فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی

سال چهارم/ شماره ۱۲/ پاییز ۱۳۹۷/ صفحات ۲۲۹-۱۸۱

بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای، مصرف انرژی و هزینه‌های تولید مرکبات: مطالعه موردی استان مازندران

محمد حسین آقخانی

استاد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)

aghkhani@um.ac.ir

حمزه سلطانعلی

دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد

ha.soltanali@mail.um.ac.ir

سعید احمدی‌پور

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

saeed.ahmadipour@mail.um.ac.ir

عباس روحانی

استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد

arohani@um.ac.ir

در این تحقیق پایداری سه الگوی تولید شامل انتشار گازهای گلخانه‌ای، انرژی مصرفی و هزینه‌های تولید مرکبات در استان مازندران شامل پرتغال و نارنگی مورد تحلیل قرار گرفت. رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد با استفاده از تابع تولید کاب- داگلاس و روش تحلیل حساسیت، ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای از منابع معتبر و تحلیل هزینه‌ها براساس شاخص‌های اقتصادی بوده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دو نهاده کود شیمیایی و سوخت به ترتیب با ۴۸/۵ و ۱۶/۹ درصد، پرمصرف‌ترین نهاده‌ها و دو نهاده کود حیوانی و سوخت با ۴۳/۳۰ و ۱۸/۵۰ درصد، بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را در تولید مرکبات داشتند. نتایج روش تحلیل حساسیت نشان داد با افزایش یک مگاژول در انرژی نهاده‌های ورودی، به‌ترتیب نهاده ماشین‌آلات و سوخت در تولید نارنگی و نهاده سوخت و الکتریسیته در تولید پرتغال، بیش‌ترین تأثیر مثبت را بر روی عملکرد مرکبات داشته‌اند. نتایج تحلیل اقتصادی نشان داد که سه نهاده نیروی کار، سموم شیمیایی و کودهای شیمیایی به‌ترتیب با ۳۹/۳۲، ۲۸/۵۱ و ۲۲/۸۹ درصد بیشترین هزینه‌های متغیر را شامل شدند. درانتها راهکارهای لازمه به منظور بهبود الگوی سه گانه پایداری مورد مطالعه در راستای دست‌یابی به اهداف سیاستی توسعه پایدار در تولید مرکبات پیشنهاد گردید.

واژگان کلیدی: انرژی مصرفی، تولید مرکبات، تحلیل هزینه‌ها، تابع تولید کاب داگلاس، انتشار گازهای گلخانه‌ای

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۶

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

۱. مقدمه

در دنیای امروز مدیریت انرژی یکی از بنیادی‌ترین چالش‌های پیش رو بشرکنونی است. سامانه‌ها و فرآیندهای تولیدی، مصرف کننده انرژی یا تولید کننده آن و یا تلفیقی از این دو می‌باشند. طبق قانون دوم ترمودینامیک انرژی مصرف نمی‌شود، بلکه از حالتی متراکم و غلیظ به شکلی پراکنده و غیرقابل دسترس تبدیل می‌شود (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳). در بخش کشاورزی با توجه به پتانسیل‌های موجود در روستاها برای تولید انرژی، هم‌چنان بخش قابل توجهی از انرژی موردنیاز از منابع خارجی و تجدیدناپذیر تأمین می‌شود (میکائیل و دورکین[1]، ۲۰۰۸) ، (سلطانعلی و همکاران، ۱۳۹۶) و (صادقی و همکاران، ۱۳۹۶). این درحالی است که در کشور ایران با توجه به ذخایر عظیم منابع تجدیدناپذیر انرژی به استفاده و تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر برای تولید انرژی بی‌توجهی بیش‌تری می‌شود. در بسیاری از مطالعات صورت گرفته برای تولید محصولات کشاورزی در ایران، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید محصول کم‌تر از ۱۵ درصد گزارش شده است (طاهری گراوند و همکاران[2]، ۲۰۱۰) ، (موسوی اول و همکاران[3]، ۲۰۱۱) و (پیشگر کومله و همکاران[4]، ۲۰۱۱). استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر و نهاده‌های مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی اثرات سوء زیست محیطی بر جا می‌گذارد، به نحوی که ۴۰ درصد انتشار گاز گلخانه‌ای نیترواکسید مربوط به بخش کشاورزی است (وزارت نیرو، ۲۰۱۰). از این‌رو چشم انداز مدیریت انرژی با رویکرد توجه ویژه به محیط‌زیست از اهمیت فراوانی برخوردار است. از سوی دیگر، یکی دیگر از پارامترهای اساسی در راستای اهداف تولید پایدار، مدیریت بهینه هزینه‌های تولید است. بنابراین لزوم تحقیقات کاربردی با در نظر گرفتن الگوهای پایداری مهم

1. Michael and Dworkin
2. Taheri-Garavand et al.
3. Mousavi-Avval et al.
4. Pishgar-Komleh et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

شامل هزینه، انرژی و نیز اثرات زیست محیطی در حوزه‌های تولیدی به ویژه در بخش کشاورزی پیش از پیش احساس می‌شود. در چند دهه گذشته تولید مرکبات در ایران، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات استراتژیک در حوزه کشاورزی، نقش به سزایی در ایجاد سودآوری، ایجاد فرصت‌های شغلی متنوع و نیز ورود به بازارهای صادراتی ایفا نموده است. براساس سالنامه آماری محصولات باغی سال ۱۳۹۵ مجموع سطح زیر کشت مرکبات در ایران شامل سطح زیر کشت بارور و غیر بارور برابر ۳۰۳۶۲۱ هکتار گزارش‌شده است. میزان تولید مرکبات نیز در ایران در سال ۱۳۹۵ برابر۵۰۷۳۱۶۶ تن می‌باشد. در این بین سطح زیر کشت و میزان تولید مرکبات در استان مازندران به ترتیب با ۱۱۶۱۱۱ هکتار و ۲۳۵۵۰۶۷ تن سالانه، بعد از استان فارس رتبه دوم تولید مرکبات کشور را به خود اختصاص داده است. بیش از ۹۷ درصد تولید مرکبات این استان مربوط به محصولات پرتغال و نارنگی بوده که رتبه نخست را در کشور با سطح زیر کشت ۱۱۲۸۳۱ هکتار و میزان تولید بیش از ۲۳۰۰۰۰۰ تن سالانه دارد (سالنامه آماری کشاورزی، ۱۳۹۵). در این راستا، به منظور مدیریت بهینه نهاده‌های ورودی و مدلسازی روند مصرفی آن‌ها و با هدف حداکثر عملکرد و بهره‌وری تولید، سه الگوی پایداری شامل انرژی مصرفی، هزینه‌ها و اثرات زیست محیطی در تولید مرکبات در استان مازندران مورد مطالعه قرار گرفت. از این رو مهم ترین اهداف مقاله حاضر با توجه به سیر مطالعات پیشین و با هدف دستیابی به الگوهای پایداری در تولید مرکبات به شرح زیر است:

- آیا کارایی انرژی تولید مرکبات با نهاده‌های انرژی ورودی در اختیار در حد قابل قبول می‌باشد؟
- کدامیک از نهاده‌های انرژی بیشترین مصرف را در سامانه تولید مرکبات به خود اختصاص داده‌اند؟
- کدامیک از نهاده‌های انرژی بیشترین اثرات زیست محیطی و هزینه‌های تولید را به خود اختصاص داده‌اند؟

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

- تحلیل حساسیت نهاده‌های انرژی با عملکرد مورد انتظار مبتنی بر تابع تولید کاب داگلاس به چه صورت قابل تفسیر است؟
- سهم انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم و نیز سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به چه صورت نمودار می‌شود؟

در این بخش به بیان مساله و نیز سوالات اصلی پژوهش پرداخته شد، در بخش‌های بعدی به پیشینه پژوهش، تحلیل یافته‌ها و نیز نتایج کلی و پیشنهادات پرداخته شده است.

۲. پیشینه تحقیق

افزایش روز افزون استفاده از ماشین آلات و مکانیزاسیون در حوزه تولید محصولات باغی و زراعی با توجه به افزایش حجم تقاضاها و به دنبال آن افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و انرژی مصرفی ماشین‌ها از یک سو، مصرف بی‌رویه نهاده‌های انرژی مانند انواع سموم و کودهای شیمایی از سوی دیگر، لزوم مدیریت نهاده‌ها با نگاه مدیریت انرژی و زیست محیطی بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا مطالعات قابل توجهی در حوزه مدیریت انرژی و زیست محیطی در بخش کشاورزی در کشور ایران و سایر کشورهای خارجی توسط محققان انجام شده است.

۲-۱. مطالعات داخلی

سیر مطالعاتی قابل توجهی در حوزه مدیریت انرژی و بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید محصولات کشاورزی درکشور ایران صورت گرفته است:

محمدی و همکاران[1] (۲۰۱۰) در مطالعه بر روی تولید کیوی در استان مازندران، میزان انرژی‌های ورودی و کارایی انرژی را به ترتیب ۳۰۲۸۵/۶۲ مگاژول بر هکتار و ۱/۵۴ گزارش کردند و نهاده کودهای شیمیایی با سهمی حدود ۴۷ درصد، به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی

1. Mohammadi et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

در تولید این محصول گزارش شد. مبتکر و همکاران[1] (۲۰۱۲) به بررسی انرژی مصرفی و بررسی حساسیت انرژی ورودی برای تولید یونجه در ایران پرداختند. حساسیت ورودی انرژی با استفاده از روش بهره‌وری فیزیکی حاشیه‌ای[2] و ضریب رگرسیون جزئی بر عملکرد یونجه محاسبه شد. انرژی کل برای تولید هفت سال یونجه، ۸۱۰/۵۷ گیگا ژول بر هکتار محاسبه شد. انرژی الکتریسیته مورد استفاده در سیستم پمپ با ۷۵/۷۹ درصد، بیشترین میزان مصرف انرژی برای تولید یونجه بود. ارزیابی مدل اقتصادی نشان داد که انرژی ماشین‌های کشاورزی مهم ترین ورودی است که بر میزان تولید تأثیر می‌گذارد. نتایج حاصل از تابع تولید کاب داگلاس مطالعه بر روی تولید هلو در استان گلستان نشان داد که تأثیر نهاده‌های نیروی کاری، سوخت، کودهای شیمیایی، کود حیوانی و الکتریسیته بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های ماشین‌آلات، سموم شیمیایی و آب آبیاری بر روی عملکرد منفی بود (رویان و همکاران[3]، ۲۰۱۲). در مطالعه‌ای محققان به تعیین الگوی مصرف انرژی و بررسی رابطه بین نیازهای انرژی و عملکرد، هزینه ورودی و درآمد حاصل از تولید گلابی در استان تهران پرداختند. برای بررسی ارتباط بین ورودی‌های انرژی و عملکرد، هزینه‌های ورودی و درآمد، تابع کاب داگلاس به عنوان بهترین تابع انتخاب شد. از جمله منابع انرژی ورودی، انرژی الکتریکی با سهم ۷۸ درصد از کل انرژی ورودی، بیشترین سهم را داشت. کارایی انرژی و بهره وری انرژی به ترتیب برابر با ۰/۵۱ و ۰/۲۷ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد (طباطبایی و همکاران[4]، ۲۰۱۳). در مطالعه‌ای به بررسی مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید خیار گلخانه‌ای در استان یزد پرداختند. کل انرژی ورودی ۱۲۸۴ گیگاژول بر هکتار و انرژی خروجی ۱۲۵ گیگاژول بر هکتار بود. کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۰/۱ و ۰/۱۲ کیلوگرم بر مگاژول بود. سوخت دیزل و

1. Mobtaker et al.
2. Marginal physical productivity
3. Royan et al.
4. Tabatabaie et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

الکتریسیته بیشترین سهم را در کل انرژی مصرف داشتند. نتایج رگرسیون نشان داد که نیروی انسانی، سوخت دیزل، کود، الکتریسیته و مواد شیمیایی تأثیر زیادی بر عملکرد دارد. مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان ۸۲۷۲۴ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ محاسبه شده است که در آن سوخت دیزل با ۶۱ درصد بیشترین انتشار و به دنبال آن الکتریسیته با ۱۹ درصد و کود با ۱۴ درصد در جایگاه بعدی بودند. پتانسیل گرمایش زمین ۰/۵۳ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ محاسبه شد (پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۳). (سلطانی و همکاران[1]، ۲۰۱۳) به بررسی انرژی ورودی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم در شهرستان گرگان و استان گلستان پرداختند. میانگین کل ورودی و خروجی انرژی به ترتیب ۱۵/۵۸و ۹۴/۴ گیگاژول بر هکتار بود. انتشار گازهای گلخانه‌ای از ۱۱۳۷ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ و ۲۹۱ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ تخمین زده شد. در مطالعه‌ای به بررسی استفاده از روش تجزیه و تحلیل پوشش داده برای بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید گندم پرداخته شد. در این تحقیق، کارایی فنی، کارایی فنی خالص و درجه کارایی تعیین شد. علاوه بر این، اثر بهینه‌سازی انرژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای بررسی شده و میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای مزارع کارآمد با مقادیر ناکارآمد مقایسه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد که ۱۸ درصد تولیدکنندگان از لحاظ فنی کارآمد بوده و میانگین کارایی فنی ۰/۸۲ محاسبه شده است. نتایج نشان داد که کل انتشار گازهای گلخانه‌ای از تولید کنندگان کارآمد و ناکارآمد به ترتیب ۲۷۱۳/۳ و ۲۷۴۰/۸ $kgCO2eq\ ha^{-1}$بود (خوشنویسان و همکاران[2]، ۲۰۱۳). هم‌چنین مطالعاتی در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید محصولات کشاورزی صورت گرفته است. در بررسی تولید کلزا در سه منطقه تراکیا ترکیه، استان‌های گلستان و مازندران ایران به ترتیب ۵۶۲/۸۵، ۶۵۲/۸۶ و ۸۸۷/۳۰ $kgCO_2eq\ ha^{-1}$ گزارش شد (خجسته پور و همکاران، ۱۳۹۲).

1. Soltani et al.
2. Khoshnevisan et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

در مطالعاتی، قاسمی کردخیلی و نبوی پله سرایی[1] (۲۰۱۴) و قاسمی کردخیلی و رهبر[2] (۲۰۱۵) به ترتیب به بررسی انرژی تولید شلیل و گریپ فروت در استان مازندران پرداختند که میزان کل انرژی ورودی به ترتیب ۳۸۹۶۶ و ۴۹۸۲۸/۸ مگاژول بر هکتار گزارش شد. کارایی انرژی تولید این محصولات به ترتیب ۱/۳۶ و ۱/۰۳ اعلام شد. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید این محصولات به‌ترتیب ۲۰/۳ و ۳۵/۲۴ درصد بود. دو نهاده کودهای شیمیایی و سوخت به عنوان پرمصرف‌ترین منابع انرژی در تولید این دو محصول در استان مازندران معرفی شدند. کاظمی و همکاران[3] (۲۰۱۵) در بررسی انرژی مصرفی تولید برنج در استان مازندران، میزان انرژی‌های ورودی و کارایی انرژی را به ترتیب ۶۲۳۸۴ مگاژول بر هکتار و ۱/۴۱ گزارش دادند و نهاده‌های سوخت و ماشین‌آلات به عنوان پرمصرف‌ترین منابع انرژی گزارش شدند. هم‌چنین در مطالعه‌ای، خجسته پور و همکاران[4] (۲۰۱۵) به مدلسازی انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید کلزا در استان مازندران پرداختند که مجموع انرژی‌های ورودی و کارایی انرژی به ترتیب ۲۸۷۰۵/۳ مگاژول بر هکتار و ۱/۴۴ اعلام شد. محمد شیرازی و همکاران[5] (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای به تولید پرتغال در استان مازندران پرداختند که میزان انرژی‌های ورودی و کارایی انرژی به ترتیب ۴۸۹۰۰/۵ مگاژول بر هکتار و ۰/۶۷ گزارش شد و دو نهاده کودهای شیمیایی و مواد شیمیایی به ترتیب با سهمی حدود ۲۶/۹ و ۲۶/۱ درصد به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی در تولید این محصول گزارش شد. این در حالی است که این مطالعه به جریان مدلسازی انرژی و نیز تحلیل اقتصادی هزینه‌های تولید پرداخته نشده است. علاوه بر این بحثی در مورد انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید این محصول نداشته است.

1. Qasemi-Kordkheili and Nabavi-Pelesaraei
2. Qasemi-Kordkheili and Rahbar
3. Kazemi et al.
4. Khojastehpour et al.
5. Mohammadshirazi et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

نبوی پله‌سرایی و همکاران (۲۰۱۶) به منظور تعیین میزان مصرف انرژی، مدل و تحلیل ورودی- خروجی، بهره‌وری انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید هندوانه، به مطالعه پرداختند. نتایج نشان داد که کل متوسط مصرف انرژی برای تولید هندوانه $MJ\ ha^{-1}$ ۴۰۲۲۸/۹۸ بود. همچنین کودهای شیمیایی با ۷۶/۴۹ درصد بیشترین میزان مصرف انرژی را برای تولید هندوانه داشتند. میزان کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و افزوده انرژی به ترتیب ۱/۲۹، ۰/۶۸ کیلوگرم بر مگاژول و ۱۱۷۳۳/۶۴ مگاژول بر هکتار محاسبه گردید. با توجه به تجزیه و تحلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای، میانگین کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در حدود $kgCO_2eq\ ha^{-1}$ ۱۰۱۵محاسبه شد. در تحقیقی کارایی انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و تولید کربن از شلتوک برنج در استان مازندران طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۱۲ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزوده انرژی ۲۷۹۳۲ مگاژول بر هکتار و کارایی انرژی در طول تولید برابر با ۱/۸۳ می‌باشد. نتایج مدل کاب داگلاس نشان داد که ورودی‌های انرژی ماشین آلات، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی و آفت کش‌ها تأثیر مثبت بر عملکرد دارند، در حالی که اثرات بذر و نیروی انسانی منفی بود (فیروزی و همکاران[1]، ۲۰۱۶).

در مطالعه‌ای مردانی و تقوری فر[2] (۲۰۱۶) به ارزیابی مصرف انرژی تولید انگور در آذربایجان غربی همراه با ارزیابی شاخص‌های زیست محیطی در طی کشت پرداختند. نتایج نشان داد که مجموع ورودی و خروجی انرژی برای تولید انگور به ترتیب به ۳۹۹۶۸/۴۹ و ۲۱۸۷۱۳ مگاژول بر هکتار تبدیل شده است. از جمله منابع انرژی، نیتروژن با ۳۵/۶ درصد و آب آبیاری با ۲۱/۸۱ درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. ارزش مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید انگور $kgCO2eq\ ha^{-1}$ ۸۵۸/۶۲۱ با بیشترین مقدار برای کودهای شیمیایی و آب آبیاری به دست آمد. در مطالعه بر روی تولید انار در استان مازندران میزان انرژی‌های ورودی و کارایی انرژی به

1. Firouzi et al.
2. Mardani and Taghavifar

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

ترتیب ۱۱۱۹۵/۰۶ مگاژول بر هکتار و ۱/۱۸ گزارش شد و نهاده سوخت با سهمی حدود ۴۵/۸۱ درصد، به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی در تولید این محصول گزارش شد (تروجنی و همکاران[1]، ۲۰۱۷). شریفی[2] (۲۰۱۸) میزان مصرف انرژی و یافتن رابطه بین نیازهای انرژی و عملکرد در هر هکتار مزارع ملون در استان خراسان رضوی را بررسی نمود. مجموع انرژی ورودی در تمام مراحل تولید ملون به ترتیب به ۱۰۶۹۳۳۲/۲۶ MJ ha^{-1} برآورد شد. سوخت و کود زراعی بیشترین میزان مصرف انرژی را برای تولید این محصول داشتند. کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۰/۱۸ و ۰/۲۳ kg MJ^{-1} به‌دست آمد. در این تحقیق، به منظور تجزیه و تحلیل رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌های انرژی، از تابع کاب داگلاس استفاده شد.

۲-۲. مطالعات خارجی

مطالعات خارجی فراوانی در حوزه انرژی محصولات کشاورزی و بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای صورت گرفته است. در مطالعه‌ای، محققان به تحلیل انرژی مصرفی تولید چغندرقند در کشور انگلستان پرداخته شد. نتایج مطالعه حاکی از آن بود که سوخت‌های فسیلی نقش عمده‌ای در فرآیند تولید چغندرقند داشته و نیز اثرات گازهای گلخانه‌ای در آن با هدف کاهش آلاینده‌های گازی مورد بررسی قرار گرفت (تزیلیواکیس و همکاران[3]، ۲۰۰۵). سیر مطالعات صورت گرفته در حوزه انرژی مصرفی در تولید محصولات کشاورزی در کشور تایلند نشان داد که سوخت‌های فسیلی با بیشترین مصرف انرژی، سهم ویژه‌ای در تولید داشته‌اند که مهم‌ترین عامل افزایش آن گسترش مکانیزاسیون در سطح منطقه با به‌کارگیری ماشین آلات کشاورزی گزارش شد (نگوین و همکاران[4]، ۲۰۰۷).

1. Troujeni et al.
2. Sharifi
3. Tzilivakis et al.
4. Nguyen et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

کیزیلاسلان[1] (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای به تجزیه و تحلیل انرژی ورودی- خروجی تولید گیلاس در استان توکات ترکیه پرداخت. نتایج نشان داد که کود با ۴۲ درصد، بالاترین مقدار مربوط به انرژی مصرفی در تولید گیلاس است و به دنبال آن، برق و سوخت دیزل به ترتیب با ۲۲ و ۲۱ درصد در جایگاه بعدی قرار دارند. هم‌ارزی انرژی مواد شیمیایی، نیروی انسانی، ماشین آلات و آب آبیاری کم به دست آمد. نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی در تولید گیلاس ۰/۹۶ بود.

در مطالعه‌ای محققان به ورودی‌های انرژی و روابط عملکرد محصول در تولید محصولات گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای زمستانی پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار انرژی مصرف شده به کود با ۳۸/۲۲ درصد، برق با ۲۷/۰۹ درصد، کود با ۱۷/۳۳ درصد و روغن دیزلی با ۱۳/۶۵درصد نسبت داده شد. میانگین عملکرد و مصرف انرژی به ترتیب ۵۷۹۰۵/۱ کیلوگرم بر هکتار و ۶۱۴۳۴/۵ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. نتایج همچنین نسبت انرژی خروجی- ورودی، بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه را به ترتیب ۰/۸ ، ۱/۰۶۱ مگاژول بر تن و ۰/۹۴ کیلوگرم بر مگاژول تعیین نمود. علاوه بر این، تابع تولید کاب داگلاس برای بررسی ارتباط بین اشکال مختلف مصرف انرژی مورد استفاده قرار گرفت (اوزکان و همکاران[2]، ۲۰۱۱).

اکدمیر و همکاران[3] (۲۰۱۲) به تجزیه و تحلیل مصرف انرژی و هزینه‌های ورودی برای تولید سیب در ترکیه پرداختند. مقدار مصرف انرژی کود شیمیایی به ویژه نیتروژن با ۴۱/۰۳ درصد، بیشترین سهم را در کل نیازهای انرژی داراست و به دنبال آن الکتریسیته با ۲۹/۲۱ درصد در جایگاه دوم قرار دارد. تولید سیب در مجموع ۴۳۴۰۴/۳۱ مگاوژول بر هکتار مصرف کرد. نسبت انرژی برای سیب ۱/۵۱ بود. انرژی ویژه، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و انرژی افزوده محصول به ترتیب ۱/۵۹ مگاژول بر کیلوگرم، ۰/۶۳ کیلوگرم بر مگاژول، ۳/۳۱ مگاژول تن بر

1. Kizilaslan
2. Ozkan et al.
3. Akdemir et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

لیتر و ۲۲۱۰۳/۸۳ مگاژول بر هکتار بود. ۹۵/۷۶ درصد از کل انرژی مصرف شده در تولید سیب، انرژی تجدید ناپذیر و ۴/۰۱ درصد از کل انرژی مصرف شده در تولید سیب را انرژی تجدید پذیر تشکیل داده است. از سوی دیگر، تولید محصولات کشاورزی در واقع فرآیندی است که در آن انرژی نهاده‌های کشاورزی به انرژی ستانده‌ها (محصول) تبدیل می‌شود. تبدیل انرژی در مرزعه را می‌توان به صورت یک تابع تولید نشان داد. در این راستا در مطالعات حوزه انرژی در کشاورزی، یکی از توابع پرکاربرد به منظور تحلیل حساسیت یا تعیین کشش تولید، تابع تولید کاب داگلاس[1] است. با توجه به تغییرات یا پراکندگی نسبتا زیاد داده‌های به دست آمده از سوی کشاورزان و کارشناسان به عنوان یک جامعه آماری، در تابع تولید کاب داگلاس با بهره‌گیری از روش لگاریتمی تا حد امکان پراکندگی داده‌ها کم شده (تمایل به نرمالیزه شدن داده‌ها) و قابلیت یا صحت مدل رگرسیونی را در پیش بینی با کمترین خطا بهبود می‌بخشد.در مطالعه‌ای محققان به تجزیه و تحلیل انرژی ورودی- خروجی تولید سبزیجات در گلخانه و سر زمین در اندونزی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که کل انرژی ورودی مورد استفاده در تولید گلخانه گوجه‌فرنگی، فلفل‌قرمز و کاهو به ترتیب ۴۷/۶۲، ۵۸/۸۴و ۲۴/۵۴ گیگاژول بر هکتار بود. در حالی که نیاز به کل انرژی ورودی برای تولید گوجه‌فرنگی، فلفل‌قرمز و کاهو در زمین کشاورزی به ترتیب ۴۹/۰۱، ۵۷/۹۴ و ۲۳/۸۷ گیگاژول بر هکتار بود. نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی گوجه‌فرنگی و فلفل‌قرمز تولید شده در گلخانه‌ها بیشتر از تولید این محصولات در زمین کشاورزی است، اما نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی کاهو تولید شده در زمین کشاورزی دو برابر تولید کاهو در گلخانه بود (کاسواردهانی و همکاران[2]، ۲۰۱۳).

1. Cobb douglas utility function
2. Kuswardhani et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

لیو و همکاران[1] (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای سامانه‌های تولید انرژی در تولید کاساوا در چین را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که انرژی صرف شده در مرحله تولید کودهای نیتروژنه بیشترین سهم را داشته و نیز به منظور مدیریت بهینه سوخت‌های فسیلی بهره‌گیری از سوختهای تجدیدپذیر نظیر بیواتانول ناشی از تولید کاساوا با هدف مدیریت سوخت مصرفی و نیز کاهش انتشارات زیست محیطی پیشنهاد گردید. فلورس و همکاران[2] (۲۰۱۶)، مصرف انرژی و انتشار CO_2 تولید بادمجان در فیلیپین را تجزیه و تحلیل کردند. بر این اساس، انرژی ورودی و خروجی تولید بادمجان به ترتیب ۷۷۳۴۲/۰۹ و ۲۳۳۹۰۵/۵۰ مگاژول بر هکتار بود. سوخت دیزل و کود شیمیایی بیشترین سهم انرژی مورد استفاده در تولید بادمجان را به خود اختصاص داد. نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۳/۰۲ و ۰/۵۱ کیلوگرم بر مگاژول بود. کل گازهای گلخانه‌ای تولید شده از بادمجان ۵۸۴۳/۳۵ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ بود. به طور کلی بیشترین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای در تولید بادمجان به دیزل، کیسه‌های پلاستیکی و کود شیمیایی به ترتیب با ۴۱/۵۵، ۳۹/۰۱و ۱۷/۱۵ درصد نسبت داده شد. کل کربن تولید شده با استفاده از ورودی‌های کشاورزی برابر با ۱۵۹۳/۶۴کیلوگرم کربن بر هکتار بود در حالی‌که کربن تولید شده از عملکرد بادمجان ۱۷۸۴۰/۲۵کیلوگرم کربن بر هکتار بود. نسبت کربن در تولید بادمجان ۱۱/۱۸ به دست آمد.

یوان و پنگ[3] (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به تجزیه و تحلیل انرژی ورودی- خروجی تولید برنج در شیوه‌های مختلف مدیریت محصولات در چین مرکزی پرداختند. برای انجام این ارزیابی، با استفاده از یک تجزیه و تحلیل انرژی ورودی- خروجی، انرژی ورودی و کارایی انرژی را در کار کشاورزان و کار ساده شده و کاهش ورودی تعیین شد. نتایج نشان داد که انرژی ورودی،

1. Liu et al.
2. Flores et al.
3. Yang and Peng

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

انرژی خروجی و عملکرد دانه برنج در کار کشاورزان به ترتیب ۳۴۵۴۴/۴ مگاژول بر هکتار، ۲۵۴۴۱/۵ مگاژول بر هکتار و ۲۶۶۷۴۴/۹ کیلوگرم بر هکتار و برای کار ساده شده و کاهش ورودی، ۲۳۴۳۹۳ مگاژول بر هکتار، ۹۱۷۱/۳ مگاژول بر هکتار و ۸۴۴۹/۹ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. انرژی ویژه در کار ساده شده و کاهش ورودی ۳/۰۱ مگاژول بر کیلوگرم و در کار کشاورزان ۳/۷۶ مگاژول بر کیلوگرم به دست آمد که نشان می‌دهد انرژی مورد استفاده برای تولید یک واحد دانه در کار ساده شده و کاهش ورودی کمتر از کار کشاورزان است. باران و همکاران[1] (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به انجام تجزیه و تحلیل انرژی تولید انگور در منطقه بسنی استان آدیامان ترکیه پرداختند. در تولید انگور آلی، انرژی ورودی و خروجی به ترتیب ۲۴۸۷۵/۰۶ و ۱۶۳۴۳۰ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و افزوده انرژی در تولید انگور آلی به ترتیب برابر با ۶/۵۷، ۰/۵۶ کیلوگرم بر مگاژول، ۱/۷۹ کیلوگرم بر مگاژول و ۱۳۸۵۵۴/۹۴ مگاژول بر هکتار بود.

در مطالعه‌ای، میزان مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به دو سیستم تولید کاهو، در کشت خاکی متداول و سیستم هیدروپونیک، با ۳ سناریو مخلوط آب نمکی و آب شیرین مورد بررسی قرار گرفت. مصرف انرژی ویژه در کشت خاکی و هیدروپونیک به ترتیب ۳/۶۱ و ۴/۲۳ مگاژول بر کیلوگرم به دست آمد. انتشار گازهای گلخانه‌ای ویژه برای سیستم هیدروپونیک و کشت خاکی به ترتیب ۰/۱۱ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ و ۰/۲۳ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ بود. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را برای کشت هیدروپونیک ۹ درصد و در برای سیستم‌های کشت خاکی ۲ درصد کاهش دهد (مارتینزمیت و همکاران[2]، ۲۰۱۸).

1. Baran et al.
2. Martinez-Mate et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

در مطالعه‌ای محققان به بررسی تجزیه و تحلیل انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید انار در استان آنتالیا ترکیه پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که ۵۰۶۰۵/۵ مگاژول بر هکتار از کل انرژی ورودی برای ۷۶۲۵۲/۳ مگاژول بر هکتار برای انرژی خروجی انار مورد نیاز بود. مقدار متوسط انتشار CO_2 نیز محاسبه شده است که ۱/۷۳ تن CO_2 بر هکتار و ۸۸/۱ کیلوگرم CO_2 در هر ۱۰۰۰ کیلوگرم تولید انار است. الکتریسیته، کود و آفت کش‌ها بیشترین مشارکت را در انتشار گازهای گلخانه‌ای داشتند. تجزیه و تحلیل رگرسیون نشان داد که استفاده بیش از حد از ماشین آلات و مواد سوخت باعث کاهش تولید انرژی در انار می‌شود (اوزالپ و همکاران[1]، ۲۰۱۸). یوناکیتان و آیدین[2] (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به مقایسه کارایی مصرف انرژی و تحلیل اقتصادی تولید گندم و آفتابگردان در ترکیه پرداختند. کل انرژی ورودی در تولید گندم و آفتابگردان به میزان ۲۳۲۳۱ و ۱۰۱۳۹ مگاژول بر هکتار برآورد شده و انرژی خروجی تولید گندم و آفتابگردان ۸۱۷۲۰ و ۳۸۲۵۰ مگاژول بر هکتار به دست آمد. کارایی انرژی، بهره وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی افزوده تولید گندم به ترتیب ۳/۵۲، ۰/۱۹ کیلوگرم بر مگاژول، ۵/۱۶ مگاژول بر کیلوگرم و ۵۸۴۸۹ مگاژول بر هکتار و ۳/۷۷، ۰/۱۵ کیلوگرم بر مگاژول، ۶/۶۳ مگاژول بر کیلوگرم و ۲۸۱۱۱ مگاژول بر هکتار در تولید آفتابگردان به دست آمد. نسبت سود به هزینه ۱/۲۰ برای گندم و ۱/۰۲ برای آفتابگردان محاسبه شده است.

براساس مرور منابع صورت گرفته، تاکنون مطالعه‌ای با در نظر گرفتن سه عامل جامع در راستای توسعه پایدار شامل انرژی، اثرات زیست محیطی و هزینه‌های اقتصادی به ویژه بر روی تولید مرکبات در استان مازندران صورت نگرفته است، لذا لزوم توجه به جریان انرژی‌های ورودی و خروجی تولید مرکبات در استان مازندران و مقایسه تولید این محصول با سایر محصولات کشت شده در شمال کشور و همچنین تولید آن‌ها از جنبه‌های اقتصادی از اهمیت

1. Ozalp et al.
2. Unakitan and Aydin

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

ویژه‌ای برخوردار است. علاوه بر جنبه‌های انرژی و اقتصادی تولید مرکبات، نباید از آثار زیست محیطی به ویژه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مصرفی غافل شد. بنابراین هدف از این تحقیق، مطالعه جامع با بررسی انرژی‌های ورودی و خروجی، مدلسازی انرژی مصرفی، تحلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای و نیز بررسی هزینه تولید مرکبات در استان مازندران است.

۳. مبانی نظری

مفهوم توسعه پایدار برای اولین بار توسط سازمان ملل متحد در سال ۱۹۷۲ مطرح گردید. برای توسعه پایدار تعاریف متعددی وجود دارد، در واقع توسعه پایدار به معنای تلفیق اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای حداکثر سازی رفاه انسان فعلی بدون آسیب به توانایی نسل‌های آتی برای برآوردن نیازهای آن‌ها می‌باشد. به‌عبارتی دیگر، توسعه پایدار را می‌توان به عنوان توسعه‌ای تعریف کرد که نیازهای نسل فعلی را بدون ایجاد اشکال در توانایی نسل‌های آینده در بر آوردن احتیاجات خود تأمین می‌کند (زاهدی، ۱۳۹۵).

در مطالعه حاضر ابتدا به ابعاد و جنبه‌های مختلف توسعه پایدار پرداخته شده و سپس نگاه تخصصی و نظری آن درحوزه کشاورزی بحث شده است. مهم‌ترین جنبه‌های‌ مورد بررسی در توسعه پایدار به شرح زیر است:

- توسعه پایدار از منظر محیط زیستی: به خطر افتادن نسل موجودات زنده، انهدام جنگل‌ها و آلوده شدن هوا و آب، کمیت یا مقدار انرژی مصرف شده و استفاده از مواد خطرناک از جنبه‌های مورد توجه توسعه پایدار از منظر زیست محیطی می‌باشد. یک نظام زیست محیطی پایدار باید از منابع حیاتی حمایت کند و از بهره‌برداری بی‌رویه از منابع تجدیدپذیر و نیز از کارکردهایی که منجر به تخریب محیط زیست می‌شود، جلوگیری کند.

در این بین یکی از مؤلفه‌های تأثیرگذار بر توسعه پایدار، تعامل بین مصرف انرژی و محیط‌زیست است، به‌طوری‌که مصرف انرژی و مشکلات محیط زیستی به طور تنگاتنگی به یکدیگر مرتبط‌اند، زیرا تقریباً غیر ممکن است که انرژی تولید شود، انتقال یابد و مصرف شود

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

بدون اینکه اثرات محیط زیستی به دنبال نداشته باشد. آلودگی هوا، آلودگی آب، تغییرات دمایی و پراکنده شدن ضایعات جامد از جمله مشکلات محیط زیستی هستند که به‌طور مستقیم به تولید، انتقال و مصرف انرژی مربوط می‌شود (قربانی ، ۱۳۸۸). امروزه سطح تولید در کشورهای در حال توسعه عموماً بر پایه استفاده از منابع محدودی مثل سوخت‌های فسیلی، منابع آبی و دیگر نهاده‌های تجدیدناپذیر است که نگرانی‌های زیست محیطی را در پی داشته، به طوری که در نشست‌های جهانی توسعه پایدار بر لزوم افزایش کارایی انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر جهت کاهش تبعات و صدمات محیط زیستی بخش انرژی در هر کشور و در جامعه جهانی تاکید ویژه‌ای صورت گرفته است (قربانی ، ۱۳۸۸).

در این بین استفاده از انرژی‌های فسیلی مهم‌ترین عامل انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی جو می‌باشد. جو یک کالای عمومی جهانی بوده و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در هر کشور، منافع خارجی جهانی را در بردارد. دی اکسیدکربن به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای که نقش مهمی در بحث‌های مربوط به محیط زیست و توسعه پایدار داشته و به عنوان عامل اصلی گرمایش جهانی تشخیص داده شده است. این گاز مستقیماً به استفاده از انرژی، که عامل اساسی تولید و مصرف می‌باشد، مرتبط است و مقدار سرانه انتشار این گاز همواره باید در سیاست‌های اقتصادی و محیط زیستی مدنظر قرارگیرد (لطفعلی پور و آشنا، ۱۳۸۹).

بیش از یک پنجم انتشار دی اکسید کربن جهانی از فعالیت‌های بخش حمل و نقل ناشی می‌شود، همچنین بیش از یک چهارم برق جهان توسط خانوارها و در بخش مسکونی مصرف می‌شود که این مقادیر در هر دو نوع کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه رو به افزایش است. اگر چه در برخی کشورها فناوری گازهای فشرده غیرگلخانه‌ای برای تولید برق کاربرد دارد اما باز هم دو سوم برق تولید شده از سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌شود. همچنین این نکته نیز باید مورد توجه قرار گیرد که بسیاری از گزینه‌های جایگزین سوخت‌های فسیلی نیز اثرات محیط

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

زیستی نامطلوبی به همراه دارند (لیدل[1]، ۲۰۱۳). بدین ترتیب تأثیرات محیط زیستی فعالیت‌های بشر، بسیاری از دست آوردهایش را زیر سؤال برده و موضوع حفاظت از محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن را به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های فرآروی جامعه جهانی مطرح کرده است. به همین دلیل در سال‌های گذشته نشست‌ها و کنفرانس‌های متعددی در این رابطه برگزار شده و به دنبال آن‌ها، کنوانسیون‌های منطقه‌ای و بین المللی زیادی نیز به منظور مقابله با اثرات محیط زیستی فعالیت‌های بشر منعقد شده است. کنوانسیون تغییر آب و هوا و پیرو آن پروتکل کیوتو[2] از اقداماتی است که در راستای حفاظت از محیط زیست توسط جامعه جهانی اجرایی شده است (رحیمی و بختیار، ۱۳۸۵).

- توسعه پایدار از منظر اقتصادی: به طور طبیعی بیشتر تصمیمات، اتخاذ آن‌ها برمبنای بیلان سود و زیان (هزینه) می‌باشد. هزینه‌ها و سودها براساس چگونگی ارضاء خواست‌ها یا ارجحیت تعریف می‌شوند. اگر چیزی یکی از خواست‌ها را برآورده کند، آن‌را سود می‌نامیم، اما اگر چیزی باعث نزول و کاستی خواست‌ها شود، به آن هزینه می‌گوییم. آن چه بیان گردید، تجزیه و تحلیل سود- هزینه است که به طور سنتی در اقتصاد به کار برده می‌شود. در این راستا نحوه ارزیابی سود و زیان در فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی مهم است (پیرس[3]، ۱۹۹۳). به طور کلی جنبه‌های اقتصادی متفاوت با جنبه‌های مالی است. جنبه مالی مرتبط با ترازنامه مثبت مالی و توانایی یک سازمان برای نیازهای انسانی و یا زیست محیطی است، لیکن جنبه اقتصادی از ترازنامه مالی فراتر است و مواردی را مانند فقر جهانی، تأثیر نظام اقتصادی بر بازرگانی، سرمایه‌گذاری و توزیع ثروت و همچنین تولید ناخالص ملی و تولید ناخالص داخلی را شامل می‌شود. یک نظام اقتصادی پایدار باید به تولید کالاها و خدماتی

1. Liddle
2. Kyoto Protocol
3. Pearce

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

بپردازد که از بی‌تعادلی جامعه در بخش‌های مختلف اقتصادی جلوگیری نموده و به تولیدات کشاورزی و صنعتی آسیب وارد ننماید. بعد اقتصادی توسعه پایدار شامل رشد و سایر پارامترهای اقتصادی است ودر آن رفاه فرد و جامعه باید از طریق استفاده بهینه وکارایی منابع طبیعی و توزیع عادلانه منافع، حداکثر شود. پایداری در اقتصاد را می‌توان در ایجاد رشد عادلانه و متوازن جامعه انسانی و تضمین بهره‌مندی تک تک انسان‌ها در طول زمان بدون آسیب وارد آوردن به منابع زیستی، طبیعی و فرهنگی تعریف نمود. در توسعه اقتصادی به ظرفیت‌های تولیدی جامعه اعم از ظرفیت‌های انسانی و فیزیکی توجه شده و به استفاده بهینه و کارایی منابع و توزیع عادلانه منافع حاصله اقدام می‌شود. در توسعه اقتصادی بسط و گسترش زیر ساخت‌ها از اولویت‌های جامعه است، زیر ساخت‌هایی که با نگرش استفاده بلند مدت و بادوام ساخته شده‌اند (زاهدی، ۱۳۹۵).

از سوی دیگر یکی از جنبه‌های مورد بررسی، ارائه مناسب رابطه بین یک سیستم اقتصادی و محیط‌زیستی است. از این دیدگاه سیستم اقتصادی شامل مجموعه‌ای از نهادها و فعالیت‌هایی است که برای تخصیص کارآمد و بهینه منابع و فراهم آوری سود و منفعت درنتیجه خواست‌ها و تمایلات بشری طراحی و به اجرا در می‌آید و محیط‌زیست، متشکل از اکوسیتم‌ها یا روابط درونی بین گونه‌های جاندار به تنهایی و یا با ساختار غیر زنده یا غیرجاندار محیط است. بیشتر مدل‌های اقتصادی از روابط درونی اقتصاد با محیط‌زیست صرف‌نظر کرده‌اند. در عمل (واقعیت) خلاف این موضوع را ثابت می‌کند. اقتصاد، یک سیستم باز و گردشی است که تنها در صورتی می‌تواند کارکرد خویش را انجام دهد که از جانب نهادها و تشکیلات زیست محیطی حمایت شود. یک اقتصاد موثر و کارآمد باید مقادیر زیادی از مواد فیزیکی را استخراج کرده، فرآیند نموده و ضایعات و آلودگی‌های آن را حذف کند.

تأثیرات متقابل اقتصاد و محیط زیست به بهترین نحو توسط مدل تعادل مواد، که بر مبنای قوانین اول و دوم ترمودینامیک استوار است، بیان می‌گردد. این مدل، اقتصاد را به صورت یک سیستم فرآیند مواد و تبدیل فرآورده‌ها نشان می‌دهد. مواد مفید وارد سیستم اقتصادی شده و

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

سپس مجموعه تغییراتی در وضعیت انرژی و آنتروپی (سودمندی) آن‌ها پدید می‌آید. سرانجام پس از یک فاصله زمانی، بازده غیرتولیدی سیستم می‌تواند همراه با مواد باقی مانده بدون استفاده (ضایعات) که از نقاط مختلف فرآیند اقتصادی به محیط بازگردانده شده اند، مجدداً به گردش درآید(آیرس و نیز[1]، ۱۹۶۹).

- توسعه پایدار از منظر اجتماعی: بعد اجتماعی مربوط به انسان و در برگیرنده حقوق بشر است. دسترسی مردم به آموزش و بهداشت و یا عدم استثمار و سوء استفاده از انسان مربوط به این بعد می‌باشند. در دنیای امروز توسعه پایدار ضرورتی اجتناب ناپذیر است. برخلاف الگوهای پیشین توسعه، رویکرد توسعه پایدار بر توسعه همه جانبه تاکید داشته و عدالت اجتماعی و ملاحظات محیط زیستی از جمله ابعاد اساسی آن تلقی می‌شود (قنبری و برقی، ۱۳۸۷).

علاوه بر بیان تعاریف ریشه‌ای جنبه‌های مختلف توسعه پایدار که می‌تواند در بخش‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد، در مطالعه حاضر نگاه ویژه‌ای به بررسی شاخص‌های پایداری در بخش کشاورزی شده است، از مهم‌ترین دلایل اصلی پررنگ شدن مباحث توسعه پایدار در بخش کشاورزی، می‌توان به نقش بی‌بدیل این بخش در توسعه‌ی اقتصادی کشورها اشاره کرد. در ایران نیز همانند سایر کشورهای درحال توسعه، کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی است که درصد قابل ملاحظه و بالایی از تولید و اشتغال را در بر می‌گیرد (عمانی و چیذری، ۱۳۸۵). کشاورزی پایدار نقش مهمی در حفظ منابع تولیدی، تنوع زیستی، تضمین سلامت محیط زیست و سایر جنبه‌های تولید محصولات کشاورزی (اقتصادی، اجتماعی و سیاسی) دارد. توجه به کشاورزی پایدار از نقطه نظر کاهش واردات مواد شیمیایی، صرفه‌جویی ارزی و تکیه بر منابع طبیعی، بیولوژیک و ژنتیکی داخلی از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود

1. Ayres and Kneese

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

.بدون شک تخصیص بهینه نهاده‌های تولیدی، استفاده کم‌تر از نهاده‌های شیمیایی، اجرای عملیات به زراعی و نظام‌های تلفیقی کشاورزی فشرده کشاورزی پایدار را در بر خواهد داشت.

برای پایداری در کشاورزی سه موضوع اهمیت زیادی دارد. اولین موضوع، درآمد کافی به خصوص در بین افراد کم درآمد است. دومین موضوع، قابلیت دسترسی به غذا و مصرف آن و موضوع سوم حفاظت و بهبود منابع طبیعی است (هاتفیلد و کارلن[1]، ۱۹۹۳). بنابراین کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده، کارایی بیشتر در استفاده از منابع دارد و با محیط در توازن است. به عبارتی کشاورزی پایدار باید ازنظر اکولوژیکی مناسب، ازنظر اقتصادی توجیه پذیر و ازنظر اجتماعی مطلوب باشد. از این رو، اعتقاد کلی بر این است که کشاورزی پایدار به دنبال دستیابی به سه هدف کلی اقتصاد کشاورزی سالم، حفظ جامعه روستایی و حفظ محیط زیست است (کورفماخر[2]، ۲۰۰۰). سیستم‌های کشاورزی باید ازنظر اقتصادی کارآمد باشند، از نظر زیست‌محیطی سالم باشند، از نظر اجتماعی قابل قبول باشند و ازنظر سیاسی قابل حمایت باشند (ریوز[3]، ۱۹۹۸).

در بستر تغییر پارادایم در توسعه روستایی بحث پایداری در کشاورزی حضوری جدی یافته است، به طوری‌که امروزه یکی از جنبه‌های مهم در توسعه روستایی، کشاورزی پایدار است. علت اصلی این امر را می‌توان در تاریخ اجرای برنامه‌های انقلاب سبز و کشاورزی مدرن و انتقادات وارد بر آن جستجو نمود. به‌طوری‌که در اکثر قریب اتفاق مناطقی که در آن‌ها فناوری‌های انقلاب سبز تولید را افزایش داده بودند، اثرات زیست محیطی و اجتماعی معکوسی پدید آمده است. به کارگیری بی‌رویه نهاده‌های تولید به منظور افزایش عملکرد طی دهه‌های اخیر و درنتیجه تخریب محیط زیست، اهمیت توجه به پایداری نظام‌های بهره‌برداری و استمرار

1. Hatfield and Karlen
2. Korfmacher
3. Reeves

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

تولید همراه با حفظ منابع طبیعی را دوچندان کرده است. در این راستا پژوهش حاضر به اندازه‌گیری، تحلیل و تبیین پایداری درکشاورزی پرداخته و برای این منظور، منطقه مطالعاتی براساس شاخص‌های مختلف توسعه پایدار موردبررسی قرارگرفته می‌گیرد.

در اکثر تحقیقات صورت گرفته، ارزیابی پایداری کشاورزی به کمک محاسبه شاخص‌های مختلف توسعه صورت پذیرفته است. ازآن‌جاکه در ارزیابی پایداری معمولا چند هدف متناقض وجود دارد، ترکیب این اهداف و شاخص‌ها و دست یافتن به یک شاخص واحد می‌تواند کمک بزرگی به بررسی پایداری کشاورزی کند. در این راستا، ارزیابی پایداری از نگاه زیست محیطی، انرژی و اقتصادی می‌تواند در این عرصه کمک کننده باشد. شاخص‌های مورد بررسی و تأثیری که روی توسعه پایدار کشاورزی می‌گذارند، به همراه تعریف مختصری از آن‌ها در جدول ۱ اشاره شده است.

جدول ۱. مهم‌ترین شاخص‌های مورد استفاده در سنجش تولید پایدار

گروه بندی شاخص‌ها	شاخص‌ها
بقای اقتصادی	سطح زیر کشت
	عملکرد در واحد سطح
	میزان اعتبارات
	میزان تولیدات
	ارزش ناخالص تولید
	نسبت سود به هزینه
	بهره وری اقتصادی
	درآمد خالص
	درآمد ناخالص
زیست محیطی و انرژی	مصرف انرژی شامل انواع سوخت‌های فسیلی
	مصرف کودها
	مصرف سموم
	ماشین آلات کشاورزی
	آب آبیاری

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

در این بخش به مهم‌ترین مفاهیم نظری و تعاریف کاربردی در سه حوزه انرژی، محیط‌زیست و اقتصادی در کشاورزی پرداخته شده است:

- تحلیل انرژی در سامانه‌های کشاورزی: تحلیل انرژی با هدف مدیریت کارایی منابع کمیاب به منظور بهبود تولید کشاورزی، ضروری بوده و از این طریق فعالیت‌های تولیدی کارآمد و اقتصادی، مشخص می‌گردند. از مزیت‌های دیگر تحلیل انرژی، تعیین انرژی مصرف شده در هر فرآیند تولید و در واقع تعیین مراحلی که کم‌ترین نهاده انرژی را نیاز دارند، می‌باشد. از طرفی فراهم آوردن مبنا و اساس برای محافظت از منابع و هم‌چنین مساعدت در زمینه مدیریت پایدار و سیاست‌گزاری‌های مربوط به آن است (چادهاری و همکاران[1]، ۲۰۰۶).
- مفاهیم اقتصادی: به منظور ارزیابی اقتصادی در حوزه تولید محصولات کشاورزی عمدتا هزینه‌های کل تولید شامل هزینه‌های ثابت، هزینه‌های متغیر و نیز کل محصول تولیدی بر واحد سطح به منظور برآورد پارامترهای ارزش تولید کل، درآمد ناخالص، درآمد خالص، نسبت منفعت به هزینه و نیز تخمین بهره‌وری اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تولید محصولات کشاورزی به ویژه در حوزه تولید مرکبات، در این مطالعه مهم‌ترین هزینه‌های تولیدی شامل هزینه‌های تأمین نیروی انسانی، ماشین‌های کشاورزی، سوخت دیزل،کودهای شیمیایی، مواد شیمیایی، آب آبیاری، کود حیوانی و همچنین هزینه‌های مرتبط با سایبان، بیمه و تجهیزات ثابت به عنوان هزینه‌های ثابت در نظر گرفته شدند.

ارزیابی زیست محیطی: به منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی فعالیت‌های زیستی، روش‌های مختلفی وجود دارد که این روش‌ها در آغاز، تأثیر مصرف نهاده‌های به‌کارگرفته شده در نظام زیستی را به صورت اختصاصی در رابطه با یکی از پیامدهای آن مورد توجه قرار می‌دادند، ولی به‌تدریج با کامل شدن اطلاعات،کارکردهای زیست محیطی و سایر ویژگی‌های

1. Chaudhary et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

جامعه از جمله اقتصادی، اجتماعی و سیاسی مورد مطالعه قرار گرفتند. در این راستا شش روش مهم برای ارزیابی اثرات زیست محیطی وجود دارد که شامل نقشه برداری خطرات زیست محیطی، روش ارزیابی چرخهٔ حیات۱، ارزیابی اثرات زیست محیطی، سیستم چند عاملی، رهیافت برنامه نویسی خطی چندگانه و همچنین شاخص‌ها یا ضرایب زیست محیطی کشاورزی می‌باشد که در مطالعه حاضر از این روش بهره گرفته شده است.

به منظور تبیین بهتر و تفسیر پارامترهای هر بخش، تعاریف پارامترهای مهم در جدول۲ آورده شده است:

جدول ۲. مهم‌ترین عوامل پایداری مورد بررسی در مطالعه حاضر

عوامل پایداری	شاخص‌ها	تعاریف
انرژی و محیط زیست	انرژی‌های مستقیم	به آن دسته از منابعی اشاره دارد که انرژی را به صورت مستقیم آزاد می‌سازند یا به عبارتی، خود منبع بالقوه انرژی یا توان هستند. مانند انواع سوخت‌های فسیلی (دیزل، بنزین و گاز طبیعی)
	انرژی‌های غیرمستقیم	منابع انرژی غیرمستقیم، انرژی را مستقیماً آزاد نمی‌کنند بلکه آن را از طریق فرآیند تبدیل آزاد می‌سازند. مانند انواع ماشین‌ها، کود، سم، بذر و...
	انرژی‌های تجدیدپذیر	منابع قابل تجدید انرژی، تمام‌شدنی نیستند ولی مقدار آن‌ها محدود است مثل انرژی نیروی انسانی، دام و کودهای دامی.
	انرژی‌های تجدیدناپذیر	این منابع انرژی حداقل در صد سال آینده قابل تجدید نخواهند بود، به‌عبارتی امکان تولید آن‌ها در کوتاه مدت نخواهد بود. مانند سوخت‌های دیزل و بنزین.
	کارایی انرژی	عبارت است از نسبت انرژی خروجی (تولیدی) سامانه به انرژی ورودی (نهاده ها).
	انرژی ویژه (شدت انرژی)	این شاخص بیانگر آن است که برای تولید یک کیلوگرم از یک محصول، چه میزان انرژی مصرف شده است.
	افزوده خالص انرژی	عبارت است از مقدار کل انرژی تولیدی (انرژی خروجی) منهای انرژی نهاده‌ها (انرژی ورودی) که واحدشان بر حسب مگاژول بر واحد است.
	ارزیابی شاخص‌های زیست محیطی	تأثیر مصرف نهاده‌های به‌کارگرفته شده در نظام زیستی را می‌توان در قالب ارزیابی شاخص‌های زیست محیطی اندازه‌گیری کرد.

1. Life Cycle Assesment (LCA)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

عوامل پایداری	شاخص‌ها	تعاریف
عوامل اقتصادی	ارزش ناخالص تولید	به مجموع ارزش ریالی کالاهای نهایی تولید در مدت زمان مشخص را ارزش ناخالص تولید گویند.
	نسبت سود به هزینه	نسبت ارزش کل تولید به هزینه کل تولید
	بهره وری اقتصادی	مقدار کالا یا خدمات تولید شده در مقایسه با هر واحد از انرژی یا کار هزینه شده بدون کاهش کیفیت
	درآمد خالص	کل درآمد در یک دوره زمانی خاص است.
	درآمد ناخالص	کل درآمد در یک دوره زمانی خاص منهای اشکال مختلف هزینه‌ها

مأخذ: نتایج تحقیق

- بررسی روابط ورودی و خروجی در تولیدات کشاورزی: یکی از جنبه‌های مورد بررسی در این مطالعه، تحلیل رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه‌های تولید کشاورزی است که می‌تواند در قالب توابع تولید مورد مطالعه قرار گیرد. در واقع برآورد تابع تولید یکی ازمسائل اساسی دراقتصاد سنجی کاربردی و انتخاب فرم تابعی مناسب یکی از مشکل‌ترین بخش‌ها در هر کار تجربی است. برخی از مطالعات به موضوعات اساسی در زمینه متغیرها و فرم‌های تبعی تابع تولید و به طور ویژه، تابع تولید کشاورزی پرداخته‌اند (فن[1]، ۲۰۰۰). انتخاب نوع تابع بستگی به ماهیت موضوع مطالعه دارد. با این حال یکی از بهترین ملاک‌های تعیین تابع تولید، استفاده از تجربیات گذشته است. بنابراین، در بدو امر ضروری است که تابع به‌کار رفته در مطالعه از نظر تئوری‌های اقتصادی و در واقع تطبیق شرایط مطالعه با ویژگیهای تابع تولید، توجیه شده باشد. در مرحله بعد نیز توجیهات آماری و اقتصادسنجی، از قبیل معنی‌دار بودن ضرایب و نیز رگرسیون مربوطه، ضروری است. در انتخاب تابع تولید کشاورزی در کشورهای مختلف از جمله ایران معمولاً از یکی از توابع تولید کاب - داگلاس، ترانسندنتال[2]

1. Fan
2. Transcendental

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

و ترانسلوگ[1] استفاده شده است (ترکمانی، ۱۳۷۷). یکی از معروف‌ترین توابعی که در بیان روابط ساختاری در تولید به ویژه در حوزه تحلیل سامانه‌های انرژی در کشاورزی در سال‌های اخیر مورد استفاده قرار گرفته است، تابع تولید کاب –داگلاس می‌باشد. این تابع خصوصیات ضرورت، همگنی، یکنواختی، تقعر، پیوستگی، مشتق‌پذیری، غیرمنفی و غیر تهی بودن را دارد. پارامترهای تابع کاب- داگلاس، کشش‌های تولید نهاده‌ها را نشان می‌دهد. این تابع خصوصیت ضرورت مصرف نهاده را به‌خوبی نمایان می‌سازد. از مزایای این نوع تابع، سهولت تفسیر نتایج حاصل است. در واقع این تابع اجازه می‌دهد که به سادگی نوع بازده به مقیاس، کارایی عوامل تولید، کشش جانشینی بین نهاده‌ها و کشش تولید آنها تعیین شود. از دیگر دلایل استفاده از این تابع، سادگی و سودمند بودن در زمینه کارهای تجربی ذکر شده است. از سوی دیگر، سامانه تحلیل انرژی در کشاورزی در واقع فرآیندی است که در آن انرژی نهاده‌های کشاورزی به انرژی ستانده‌ها (محصول) تبدیل می‌شود. تبدیل انرژی در مرزعه را می‌توان به صورت یک تابع تولید نشان داد. با توجه به تغییرات یا پراکندگی نسبتاً زیاد داده‌های به دست آمده، در تابع تولید کاب داگلاس با بهره‌گیری از روش لگاریتمی تا حد امکان پراکندگی داده‌ها کم شده (تمایل به نرمالیزه شدن داده‌ها) و قابلیت یا صحت مدل رگرسیونی را در پیش بینی خروجی انرژی مصرفی با کمترین خطا بهبود می‌بخشد (مبتکر و همکاران[2]، ۲۰۱۲) و (کاسواردهانی و همکاران[3]، ۲۰۱۳).

شکل تبعی تابع کاب داگلاس به صورت زیراست:

$$Q = A.L^{\alpha}.K^{\beta} \qquad (۱)$$

1. Translog
2. Mobtaker et al.
3. Kuswardhani et al.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

در رابطهٔ فوق A و α ، β ضرایب ثابت هستند که A ضریب تکنولوژی می‌باشد و α و β به ترتیب کشش تولیدی نهاده‌های سرمایه و کار هستند.

بنابراین با توجه پیشینه تحقیقات انجام شده، در این مطالعه به کاربرد توابع تولید به طور خاص تابع تولید کاب- داگلاس با هدف برقراری روابط بین ورودی‌ها و خروجی در سامانه تولید محصولات کشاورزی (مرکبات) استفاده شده است.

٤. روش تحقیق

جمع آوری داده‌ها و روش نمونه گیری

به منظور جامعیت نمونه‌برداری، براساس آمار و رتبه‌بندی شهرستان‌های تولیدکننده از نظر تولید مرکبات، در نهایت چند منطقه استراتژیک شهرستان ساری در استان مازندران انتخاب گردید. بررسی‌ها در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. جامعه آماری مورد مطالعه بالغ بر ۴۲۶ باغدار بوده است. بدین ترتیب، ابتدا پرسشنامه‌ای با توجه به نقطه نظرات کارشناسان جهاد کشاورزی و تعدادی از کشاورزان منطقه تهیه شد و توسط چندی از کارشناسان تأیید شد. سپس تعداد محدودی از پرسشنامه‌ها توسط کشاورزان تکمیل و اطلاعات جمع آوری گردید و با پیش برآورد انحراف معیار نمونه از این طریق رابطه (۲) تعداد افراد نمونه تخمین زده شد که بر این اساس تعداد افراد نمونه ۷۵ نفر تعیین شد.

$$n = \frac{N(t \times s)^2}{Nd^2 + (t \times s)^2} \qquad (۲)$$

که در آن n: حجم نمونه، s: انحراف معیار ، N: حجم جامعه، d: دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله اطمینان) و t: ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت به دست می‌آید.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

رابطه بین ورودی‌ها و خروجی بر اساس تابع کاب داگلاس

هم‌ارزهای انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی در تولید مرکبات در شهرستان ساری استان مازندران برای نیروی کاری (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳)، ماشین‌آلات (سینق و میتال[1]، ۱۹۹۲) ، سوخت (مبتکر و همکاران، ۲۰۱۲)، کودهای شیمیایی (اوزکان و همکاران، ۲۰۱۱) و (سینق و همکاران، ۲۰۰۲)، سموم شیمیایی (رفیعی و همکاران[2]، ۲۰۱۰) ، آب آبیاری (خان و همکاران[3]، ۲۰۰۹) ، الکتریسیته (خان و همکاران، ۲۰۰۹) و کود حیوانی (اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴) و نیز ستاده‌های خروجی شامل پرتغال و نارنگی (اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴) از منابع مربوطه استخراج گردیدند. بنابراین برای تولید مرکبات در این منطقه هشت نهاده نیروی کاری (x_1)، ماشین‌آلات (x_2)، سوخت (x_3)، کودهای شیمیایی (x_4)، سموم شیمیایی (x_5)، آب آبیاری (x_6) و کود حیوانی (x_7) و الکتریسته (x_8) به عنوان ورودی‌های سامانه تولید و متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند و عملکرد مرکبات نیز خروجی و متغیر وابسته بود. شاخص‌های انرژی نیز شامل کارایی انرژی[4]، بهره‌وری انرژی[5]، انرژی ویژه[6] و افزوده انرژی[7] مطابق فرمول‌های (۳) تا (۶) محاسبه شدند:

$$\text{کارایی انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}} \quad (۳)$$

$$\text{بهره وری} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}} \quad (۴)$$

1. Singh and Mittal
2. Rafiee et al.
3. Khan et al.
4. Energy efficiency
5. Productivity energy
6. Specific energy
7. Net energy

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}} \quad (۵)$$

$$\text{افزوده انرژی} = \text{انرژی خروجی(مگاژول بر هکتار)} - \text{انرژی ورودی(مگاژول بر هکتار)} \quad (۶)$$

در این تحقیق رابطه بین انرژی نهاده‌های ورودی با عملکرد تخمین زده شد. بدین منظور از تابع کاب داگلاس استفاده شد که یک مدل پذیرفته شده برای بررسی رابطه نهاده و ستاده در تولید محصولات کشاورزی است (مبتکر و همکاران، ۲۰۱۲)، (رویان و همکاران، ۲۰۱۲)، (کاسواردهانی و همکاران، ۲۰۱۳) و (سماواتیان و همکاران[1]، ۲۰۱۱).

شکل کلی تابع در فرمول ۷ ارائه شده است. اگر از طرفین معادله لگاریتم گرفته شود و هشت نهاده انرژی ورودی در فرمول قرار گیرند، معادله به شکل فرمول ۸ در می‌آید. در این فرمول a_0 و e_i به ترتیب ضریب ثابت و ضریب خطا هستند و $\alpha_8, \ldots., \alpha_2, \alpha_1$ به ترتیب ضرایب رگرسیونی هستند که نشان دهنده کشش جزیی تولید می‌باشند. به نحوی مشابه نیز رابطه رگرسیونی انواع شکل‌های انرژی شامل انرژی‌های مستقیم[2]، غیرمستقیم[3]، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با عملکرد مرکبات (y) مطابق فرمول‌های (۱۰) و (۱۱) بررسی شد:

$$y = f(x)\exp(u) \quad (۷)$$

$$Lny_i = a_0 + \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \ln(x_{ij}) + e_i \qquad i = 1,2,\ldots,n \quad (۸)$$

$$Lny_i = a_0 + \alpha_1 lnx_1 + \alpha_2 lnx_2 + \alpha_3 lnx_3 + \alpha_4 \ln x_4 + \alpha_5 lnx_5 + \alpha_6 lnx_6 + \alpha_7 lnx_7 + \alpha_8 lnx_8 + e_i \quad (۹)$$

$$\ln y_i = a_0 + \beta_1 \ln DE + \beta_2 \ln IDE + e_i \quad (۱۰)$$

$$\ln y_i = a_0 + \gamma_1 \ln RE + \gamma_2 \ln NRE + e_i \quad (۱۱)$$

1. Samavatean et al.
2. Direct energy
3. Indirect energy

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

در این رابطه y_i عملکرد باغ i ام و β_i ام ضرایب رگرسیونی فرم‌های مستقیم و غیر مستقیم انرژی و γ_i ام ضرایب رگرسیونی شکل‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر انرژی هستند. برای تحلیل میزان تغییر در تولید به ازای تغییر در تمام نهاده‌ها از بازده نسبت به مقیاس استفاده شد. این شاخص از جمع ضرایب رگرسیونی به دست آمده برای هر یک از معادلات رگرسیونی ذکر شده، محاسبه می‌شود. به منظور تعیین حساسیت نهاده‌های انرژی ورودی در تولید مرکبات در استان مازندران روش تولید نهایی فیزیکی [1] به کار برده شد که از این طریق مشخص می‌شود که با یک واحد افزایش در یکی از نهاده‌های، با ثابت بودن سایر عوامل تولید، میزان تغییر در عملکرد چه میزان است. MPP از طریق فرمول ۱۲ محاسبه می‌شود.

$$MPP_{xj} = \frac{GM(Y)}{GM(X_{ij})} \times \alpha_{ij} \qquad (۱۲)$$

در این رابطه MPPxj مقدار تولید نهایی فیزیکی به ازای نهاده jام، α_{ij} ضریب رگرسیونی نهاده، GM(Y) میانگین هندسی عملکرد محصول در هکتار و GM(Xij) میانگین هندسی نهاده انرژی ورودی است (مبتکر و همکاران، ۲۰۱۲) و (رویان و همکاران، ۲۰۱۲). محاسبات با نرم افزار آماری JMP4 صورت گرفته است.

روش بررسی انتشار گازهای گلخانه ای

در این تحقیق انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های الکتریسیته، ماشین‌آلات، سوخت، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی و کود حیوانی در تولید مرکبات در استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت. ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای هر یک از این نهاده‌ها در جدول ۳ آورده شده است.

1. Marginal physical productivity (MPP)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

جدول۳. ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های کشاورزی

ورودی‌ها	واحد	ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای ($kg\ CO_2eq\ unit^{-1}$)	منبع مورد استفاده
ماشین آلات	مگاژول (MJ)	۰/۰۷۱	(دیر و دستجاردینز[1]، ۲۰۰۳)
سوخت	لیتر (Lit)	۲/۷۶	(دیر و دستجاردینز، ۲۰۰۳)
کودهای شیمیایی			
نیتروژن	کیلوگرم (kg)	۱/۳	(لال[2]، ۲۰۰۴)
فسفر	کیلوگرم (kg)	۰/۲	(لال، ۲۰۰۴)
پتاسیم	کیلوگرم (kg)	۰/۲	(لال، ۲۰۰۴)
سموم شیمیایی			
قارچ کش	کیلوگرم (kg)	۳/۹	(لال، ۲۰۰۴)
حشره‌کش		۵/۱	(لال، ۲۰۰۴)
علف‌کش	کیلوگرم (kg)	۶/۳	(لال، ۲۰۰۴)
الکتریسیته	کیلووات ساعت (kWh)	۰/۶۰۸	(لال، ۲۰۰۴)
کود حیوانی	کیلوگرم (kg)	۰/۱۲۶	(پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۳)

مأخذ: نتایج تحقیق

روش تحلیل اقتصادی

برای ارزیابی اقتصادی تولید پرتغال و نارنگی در استان مازندران هزینه‌های متغیر، ثابت و کل تولید بر واحد سطح محاسبه شد. شاخص‌های اقتصادی ارزش تولید کل، درآمد ناخالص، درآمد خالص، نسبت سود به هزینه و بهره وری اقتصادی به ترتیب مطابق روابط (۱۳) تا (۱۷) محاسبه شدند:

$$\text{ارزش تولید کل} = \text{عملکرد}\left(\text{کیلوگرم بر هکتار}\right) \times \text{قیمت محصول}\left(\text{ریال بر هکتار}\right) \quad (۱۳)$$

1. Dyer and Desjardins
2. Lal

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

(۱۴) درآمد ناخالص = (ریال بر هکتار) ارزش تولید کل − (ریال بر هکتار) هزینه متغیر تولید

(۱۵) درآمد خالص = (ریال بر هکتار) ارزش تولید کل − (ریال بر هکتار) هزینه کل تولید

(۱۶) $$\frac{\text{سود}}{\text{هزینه}} = \frac{\text{ارزش کل تولید (تومان بر هکتار)}}{\text{هزینه کل تولید (تومان بر هکتار)}}$$

(۱۷) $$\text{بهره وری اقتصادی} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{هزینه کل تولید (ریال بر هکتار)}}$$

۵. یافته‌های تحقیق

تاریخ و نحوه انجام عملیات مختلف در تولید مرکبات در شهرستان ساری در استان مازنـدران در جدول ۴ ارائه شده است. نکته قابل توجه تعداد مراحل نسبتا زیاد کودپاشی شیمیایی و نیز آبیاری در منطقه است. به نحوی که میانگین تعداد دفعات سمپاشی شیمیایی و آبیـاری در حـدود ۷/۲۵ و ۵/۲ به دست آمد.

جدول ۴. تاریخ و نحوه انجام عملیات مختلف در تولید مرکبات در شهرستان ساری استان مازندران

تاریخ	نوع عملیات
اوایل بهمن الی اوایل فروردین	هرس
۱۵ بهمن الی ۲۵ اسفند	شخم
اوایل آذر ماه الی اواخر بهمن	شخم دوم (گاورآهن برگرداندار یا رتیواتور و یا هر دو)
۱۵ بهمن ۲۵ اسفند	کود دامی
۵/۲	تعداد مراحل آبیاری
۷/۲۵	تعداد مراحل سم پاشی
اواسط آبان الی اواخر آذر	برداشت دستی در یک مرحله

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

نتایج تحلیل انرژی مصرفی

سهم هر یک از نهاده‌های ورودی در میزان انرژی مصرفی تولید مرکبات در جدول ۵ ارائه شده است. کود شیمیایی با ۵۳۸۱۷/۰۴ مگاژول بر هکتار به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی با سهم ۴۸/۵ درصد، در تولید مرکبات در استان مازندران شناخته شد. بعد از آن سوخت با ۱۸۷۸۲/۶۸ مگاژول بر هکتار به عنوان دومین منبع پرمصرف انرژی در تولید بود به نحوی که این نهاده ۱۶/۹۱ درصد از سهم انرژی مصرفی در تولید را به خود اختصاص داد (جدول ۵). این نهاده در تولید محصولات انار، پرتغال، شلیل، گریپ فروت و همچنین کیوی در مازندران جزو دو منبع پرمصرف انرژی در تولید گزارش شدند(قاسمی کردخیلی و نبوی پله سرایی، ۲۰۱۴)،(قاسمی کردخیلی و رهبر، ۲۰۱۵)، (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷)، (محمد شیرازی و همکاران، ۲۰۱۵) و (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰). سومین نهاده پرمصرف انرژی مواد شیمیایی بود. این نهاده با ۱۷۲۴۹/۲۲ مگاژول بر هکتار، سهمی معادل ۱۵/۵۱ درصد از مصرف انرژی را در تولید داشت. الکتریسیته با ۶۸۱۹/۳۶ مگاژول بر هکتار، چهارمین نهاده پرمصرف انرژی در تولید بود. این منبع انرژی در تولید کیوی در مازندران و هلو در گلستان جزو دو نهاده پرمصرف انرژی اعلام شد (رویان و همکاران، ۲۰۱۲) و (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به مصرف نسبتا کم آب آبیاری و استفاده از موتور دیزل در تولید مرکبات در منطقه، الکتریسیته به منظور پمپاژ آب کم‌تر مورد استفاده بوده و متعاقب آن سهم این نهاده در انرژی مصرفی تولید مرکبات نسبتاً پایین به دست آمد (جدول۵). ماشین‌آلات با ۵۲۵۶/۵۵ مگاژول بر هکتار پنجمین نهاده پرمصرف انرژی در تولید کیوی در منطقه بود. کود حیوانی با ۴۷۵۳/۱۲ مگاژول بر هکتار، سهمی معادل ۴/۲۷ درصد از میزان انرژی مصرفی را به خود اختصاص داد. میزان انرژی کود حیوانی برای تولید مرکبات در منطقه نسبت به تولید بسیاری از محصولات کشاورزی بیش‌تر بود (قاسمی کردخیلی و نبوی پله سرایی، ۲۰۱۴)،(قاسمی کردخیلی و رهبر، ۲۰۱۵)، (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷)، (رویان و همکاران، ۲۰۱۲) و (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰). انرژی مصرفی نیروی کاری برای تولید مرکبات در منطقه ۲۳۸۶/۵۸ مگاژول بر هکتار بود. میزان انرژی مصرفی نیروی کاری برای

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

تولید شلیل و کیوی در استان مازندران به ترتیب ۲۵۲۳ و ۳۱۳۹/۵۷ مگاژول بر هکتار گزارش شد (قاسمی کردخیلی و نبوی پله سرایی، ۲۰۱۴) و (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰). که از میزان انرژی مصرفی نهاده نیروی کاری تولید مرکبات در مازندران بیش‌تر بود ولی مقدار انرژی مصرفی نیروی کاری برای تولید مرکبات در منطقه از میزان انرژی مصرفی این نهاده برای تولید محصولات انار، گریپ فروت و کلزا در مازندران و هلو در گلستان بیش تر محاسبه گردید (خجسته پور و همکاران، ۲۰۱۵)، (قاسمی کردخیلی و رهبر، ۲۰۱۵)، (رویان و همکاران، ۲۰۱۲) و (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷). نهاده آب مصرفی نیز با ۲۰۰۹/۰۷ مگاژول بر هکتار کم‌ترین انرژی مصرفی را در بین سایر نهاده‌ها در تولید مرکبات به خود اختصاص داد.

جدول ۵. انرژی‌های ورودی و خروجی تولید پرتغال، نارنگی و میانگین مرکبات در استان مازندران (مگاژول بر هکتار)

ورودی‌ها و خروجی‌ها	پرتغال		نارنگی		مرکبات	
	میانگین انرژی	درصد	میانگین انرژی	درصد	میانگین انرژی	درصد
نیروی کاری	۲۱۹۱/۲۳	۲/۰۶	۲۵۸۱/۹۴	۲/۲۳	۲۳۸۶/۵۸	۲/۱۵
مصرف سوخت	۱۸۳۳۶/۰۸	۲۳/۵۶	۱۹۲۲۹/۲۸	۱۶/۶۱	۱۸۷۸۲/۶۸	۱۶/۹۱
ماشین آلات	۴۶۳۶/۶۴	۴/۳۶	۵۸۷۶/۴۶	۵/۰۸	۵۲۵۶/۵۵	۴/۷۳
سموم شیمیایی						
حشره کش	۱۱۹۴۳/۵۵	۱۱/۲۳	۱۰۸۰۰/۲۵	۹/۳۳	۱۱۳۷۱/۹۰	۱۰/۲۴
قارچ کش	۲۱۲۴/۳۲	۲/۰۰	۲۱۳۳/۶۳	۱/۸۴	۲۱۲۸/۹۸	۱/۹۲
علف کش	۳۸۹۸/۶۷	۳/۶۷	۳۵۹۸/۰۵	۳/۱۱	۳۷۴۸/۳۶	۳/۳۷
کود شیمیایی						
نیتروژن	۱۸۹۸۱/۹۶	۱۷/۸۴	۲۳۷۴۸/۳۷	۲۰/۵۱	۲۱۳۶۵/۱۶	۱۹/۲۴
فسفات	۲۵۱۹/۷۳	۲/۳۷	۲۵۲۳/۳۳	۲/۱۸	۲۵۲۱/۵۳	۲/۲۷
پتاس	۱۷۱۳/۵۸	۱/۶۱	۱۷۰۱/۷۰	۱/۴۷	۱۷۰۷/۶۴	۱/۵۴
گوگرد	۷۸/۳۶	۰/۰۷	۷۲/۸۰	۰/۰۶	۷۵/۵۸	۰/۰۷

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

کود کم مصرف	۲۸۲۸۹/۲۹	۲۶/۵۹	۲۸۰۰۵/۰۰	۲۴/۱۹	۲۸۱۴۷/۱۴	۲۵/۳۴
کود حیوانی	۴۰۴۶/۰۷	۳/۸۰	۵۴۶۰/۱۸	۴/۷۲	۴۷۵۳/۱۳	۴/۲۸
الکتریسیته	۵۵۵۰/۷۶	۵/۲۲	۸۰۸۷/۹۶	۶/۹۹	۶۸۱۹/۳۶	۶/۱۴
آب مصرفی	۲۰۶۱/۶۰	۱/۹۴	۱۹۵۶/۵۵	۱/۶۹	۲۰۰۹/۰۷	۱/۸۱
مجموع انرژی ورودی	۱۰۶۳۷۱/۸۵		۱۱۵۷۷۵/۵۰		۱۱۱۰۷۳/۶۸	
خروجی						
عملکرد	۷۷۸۲۴/۲۳		۸۹۳۵۴/۲۹		۸۳۵۸۹/۲۶	

مأخذ: نتایج تحقیق

مجموع انرژی‌های ورودی در تولید مرکبات در استان مازندران ۱۱۱۰۷۳/۶۸مگاژول بر هکتار به دست آمد (جدول۶)، که از انرژی ورودی محصولاتی چون انار، برنج، شلیل، گریپ فروت و کیوی در مازندران و هلو در گلستان بیش‌تر بود (کاظمی و همکاران، ۲۰۱۵)، (قاسمی کردخیلی و نبوی پله سرایی، ۲۰۱۴)،(قاسمی کردخیلی و رهبر، ۲۰۱۵)، (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷)، (رویان و همکاران، ۲۰۱۲) و (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰). از دلایل انرژی ورودی نسبتا زیاد در تولید مرکبات در منطقه می‌توان به استفاده نسبتا زیاد از دو نهاده کود شیمیایی و سوخت مصرفی اشاره کرد. شاخص‌های انرژی تولید مرکبات در استان مازندران در جدول ۶ آورده شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

جدول۶. شاخص و شکل‌های انرژی تولید محصولات کشاورزی در مازندران

شاخص‌های انرژی	واحد	پرتغال در مازندران (مطالعه حاضر)	نارنگی در مازندران (مطالعه حاضر)	انار در مازندران (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷)	کیوی در مازندران (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰)	گریپ فروت در مازندران (قاسمی کردخیلی و رهبر، ۲۰۱۵)	شلیل در مازندران (خجسته پور و همکاران، ۲۰۱۵)
انرژی ورودی	مگاژول بر هکتار	۱۰۶۳۷۱/۸۵	۱۱۵۷۷۵/۵	۱۱۱۹۵/۰۶	۳۰۲۸۵/۶۲	۴۹۸۲۸/۸	۳۸۹۹۶
انرژی خروجی	مگاژول برهکتار	۷۷۸۲۴/۲	۸۹۳۵۴/۲	۱۳۲۷۶/۵۶	۴۶۶۳۹/۸۵	۵۱۳۲۳/۶	۵۲۹۹۳/۷۶
کارایی انرژی	-	۰/۹۵	۰/۹۴	۱/۱۸	۱/۵۴	۱/۰۳	۱/۳۶
بهره‌وی انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۶۲	۰/۸۱	۰/۴۲	۰/۷۲
انرژی ویژه	مگاژول برکیلوگرم	۵/۴۰	۳/۰۲	۱/۶۰	۱/۲۳	۱/۸۴	۱/۴۰
افزوده انرژی	مگاژول برهکتار	-۲۸۵۴۷/۶	-۲۶۴۲۱/۲	۲۰۸۱/۵	۱۶۳۵۴/۲۳	-۹۶۰۴/۶	۱۴۵۶۹
انرژی مستقیم	مگاژول بر هکتار	۳۸۳۱۹/۴۰	۴۰۲۶۸/۴۵	۶۸۱۳/۵۶	۹۰۱۰/۴۵	۲۷۰۵۵/۲۴	۱۹۳۰۹
انرژی غیرمستقیم	مگاژول بر هکتار	۶۸۰۵۲/۴۶	۷۵۵۰۷/۰۴	۴۳۸۱/۵	۲۱۲۷۵/۱۷	۲۲۷۷۳/۲	۲۰۹۶۶
انرژی تجدیدپذیر	مگاژول بر هکتار	۸۲۹۸/۹۱	۹۹۹۸/۶۶	۱۱۲۵/۹۶	۷۷۱۳	۱۷۵۶۰/۳۹	۸۱۷۳
انرژی‌تجدیدناپذیر	مگاژول بر هکتار	۹۸۰۷۲/۹	۱۰۵۷۷۶/۸	۱۰۰۶۹/۱	۲۲۵۷۲/۶۲	۳۲۲۶۸/۰۳	۳۲۱۰۲

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

کارایی انرژی تولید مرکبات در استان مازندران ۰/۹۴ به دست آمد که از کارایی انرژی تولید محصولات انار، کیوی و گریپ فروت، شلیل در مازندران کم‌تر بوده (قاسمی کردخیلی و نبوی پله سرایی، ۲۰۱۴)،(قاسمی کردخیلی و رهبر، ۲۰۱۵)، (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷) و (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰) و از کارایی انرژی تولید پرتغال در مازندران بیش‌تر به‌دست آمد (محمد شیرازی و همکاران، ۲۰۱۵). میانگین عملکرد مرکبات در استان مازندران به ازای هر هکتار ۴۳۷۸۳ کیلوگرم به دست آمد. با توجه به عملکرد نسبتا زیاد این محصول، میزان بهره‌وری انرژی برای تولید مرکبات در منطقه از تولید گریپ فروت، برنج، پرتغال و کلزا در مازندران بیش‌تر (محمد شیرازی و همکاران، ۲۰۱۵)، (خجسته پور و همکاران، ۲۰۱۵)، (کاظمی و همکاران، ۲۰۱۵) و (قاسمی کردخیلی و رهبر، ۲۰۱۵) و از میزان شاخص برای تولید کیوی، انار، شلیل در مازندران و هلو در استان گلستان کم‌تر به‌دست آمد (قاسمی کردخیلی و نبوی پله سرایی، ۲۰۱۴)، (رویان و همکاران، ۲۰۱۲)، (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰) و (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷).

سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم در تولید مرکبات در مازندران به ترتیب ۳۹۲۹۳/۹۳ و ۷۱۷۷۹/۷۵ مگاژول بر هکتار محاسبه شد (جدول ۷). هم‌چنین سهم شکل‌های تجدیدپذیر و غیرتجدیدپذیر انرژی در تولید مرکبات به ترتیب ۹۱۴۸/۷۸ و ۱۰۱۹۲۴/۸۹ مگاژول بر هکتار به دست آمد. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید مرکبات در مازندران از بسیاری از محصولات تولید شده در استان مازندران بیش‌تر بود (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰) و (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷) و (قاسمی کردخیلی و نبوی پله سرایی، ۲۰۱۴). که این امری قابل توجه است. از دلایل سهم نسبتاً زیاد انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید مرکبات در استان مازندران استفاده نسبتا زیاد از نهاده کود حیوانی در منطقه بود.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

جدول ۷. شاخص‌ها و شکل‌های مختلف انرژی تولید پرتغال، نارنگی و میانگین مرکبات در استان مازندران

شاخص‌ها	واحد	پرتغال		نارنگی		مرکبات	
		میانگین	درصد	میانگین	درصد	میانگین	درصد
کارایی انرژی	.....	۰/۹۵	....	۰/۹۴	....	۰/۹۴	....
بهره وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	۰/۵۰	...	۰/۵۰	...	۰/۵۰	...
انرژی ویژه	مگاژول بر کیلوگرم	۵/۴۰	...	۳/۰۲	...	۴/۲۱	...
افزوده انرژی	مگاژول بر هکتار	-۲۸۵۴۷/۶۳	...	-۲۶۴۲۱/۲۱	...	-۲۷۴۸۴/۴۲	...
انرژی مستقیم	مگاژول	۳۸۳۱۹/۴۰	۳۶/۰۲	۴۰۲۶۸/۴۵	۳۴/۷۸	۳۹۲۹۳/۹۳	۳۵/۳۸
انرژی غیر مستقیم	مگاژول	۶۸۰۵۲/۴۶	۶۳/۹۸	۷۵۵۰۷/۰۴	۶۵/۲۲	۷۱۷۷۹/۷۵	۶۴/۶۲
انرژی تجدید پذیر	مگاژول	۸۲۹۸/۹۱	۷/۸۰	۰/۹۴	۸/۶۴	۹۱۴۸/۷۸	۸/۲۴
انرژی تجدید ناپذیر	مگاژول	۹۸۰۷۲/۹۵	۹۲/۲۰	۰/۵۰	۹۱/۳۶	۱۰۱۹۲۴/۸۹	۹۱/۷۶

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس برای تعیین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد پرتغال در استان مازندران در جدول ۸ ارائه شده است. براساس مقدار استاندارد شده به منظور مقایسه یکسان ورودی‌ها (بتا استاندارد) مقادیر تأثیر نهاده‌های انرژی شامل سموم شیمیایی، آب آبیاری، سوخت، کودهای شیمیایی و الکتریسیته بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های نیروی کاری، ماشین‌آلات و کود حیوانی بر عملکرد پرتغال منفی بود. نهاده سوخت با بیش‌ترین مقدار مثبت بتا استاندارد در بین سایر نهاده‌ها اثر قابل توجهی بر عملکرد پرتغال داشته، جایی که تأثیر این نهاده بر روی عملکرد در سطح پنج درصد معنی‌دار به دست آمد ($P\text{-value} < 0.05$). نتایج تحلیل حساسیت انرژی‌های ورودی مشخص نمود که با افزایش یک مگاژول در انرژی ورودی نهاده‌های سموم شیمیایی، آب آبیاری، سوخت، کودهای شیمیایی و الکتریسیته عملکرد به ترتیب ۰/۰۳، ۲/۹۹ ، ۱/۸۸ ، ۰/۱۰و ۰/۵۸ کیلوگرم افزایش می‌یابد و با افزایش یک مگاژول در نهاده‌های کود حیوانی، نیروی کاری و ماشین آلات عملکرد به ترتیب ۶/۸۹-، ۱/۱۵- و ۹/۴۴- کیلوگرم کاهش می‌یابد. همچنین برای تحلیل میزان تغییر در خروجی با توجه به میزان تغییر در ورودی‌ها از بازده نسبت به مقیاس استفاده شد که مقدار آن برابر ۰/۳۴ محاسبه شد. با توجه به این‌که مقدار محاسبه شده کوچک‌تر از عدد یک می‌باشد، نشان‌دهنده بازده نسبت به مقیاس نزولی است (جدول ۸). همچنین نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس برای تعیین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد نارنگی در استان مازندران نشان داد که براساس مقدار استاندارد شده به منظور مقایسه یکسان ورودی‌ها (بتا استاندارد)، تأثیر نهاده‌های انرژی آب آبیاری، سوخت، ماشین‌آلات، الکتریسیته وکودهای شیمیایی بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های نیروی کاری، کود حیوانی و سموم شیمیایی بر عملکرد نارنگی منفی بود. نتایج تحلیل حساسیت انرژی‌های ورودی مشخص نمود که با افزایش یک مگاژول در انرژی ورودی نهاده‌های آب آبیاری، سوخت،

ماشین‌آلات، الکتریسیته وکودهای شیمیایی عملکرد به ترتیب ۶/۶۱، ۶/۳۶، ۹/۷۵، ۰/۵۰ و ۰/۱۲ کیلوگرم افزایش می‌یابد و با افزایش یک مگاژول در نهاده‌های نیروی کاری، کود حیوانی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

و سموم شیمیایی عملکرد به ترتیب ۶/۰۴-، ۶/۳۷- و ۵/۰۶- کیلوگرم کاهش می‌یابد. همچنین برای تحلیل میزان تغییر در خروجی با توجه به میزان تغییر در ورودی‌ها از

بازده نسبت به مقیاس استفاده شد که مقدار آن برابر ۰/۴۵ محاسبه شد. با توجه به اینکه مقدار محاسبه شده کوچکتر از عدد یک می‌باشد، نشان‌دهنده بازده نسبت به مقیاس نزولی است (جدول ۸).

جدول۸. تخمین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد مرکبات در استان مازندران

متغییر مستقل	محصول نارنگی				محصول پرتغال			
	ضریب رگرسیونی	Std. Beta	P-value	MPP	ضریب رگرسیونی	Std. Beta	P-value	MPP
نیروی‌کاری	-۱/۳۲	-۱/۲۹	۰/۰۰۱	- ۶/۰۴	-۰/۸۱	-۰/۶۴	۰/۰۰۸	-۶/۸۹
سوخت	۱/۵۳	۱/۶۱	۰/۰۰۷	۶/۳۶	۰/۴۹	۰/۶۵	۰/۰۳	۱/۸۸
ماشین‌آلات	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۰۰۵	۹/۷۵	-۰/۵۵	-۰/۸۰	۰/۰۰۲	-۹/۴۴
سموم شمیایی	-۰/۹۲	-۰/۹۹	۰/۰۰۸	-۵/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۸۹	۰/۰۳
کود حیوانی	-۰/۴۴	-۰/۹۱	۰/۰۱	-۶/۳۷	-۰/۰۷	-۰/۱۷	۰/۲۸	-۱/۱۵
الکتریسیته	۰/۰۷	۰/۷۶	۰/۰۱	۰/۵۰	۰/۰۳	۰/۴۸	۰/۰۱	۰/۵۸
آب آبیاری	۰/۲۰	۰/۴۳	۰/۰۲	۶/۶۱	۰/۰۸	۰/۲۲۳	۰/۲۴	۲/۹۹
کودهای شیمایی	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۷۲	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱۶	۰/۳۱	۰/۱۰
بازده نسبت به مقیاس	۰/۴۵	-	-	-	۰/۳۴	-	-	-
R^2	۰/۹۲	-	-	-	۰/۸۹	-	-	-
R^2_{Adj}	۰/۸۲	-	-	-	۰/۷۹	-	-	-
دوربین واتسون Durbine Watson	۱/۹۶	-	۰/۴۱	-	۲/۰۱	-	۰/۶۰	-

$$Model: Lny_i = a_0 + \alpha_1 lnx_1 + \alpha_2 lnx_2 + \alpha_3 lnx_3 + \alpha_4 \ln x_4 + \alpha_5 lnx_5 + \alpha_6 lnx_6 + \alpha_7 lnx_7 + \alpha_8 lnx_8 + e_i$$

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

نتایج انتشار گازهای گلخانه‌ای

سهم هر یک از نهاده‌های ورودی در انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرکبات در استان مازندران در جدول ۹ آورده شده است. کود حیوانی با سهم ۴۶/۵۴ درصد و $kgCO_2eq\ ha^{-1}$ ۱۳۰۴/۱ بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرکبات در استان مازندران را داشت. پس از آن سوخت با سهم ۱۹/۸۸ درصد بیش‌ترین میزان این انتشار را به خود اختصاص داد. سوخت و کودهای شیمیایی در مطالعه بر روی تولید کلزا در سه منطقه تراکیا ترکیه، استان‌های گلستان و مازندران و گندم در گلستان و سیب زمینی در اصفهان به عنوان نهاده‌هایی با بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای گزارش شدند (خجسته پور و همکاران، ۱۳۹۲) و (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳).

ماشین آلات با سهمی معادل $kgCO_2eq\ ha^{-1}$ ۳۷۱/۲۱ سومین نهاده با بیش ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید مرکبات در منطقه بود. مواد شیمیایی با سهم ۱۱ درصد چهارمین نهاده با بیش ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای بود. میزان انتشار این نهاده $kgCO_2eq\ ha^{-1}$ ۳۱۶/۷۲ بود. نهاده کود شیمیایی نیز با سهم ۹/۵۶ درصد کم‌ترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در بین سایر نهاده‌های تولیدی داشت.

مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرکبات در منطقه $kgCO_2eq\ ha^{-1}$ ۲۸۷۶/۲۲ محاسبه شد. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید محصولات کلزا در سه منطقه تراکیا و استان‌های مازندران و گلستان، گندم در اصفهان و پنبه در استان البرز معادل $kgCO_2eq\ ha^{-1}$ ۵۶۲/۸۵، ۶۵۲/۸۶ و ۸۸۷/۳۰، ۲۷۱۵۲، ۱۱۹۵ گزارش شد (خجسته پور و همکاران، ۱۳۹۲)، (خوشنویسان و همکاران، ۲۰۱۳)، (خجسته پور و همکاران، ۲۰۱۵) و (پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۲). میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرکبات در منطقه از تمامی این موارد بیش‌تر بود. از دلایل این امر می‌توان به مصرف نسبتا زیاد نهاده‌های کود حیوانی، سوخت و سموم شیمیایی در منطقه اشاره کرد که متعاقب آن میزان انتشار گازهای گلخانه برای تولید مرکبات در منطقه افزایش می‌یابد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

جدول ۹. انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرکبات در استان مازندران

نهاده‌های ورودی	پرتغال		نارنگی		مرکبات	
	میانگین	درصد	میانگین	درصد	میانگین	درصد
ماشین آلات	۳۲۹/۲۰	۱۰/۳۹	۴۱۷/۲۳	۱۳/۸۷	۳۷۳/۲۲	۱۲/۰۷
سوخت	۶۰۳/۶۵	۱۹/۰۵	۵۴۰/۳۸	۱۷/۹۷	۵۷۲/۰۱	۱۸/۵۰
نیتروژن	۲۴۰/۶۳	۷/۵۹	۲۴۰/۶۳	۸/۰۰	۲۴۰/۶۳	۷/۷۸
فسفر	۲۰/۳۵	۰/۶۴	۲۰/۲۳	۰/۶۷	۲۰/۲۹	۰/۶۶
پتاسیم	۱۴/۶۰	۰/۴۶	۱۴/۶۰	۰/۴۹	۱۴/۶۰	۰/۴۷
قارچ کش	۶۵/۴۲	۲/۰۶	۵۳/۰۴	۱/۷۶	۵۹/۲۳	۱/۹۲
حشره کش	۲۳۳/۰۷	۷/۳۵	۱۵۵/۳۰	۵/۱۶	۱۹۴/۱۸	۶/۲۸
علف کش	۷۳/۴۰	۲/۳۲	۵۳/۲۴	۱/۷۷	۶۳/۳۲	۲/۰۵
کود حیوانی	۱۳۷۳/۴۰	۴۳/۳۴	۱۳۰۴/۱۰	۴۳/۳۶	۱۳۳۸/۷۵	۴۳/۳۰
الکتریسیته	۲۱۵/۳۳	۶/۷۹	۲۰۹	۶/۹۵	۲۱۵/۳۳	۶/۹۷
جمع کل گازهای گلخانه ای	۳۱۶۹/۰۵	۱۰۰/۰۰	۳۰۰۷/۷۳	۱۰۰/۰۰	۳۰۹۱/۵۶	۱۰۰/۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق

نتایج تحلیل اقتصادی

هزینه‌های متغیر، ثابت و کلی تولید مرکبات در استان مازندران به ترتیب **۱۴۰۴۹۲۶۵**، **۴۲۱۴۷۷۹** و **۱۸۲۶۴۰۴۴** تومانی بر هکتار محاسبه شد (جدول ۱۰). در بخش هزینه‌های متغیر نهاده نیروی کاری بیشترین هزینه مربوط به تولید را داشت، به نحوی که **۳۹/۳** درصد هزینه‌های متغیر مربوط به این نهاده بود. برداشت دستی مرکبات در استان مازندران به طور متوسط به **۵۴۸/۲۵** ساعت نیروی کاری در هکتار نیاز دارد. **۲۸/۵۱** درصد از هزینه‌های متغیر نیز مربوط به نهاده سموم شیمیایی می‌باشد. مقدار زیاد سمپاشی در کشت مرکبات در این منطقه امری نامطلوب است و نیازمند توجه به این موضوع در کشت مرکبات در استان مازندران احساس می‌شود. میانگین نسبت سود به هزینه برای تولید مرکبات در استان مازندران **۲/۸۸** محاسبه شد، در حالی که این مقدار برای تولید انار در استان مازندران **۵/۵۷** گزارش شد (تروجنی و همکاران، ۲۰۱۷). نسبت سود به هزینه تولید کیوی در استان مازندران **۱/۹۴** گزارش شد (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰).

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

این نسبت برای تولید پنبه در استان گلستان ۱/۱۶ اعلام شد (طاهری راد و همکاران، ۱۳۹۴). در بخش مقایسه هزینه‌ها در سایر محصولات باغی، هزینه‌های متغیر برای تولید انار شامل نهاده نیروی کاری و ماشین‌آلات به ترتیب با ۶۴/۰۶ و ۱۹/۷۷ درصد، بیشترین هزینه مربوط به تولید را داشتند. همچنین در تولید پنبه در گلستان به ترتیب ۶۰ و ۱۳/۸ درصد از هزینه‌های متغیر مربوط به نیروی کاری و سموم شیمیایی بود.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

جدول ۱۰. تحلیل اقتصادی تولید مرکبات در استان مازندران

مرکبات		نارنگی		پرتغال		واحد	
درصد	میانگین	درصد	میانگین	درصد	میانگین		
....	۴۳۷۸۳/۲۲	....	۴۴۸۱۳/۲۸	....	۴۲۷۵۳/۱۶	کیلوگرم	عملکرد
....	۱۲۰۰/۰۰	....	۱۲۰۰/۰۰	....	۱۲۰۰/۰۰	تومان بر هکتار	قیمت فروش
....	۵۲۵۳۹۸۶۵/۵۴	....	۵۳۷۷۵۹۳۳/۶۱	....	۵۱۳۰۳۷۹۷/۴۷	تومان بر هکتار	ارزش ناخالص تولید
۳۹/۳۲	۵۵۲۳۶۵۲/۱۱	۳۹/۲۱	۵۷۶۵۹۷۵/۱۰	۳۹/۴۳	۵۲۸۱۳۲۹/۱۱	تومان بر هکتار	نیروی کاری
۴/۹۷	۶۹۸۵۸۱/۷۹	۴/۹۱	۷۲۱۵۳۰/۶۶	۵/۰۴	۶۷۵۶۳۲/۹۱	تومان بر هکتار	ماشین آلات
۰/۶۴	۹۰۲۷۱/۹۹	۰/۶۶	۹۷۴۸۸/۱۷	۰/۶۲	۸۳۰۵۵/۸۱	تومان بر هکتار	سوخت
۲۲/۸۹	۳۲۱۶۰۰۳/۹۹	۲۴/۱۷	۳۵۵۳۵۲۶/۹۷	۲۱/۴۹	۲۸۷۸۴۸۱/۰۱	تومان بر هکتار	کودهای شیمیایی
۲۸/۵۱	۴۰۰۴۸۵۱/۸۸	۲۷/۱۲	۳۹۸۷۵۵۱/۸۷	۳۰/۰۳	۴۰۲۲۱۵۱/۹۰	تومان بر هکتار	مواد شیمیایی
۰/۰۹	۱۲۲۲۶/۲۲	۰/۰۹	۱۳۶۹۲/۹۵	۰/۰۸	۱۰۷۵۹/۴۹	تومان بر هکتار	آب آبیاری
۳/۵۹	۵۰۳۶۷۶/۶۶	۳/۸۴	۵۶۴۳۱۵/۳۵	۳/۳۱	۴۴۳۰۳۷/۹۷	تومان بر هکتار	کود حیوانی
۱۰۰/۰۰	۱۴۰۴۹۲۶۴/۶۴	۱۰۰/۰۰	۱۴۷۰۴۰۸۱/۰۷	۱۰۰/۰۰	۱۳۳۹۴۴۴۸/۲۱	تومان بر هکتار	مجموع هزینه‌های متغیر
....	۴۲۱۴۷۷۹/۳۹	....	۴۴۱۱۲۲۴/۳۲	....	۴۰۱۸۳۳۴/۴۶	تومان بر هکتار	مجموع هزینه‌های ثابت
....	۱۸۲۶۴۰۴۴/۰۴	....	۱۹۱۱۵۳۰۵/۴۰	....	۱۷۴۱۲۷۸۲/۶۸	تومان بر هکتار	کل هزینه تولید
....	۳۸۴۹۰۶۰۰/۹۰	....	۳۹۰۷۱۸۵۲/۵۴	....	۳۷۹۰۹۳۴۹/۲۶	تومان بر هکتار	درآمد ناخالص
....	۳۴۲۷۵۸۲۱/۵۰	....	۳۴۶۶۰۶۲۸/۲۱	....	۳۳۸۹۱۰۱۴/۷۹	تومان بر هکتار	درآمد خالص
....	۲/۸۸	....	۲/۸۱	....	۲/۹۵	.....	نسبت سود به هزینه
....	۲/۴۰	....	۲/۳۴	....	۲/۴۶	کیلوگرم بر هزار	بهره‌وری اقتصادی

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

٦. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه در نظر گرفتن سه عامل جامع در راستای دست‌یابی به اهداف سیاست‌گذاری شده توسعه پایدار شامل انرژی، اثرات زیست محیطی و هزینه‌های اقتصادی بر روی تولید مرکبات غالب در استان مازندران بود. به منظور انجام مطالعه حاضر از روش داده برداری مستقیم و مصاحبه حضوری با باغداران مازندرانی استفاده شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دو نهاده کود شیمیایی و سوخت، پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی و دو نهاده کود حیوانی و سوخت، بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را در تولید مرکبات داشتند. سه نهاده نیروی کار، سموم شیمیایی و کودهای شیمیایی بیشترین هزینه‌های متغیر را شامل شدند در این راستا برای افزایش کارایی انرژی تولید، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش صرفه اقتصادی تولید مرکبات در استان مازندران پیشنهاداتی می‌شود:

- کاهش و مدیریت مصرف نهاده سوخت از راه‌هایی ازجمله جایگزینی ماشین‌های فرسوده با نو به منظور کاهش انرژی ورودی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید مرکبات در استان مازندران.
- به منظور کاهش هزینه‌های برداشت محصول مانند هزینه‌های نیروی کاری راهکارهای حمایتی از جمله خرید تضمینی محصول با قیمت واقعی در راس امور باید قرار گیرد.
- آموزش کشاورزان و بهره‌برداران در نحوه ی مصرف نهاده‌های آلودکننده محیط زیست شامل انواع سموم و کودهای شیمیایی در راستای سیاست‌های حمایتی از تولید پاک از سوی مدیران زیست محیطی باید مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

در پایان نویسندگان مقاله از دانشگاه فردوسی مشهد به منظور حمایت‌های لازمه در قالب طرح پژوهشی با کد ۴۵۳۷۷ تشکر و تقدیر می‌نمایند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

منابع

خجسته پور، مهدی؛ نیکخواه، امین و باقر عمادی (۱۳۹۲)، "بررسی انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید کلزا در ایران و ترکیه"، *هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون*، دانشگاه فردوسی مشهد

رحیمی، نسترن و محسن بختیار (۱۳۸۵)، "کپروتکل کیوتو، رهیافت‌ها و چالش ها"، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲ (۸): ۷۹-۹۳

زاهدی، شمس السادات (۱۳۹۵)، *توسعه پایدار جامع با تاکید بر مدیریت و کارآفرینی سبز*، تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی

سالنامه آماری کشاورزی (۱۳۹۵)، *وزارت جهاد کشاورزی*، قابل‌دسترس در سایت www.maj.ir.

سلطانعلی، حمزه؛ نیکخواه، امین و عباس روحانی (۱۳۹۶)، "امکان‌سنجی کاهش انتشارگازهای گلخانه‌ای در واحدهای تولیدی شیر با به‌کارگیری سامانه‌های بیوگاز"، *فصلنامه پژوهش‌های سیاست گذاری وبرنامه ریزی انرژی*، ۳ (۶) :۱۱۵-۱۳۴.

صادقی، سید کمال؛ سجودی، سکینه و فهیمه احمدزاده دلجوان (۱۳۹۶)، "تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی وکیفیت محیط‌زیست در ایران"، *فصلنامه پژوهش‌های سیاست گذاری وبرنامه ریزی انرژی*، ۳ (۶) :۱۷۱-۲۰۲.

طاهری راد، علیرضا؛ نیکخواه، امین؛ خجسته پور، مهدی و شهرام نوروزیه (۱۳۹۴)، "بررسی انتشار گازهای گلخانه ای، تحلیل انرژی و هزینه‌های تولید پنبه در استان گلستان"، *نشریه ماشین‌های کشاورزی*، ۵ (۲):۴۲۸-۴۴۵.

عمانی، احمد رضا و محمد چیذری (۱۳۸۵)، "تعیین ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و زراعی گندم کاران شهرستان‌های اهواز، دزفول و بهبهان با توجه به پذیرش روش‌های کشاورزی پایدار کم نهاده (LISA)"، *نشریه علوم آب و خاک*، ۱۰ (۱): ۱۰۷-۱۲۰.

قربانی، هادی (۱۳۸۸)، " فواید و چالشها ی زیست محیطی کاربرد پساب درآبیاری"، *سومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست*، دانشگاه تهران

قنبری، یوسف و حمید برقی (۱۳۸۷)، "چالش‌های اساسی در توسعه پایدار کشاورزی ایران"، *نشریه راهبرد توسعه*، ۱۶ (۱): ۲۱۸-۲۳۴.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

کوچکی، علیرضا و محمد حسینی (۱۳۷۳)، *کارایی انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی*، مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

لطفعلی پور، محمد رضا و ملیحه آشنا (۱۳۸۹)، " بررسی عوامل موثر بر تغییر انتشار دی اکسید کربن در اقتصاد ایران"، *فصلنامه مطالعات انرژی*، ۲۷ (۷): ۱۰۱-۱۲۹

Ayres R.U. and A.V. Kneese (1969), "Production, Consumption, and Externalities", *American Economic Review*, Vol. 59, No. 3, PP. 282-297.

Chaudhary V.P., Gangwar B. and D.K. Pandey (2006), "Auditing of Energy Use and Output of Different Cropping Systems in India", *Agricultural Engineerig International, The CIGR Ejournal EE 05001*, Vol. 8, PP. 87-93.

Dyer J. and R. Desjardins (2003), "Simulated Farm Fieldwork, Energy Consumption and Related Greenhouse Gas Emissions in Canada", *Biosystems Engineering*, Vol. 85, No. 4, PP. 503-513.

Fan S. (2000), "Research Investment and the Economic Returns to Chinese Agricultural Research", *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 14, PP. 163–182.

Firouzi S., Nikkhah A., Khojastehpour M. and N.M. Holden (2016), "Energy use Efficiency, GHG Emissions, and Carbon Efficiency of Paddy Rice Production in Iran", *Energy Equipment and Systems*, Vol. 4, No. 2, PP. 169-176.

Hatfield, J.L. and D.L. Karlen (1993), **"**Sustainable Agriculture Systems", CRC Press.

Kazemi H., Kamkar B., Lakzaei S., Badsar M. and M. Shahbyki (2015), "Energy Flow Analysis for Rice Production in Different Geographical Regions of Iran", *Energy*, Vol. 84, No. 1, PP. 390-396.

Khan S., Khan M., Hanjra M. and J. Mu (2009), "Pathways to Reduce the Environmental Footprints of Water and Energy Inputs in Food Production", *Food Policy*,Vol. 34, No. 1, PP. 141-149.

Khojastehpour M., Nikkhah A. and D. Hashemabadi (2015), "A Comparative Study of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Canola Production", *International Journal of Agricultural Management and Development*, Vol. 5, No.1, PP. 51-58.

Korfmacher, K.S. (2000), "Farmland Preservation and Sustainable Agriculture: Grassroots and Policy Connections", *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol. 15, No. 1, PP. 37-43.

Khoshnevisan B., Rafiee S., Omid M. and H. Mousazadeh (2013), "Applying Data Envelopment Analysis Approach to Improve Energy Efficiency and Reduce GHG (Greenhouse Gas) Emission of Wheat Production", *Energy*, Vol. 58, No.1, pp. 588-593.

Kuswardhani N., Soni P. and G.P. Shivakoti (2013), "Comparative Energy Input–Output and Financial Analyses of Greenhouse and Open Field Vegetables Production in West Java, Indonesia", *Energy*, Vol. 53, No. 1, pp. 83-92.

Lal R. (2004), "Soil Carbon Equestrian Impacts on Global Climate Change and Food Security", *Science*, Vol. 204, No. 5677, pp. 1623-1627.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

Liddle B. (2013), "Population Affluence and Environmental Impact across Development: Evidence from Panel Cointegration Modeling", *Environmental modelling & software*, Vol. 40, No. 1, PP. 255-266.

Liu B., Wang F., Zhang B. and J. Bi (2013), "Energy Balance and GHG Emissions of Cassava-based Fuel Ethanol Using Different Planting Modes in China", *Energy Policy*, Vol. 56, No. 1, PP. 210-220.

Mardani A. and H. Taghavifar (2016), "An Overview on Energy Inputs and Environmental Emissions of Grape Production in West Azerbayjan of Iran", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 54, No. 1. PP. 918-924.

Michael H. and J.D. Dworkin (2008), The Farmer's Handbook for Energy Self-Reliance in Kelly S, Ed: The Institute for Energy and the Environment.

Ministry of Energy (2010), Energy Balance in Iran, Available on www.moe.gov.ir.

Mobtaker H.G., Akram A. and A. Keyhani (2012), "Energy use and Sensitivity Analysis of Energy Inputs for Alfalfa Production in Iran", *Energy for Sustainable Development*, Vol. 16, No. 1, PP. 84-89.

Mohammadi A., Rafiee S., Mohtasebi S.S. and H. Rafiee (2010), "Energy Inputs – Yield Relationship and Cost Analysis of Kiwifruit Production in Iran", *Renewable Energy*, Vol. 35, No. 5, PP. 1071-1075.

Mohammadshirazi A., Akram A., Rafiee S. and E.B. Kalhor (2015), "On the Study of Energy and Cost Analyses of Orange Production in Mazandaran Province", *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Vol. 10, No. 1, PP. 22-28.

Mousavi-Avval S.H., Rafiee S., Jafari A. and A. Mohammadi (2011), "Energy Flow Modeling and Sensitivity Analysis of Inputs for Canola Production in Iran", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 19, No. 13, PP. 1464-1470.

Nabavi-Pelesaraei A., Abdi R. and S. Rafiee (2016), "Neural Network Modeling of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Watermelon Production Systems", *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, Vol. 15, No. 1, PP. 38-47.

Nguyen T.L.T., Gheewala S.H. and S. Garivait (2007), "Energy Balance and GHG-Abatement Cost of Cassava Utilization for Fuel Ethanol in Thailand", *Energy Policy*, Vol. 35, No. 9, PP. 4585-4596.

Ozkan B., Akcaoz H. and C. Fert (2004), "Energy Input–output Analysis in Turkish Agriculture", *Renewable Energy*, Vol. 29, No. 1, PP. 39-51.

Ozkan B., Ceylan R.F. and H. Kizilay (2011), "Comparison of Energy Inputs in Glasshouse Double Crop (Fall and Summer Crops) Tomato Production", *Renewable Energy*, Vol. 36, No. 1, PP. 1639-1644.

Pearce D.W. (1993), "Economic Values and the Natural World", Earthscan.

Pishgar-Komleh, S.H., Omid M. and M.D. Heidari (2013), "On the Study of Energy Use and GHG (Greenhouse Gas) Emissions in Greenhouse Cucumber Production in Yazd Province", *Energy*, Vol. 59, No. 1, PP. 63-71.

Pishgar-Komleh S., Sefeedpari P. and M. Ghahderijani (2012), "Exploring Energy Consumption and CO2 Emission of Cotton Production in Iran", *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, Vol. *4*, *No.* 3, PP. 33-115.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

Pishgar-Komleh S., Sefeedpari P. and S. Rafiee (2011), "Energy and Economic Analysis of Rice Production under Different Farm Levels in Guilan Province of Iran", *Energy*, Vol. 36, No. 10, PP. 5824-5831.

Qasemi-Kordkheili P. and A. Nabavi-Pelesaraei (2014), "Optimization of Energy Required and Potential of Greenhouse Gas Emissions Reductions for Nectarine Production Using Data Envelopment Analysis Approach", *International Journal of Energy and Environment*, Vol. 5, No. 2, PP. 207-218.

Qasemi-Kordkheili, P. and A. Rahbar (2015), "Modeling and Optimization of Energy Consumption for Grapefruit Production in Iran", *AgricEngInt: CIGR Journal*, Vol. 17, No. 1, PP. 118-129.

Rafiee S., Avval S.H.M. and A. Mohammadi (2010), "Modeling and Sensitivity Analysis of Energy Inputs for Apple Production in Iran", *Energy*, Vol. 35, No.8, PP. 3301-3306.

Reeves T.G. (1998), "Sustainable Intensificatin of Agriculture", International Maize and Wheat Improvement Center.

Royan M., Khojastehpour M., Emadi B. and H.G. Mobtaker (2012), "Investigation of Energy Inputs for Peach Production Using Sensitivity Analysis in Iran", *Energy Conversion and Management*, Vol. 64, No. 1, PP. 441-446.

Samavatean N., Rafiee S., Mobli H. and A. Mohammadi (2011), "An Analysis of Energy Use and Relation between Energy Inputs and Yield, Costs and Income of Garlic Production in Iran", *Renewable Energy*, Vol. 36, No. 1, PP. 1808-1813.

Sharifi M. (2018), "Energy Inputs-Yield Relationship and Cost Analysis of Melon Production in Khorasan Razavi Province of Iran", *Engineering in Agriculture, Environment and Food*.

Singh H., Mishra D. and N. Nahar (2002), "Energy Use Pattern in Production Agriculture of a Typical Village in Arid Zone, India-Part I", *Energy Conversion and Management*, Vol. 43, No. 1, PP. 2275-2286.

Singh S. and J.P. Mittal (1992), "Energy in Production Agriculture", *Mittal Pub, New Delhi*.

Soltani A., Rajabi M., Zeinali E. and E. Soltani (2013), "Energy Inputs and Greenhouse Gases Emissions in Wheat Production in Gorgan, Iran", *Energy*, Vol.50, No. 1, PP. 54-61.

Tabatabaie S.M.H., Rafiee S., Keyhani A. and M.D. Heidari (2013), "Energy Use Pattern and Sensitivity Analysis of Energy Inputs and Input Costs for Pear Production in Iran". *Renewable energy*, Vol. 51, No. 1, PP. 7-12.

Taheri-Garavand A., Asakereh A. and K. Haghani (2010), "Energy Elevation and Economic Analysis of Canola Production in Iran a Case Study: Mazandaran Province", *International Journal of Environmental Sciences*, Vol. 1, No. 2, PP. 236-242.

Troujeni M.E., Khojastehpour M., Vahedi A. and B. Emadi (2017), "Sensitivity Analysis of Energy Inputs and Economic Evaluation of Pomegranate Production in Iran", *Information Processing in Agriculture*, Vol. 5, No. 1, PP. 114-123.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]

Tzilivakis J., Warner D., May M., Lewis K. and K. Jaggard (2005), "An Assessment of the Energy Inputs and Greenhouse Gas Emissions in Sugar Beet (Beta Vulgaris) Production in the UK", *Agricultural Systems*, Vol. 85, No. 2, PP. 101- 119.

Yuan S. and S. Peng (2017), "Input-output Energy Analysis of Rice Production in Different Crop Management Practices in Central China", *Energy*, Vol. 141, No.1, PP. 1124-1132.

Baran M.F., Lüle F. and O. Gökdoğan (2017), "Energy Input-Output Analysis of Organic Grape Production: A Case Study from Adiyaman Province Energiebilanz im ökologischen Weinanbau: Eine Fallstudie aus der Provinz Adiyaman". *Erwerbs-Obstbau*, Vol. 59, No. 4, PP. 275-279.

Flores E.D., Dela Cruz R.S.M. and M.C.R. Antolin (2016), "Energy Use and CO2 Emissions of Eggplant Production in the Philippines". *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, Vol. 18, No. 1, PP. 138-148.

Martinez-Mate M., Martin-Gorriz B., Martínez-Alvarez V., Soto-García M. and J. Maestre-Valero (2018), "Hydroponic System and Desalinated Seawater as an Alternative Farm-productive Proposal in Water Scarcity Areas: Energy and Greenhouse Gas Emissions Analysis of Lettuce Production in Southeast Spain". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 172, No. 1, PP.1298-1310.

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

Unakıtan G. and B. Aydın (2018), "A Comparison of Energy Use Efficiency and Economic Analysis of Wheat and Sunflower Production in Turkey: A Case Study in Thrace Region". *Energy*, Vol. 149, No. 1, PP. 279-285.

Kizilaslan H. (2009), "Input–output Energy Analysis of Cherries Production in Tokat Province of Turkey". *Applied Energy*, Vol. 86, No. 7-8, PP. 1354-1358.

Ozkan B., Ceylan R.F. and H. Kizilay (2011), "Energy Inputs and Crop Yield Relationships in Greenhouse Winter Crop Tomato Production". *Renewable Energy*, Vol. 36, No. 11, pp. 3217-3221.

Akdemir S., Akcaoz H. and H. Kizilay (2012), "An Analysis of Energy Use and Input Costs for Apple Production in Turkey". *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol. 10, No. 2, PP. 473-479.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-02-21]