An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield in tangerine production,** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(7), 4515-4521.

- Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., & Rafiee, S, 2016a, **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.

- Nabavi-Pelesaraei, A., Fatehi, F., & Mahmoudi, A, 2014, P**rediction of yield and economic indices for tangerine production using artificial neural networks based on energy consumption,** International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR), 4(5), 57-۶۴.

- Nabavi-Pelesaraei, A., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Qasemi-Kordkheili, P., Kouchaki-Penchah, H., & Riahi-Dorcheh, F, 2016b, **Applying optimization techniques to improve of energy efficiency and GHG (greenhouse gas) emissions of wheat production,** Energy, 103, ۶۷۲-۶۷۸.

- Nabavi-Pelesaraei, A., Rafiee, S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., & Shamshirband, S, 2016c, **Modeling energy consumption and greenhouse gas emissions for kiwifruit production using artificial neural networks,** Journal of Cleaner Production, 133, 924-931.

- Namdari, M., Asadi Kangarshahi A. and Akhlaghi Amiri, N, 2011, **Input-output energy analysis of citrus production in Mazandaran province of Iran,** African Journal of Agricultural Research, 6 (11), 2558-64.

- Nikkhah, A., Khojastehpour, M., Emadi, B., Taheri-Rad, A., & Khorramdel, S, 2015, **Environmental impacts of peanut production system using life cycle assessment methodology,** Journal of Cleaner Production, 92, 84-90.

- Ozalp, A., Yilmaz, S., Ertekin, C., & Yilmaz, I, 2018, **Energy Analysis and Emissions of Greenhouse Gases of Pomegranate Production in Antalya Province of Turkey,** Erwerbs-Obstbau, 1-9.

- Ozkan, B., Akcaoz, H., & Karadeniz, F, 2004, **Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey,** Energy Conversion and Management, 45(11-12), 1821-1830.

- Pishgar-Komleh, S. H. and M. Omid and M. D. Heidari, 2013, **On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province,** Energy 59: 63-71.

- Royan M, Khojastehpour M, Emadi B, Ghasemi-Mobtakr H, 2012, **Investigation of energy inputs for peach production using sensitivity analysis in Iran,** Energy Conversion and Management, 64: 441-446.

- Sahabi, H., Feizi, H., & Karbasi, A, 2016, **Is saffron more energy and economic efficient than wheat in crop rotation systems in northeast Iran?,** Sustainable Production and Consumption, ۵, ۲۹-۳۵.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]

- Salehi, M., Ebrahimi, R., Maleki, A., & Mobtaker, H. G, 2014, **An assessment of energy modeling and input costs for greenhouse button mushroom production in Iran,** Journal of cleaner production, 64, 377-383.

- Shalaby, M. Y., Al-Zahrani, K. H., Baig, M. B., Straquadine, G. S., & Aldosari, F, 2011, **Threats and challenges to sustainable agriculture and rural development in Egypt: implications for agricultural extension,** The Journal of Animal & Plant Sciences, 21(3), 581-588.

- Silalertruksa, T., Gheewala, S. H., & Pongpat, P, 2015, **Sustainability assessment of sugarcane biorefinery and molasses ethanol production in Thailand using eco-efficiency indicator,** Applied energy, 160, 603-609.

- Smith, A. J, and Dumanski, J, 1994, **FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management,** World Soil Resources Report, No 73, FAO, Rome.

- Sorensen, C. G., Halberg, N., Oudshoorn, F. W., Petersen, B. M., & Dalgaard, R, 2014, **Energy inputs and GHG emissions of tillage systems,** Biosystems Engineering, 120, 2-14.

- Taheri-Rad, A., Khojastehpour, M., Rohani, A., Khoramdel, S., & Nikkhah, A, 2017, **Energy flow modeling and predicting the yield of Iranian paddy cultivars using artificial neural networks,** Energy, 135, 405-412.

- Thanawong, K., Perret, S. R., & Basset-Mens, C, 2014, **Eco-efficiency of paddy rice production in Northeastern Thailand: a comparison of rain-fed and irrigated cropping systems,** Journal of cleaner production, 73, 204-217.

- Troujeni, M. E., Khojastehpour, M., Vahedi, A., & Emadi, B, 2018, **Sensitivity analysis of energy inputs and economic evaluation of pomegranate production in Iran,** Information processing in agriculture, 5(1), 114-123.

- UNEP, 2004, **Eco-efficiency for the dairy processing industry,** The UNEP Working Group for Cleaner Production in the Food Industry. Environmental Management Centre. The University of Queensland, St Lucia. Australia.

- Van Cauwenbergh, N, Biala, K, Bielders, C, Brouckaert, V, Franchois, L, Garcia Cidad, V, Hermy, M, Mathijs, E, Muys, B, Reijnders, J, Sauvenier, X, Valckx, J, Vanclooster, M, Van der Veken, B, Wauters, E, and Peeters, A, 2007, **SAFE-A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems**. Agric, Ecosyst Environ, Vol 120, No 2–4, pp 229-۲۴۲.

- Van Middelaar, C. E., Berentsen, P. B. M., Dolman, M. A., & De Boer, I. J. M, 2011, **Eco-efficiency in the production chain of Dutch semi-hard cheese,** Livestock science, 139(1-2), ۹۱-۹۹.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-08]