نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران»
دوره ۲۶، شماره۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحه ۲۷-۳۳

پتانسل سنجی تولید سوخت زیستی از ضایعات خرما: مطالعه موردی استان خوزستان

شعبان قوامی جولندان[۱]، سیدمحمدصفی الدین اردبیلی[۲]، احمد مستعان[۳]

تاریخ دریافت:
۰۷ / ۰۶ / ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش:
۱۴ / ۱۰ / ۱۴۰۲

کلمات کلیدی:
بیودیزل
بیواتانول
بیوهیدروژن
بیوگاز
ضایعات خرما

چکیده

هر ساله گیاهان کشاورزی مختلفی برای تغذیه انسان، خوراک دام و مصارف صنعتی در جهان کشت می‌شوند که بخش قابل توجهی از آن‌ها به دلیل کاشت و برداشت غیر استاندارد، فرآوری نادرست و همچنین آفات از بین می‌رود. در این تحقیق به پتانسیل سنجی ضایعات تولیدی از محصول خرما در استان خوزستان به عنوان قطب کشاورزی کشور ایران پرداخته شده است. حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد از محصول تولید شده خرما بسته به نوع محصول و منطقه کشت شده به ضایعات تبدیل می‌شود که پتانسیل بسیار خوبی به منظور تولید سوخت‌های زیستی را دارد. بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق، با توجه به ظرفیت حدود ۴/۶ میلیون اصله نخل موجود در استان خوزستان می توان سالانه حدود ۳۱۳ هزار تن برگ خرما و حدود ۴۹ هزار تن ضایعات بصورت هسته خرما بدست آورد. همچنین، از ضایعات برگ خرما نیز می تواند حدود ۳۱ میلیون لیتر بیواتانول تولید نمود. همچنین، نتایج این تحقیق نشان داد میزان استحصال بیوبوتانول، بیواتانول، بیو گاز و بیوهیدروژن به ترتیب ۰/۲۶ میلیون لیتر، ۱/۰۱ میلیون لیتر، ۱/۷۱ میلیون کیوبیک و ۰/۷۱ میلیون کیوبیک از ضایعات میوه خرما می باشد. ضایعات هسته خرما نیز پتانسیل تولید حدود ۵ هزار تن بیودیزل نیز دارا می باشد. این حجم از تولید سوخت بیودیزل و بیواتانول از ضایعات خرما می تواند به عنوان افزودنی به سوخت دیزل و بنزین مورد استفاده قرار گرفته و می تواند در صرفه جویی و کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی و در نهایت کاهش آلایندگی در استان خوزستان بسیار مفید باشند.

۱.استادیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران s.ghavami@scu.ac.ir
۲.دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳.استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده خرما و میوه های گرمسیری، اهواز، ایران،

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-03-31]

۱. مقدمه

جهان امروز با بحران های چالش برانگیزی مانند کاهش سوخت های فسیلی و آلودگی محیط زیست مواجه است (Hossain et al., 2023; Kocakulak et al., 2023). در حال حاضر یکی از مشکلات اساسی کشورهای توسعه یافته و همچنین کشورهای در حال توسعه نیاز روز افزون جهان به منابع جدید انرژی به ویژه در بخش حمل و نقل است(Chu et al., 2023). لازم به ذکر است که این کمبود منابع انرژی تنها به کشورهای بزرگ واردکننده نفت خام اختصاص ندارد و این مشکل گریبانگیر تولیدکنندگان بزرگ نفت خام درجهان از جمله کشور ایران نیز شده و این کشورها را با مشکلات متعددی در زمینه امنیت انرژی، آلاینده‌ها نا شی از سوخت های فسیلی و حتی تهیه سوخت مورد نیاز برای بخش های مختلف از جمله حمل و نقل و نیروگاه های تامین انرژی مواجه ساخته است (S. M. Safieddin Ardebili, 2020). سوخت های زیستی می توانند راه حلی جایگزین برای سوخت های فسیلی باشند. امروزه، استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر در بسیاری از کشورهای توسعه یافته در دنیا متداول شده است. بر اساس گزارش های علمی منتشر شده، سوخت بیودیزل و بیواتانول را می توان به ترتیب همراه سوخت دیزل و بنزین در خودروهای معمول بکار گرفت(Hassan Pour et al., 2018). اثرات بسیار ارزشمندی نظیر کاهش آلودگی هوا که در نتیجه استفاده از این سوخت های تجدیدپذیر ایجاد می‌شود از سوی ارگان‌ها و سازمان‌های معتبر جهانی تأیید شده است(Su-Ungkavatin et al., 2023). ایران دارای شرایط آب و هوایی متنوعی است و خاک آن می تواند انواع مختلفی از گیاهان مناسب برای تولید سوخت های زیستی را پرورش دهد(SafieddinArdebili & Khademalrasoul, 2018).

خرما یکی از محصولات مهم باغی است که نقش مهمی در امنیت غذایی، ایجاد اشتغال، حفظ و پایداری محیط زیست، اقتصاد ملی، صادرات و ارز آوری ایفا می‌نماید. تولید محصول خرما در جهان در طول سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ روند رو به رشدی داشته که به تبع آن ضایعات تولید شده توسط این محصول نیز روبه افزایش می‌باشد. میزان تولید محصول خرما در جهان در سال ۲۰۱۰ از ۷ میلیون متریک تن به حدود ۱۰ میلیون متریک تن افزایش داشته که این افزایش حدود ۳۰ درصد می‌باشد(FAO, 2021). در حال حاضر در ایران، خرما در استان‌های کرمان، خوزستان، فارس، سیستان و بلوچستان، هرمزگان، اصفهان، یزد، کهکیلویه و بویراحمد، خراسان ،کرمانشاه، ایلام، سمنان و بوشهر پرورش می یابد. همچنین، ایران به عنوان غنی ترین ژرم پلاسم شناخته شده جهان نیز شناخته می شود(Anynoumouse, 2019). تعداد اصله نخل در استان های خرما خیز کشور در سال ۱۳۸۵ در جدول (۱) نشان داده شده است. متاسفانه آمار دقیق دیگری در دسترس نبود و صرفا بر اساس آمار ارایه شده اداره نخیلات در سال ۱۳۸۵ وجود داشت. هرچند همین آمار نیز بسیار ارزشمند است و نشان می‌دهد که استان هرمزگان با حدود ۵ میلیون اصله نخل در این استان از پیشتازان تولید خرما در کشور محسوب می شود . استان خوزستان نیز با دارا بودن حدود چهارونیم میلیون اصله نخل یکی از بزرگترین مناطق کشت خرما در کشورایران محسوب می‌شود.

ضایعات در نخلستان مرکز تحقیقات خرما بستگی به عوامل متعددی داشت. از جمله شرایط اقلیمی نامناسب نظیر تغییرات آب و هوایی، گرد و خاک، رطوبت و دمای هوا بسیار می تواند در میزان ضایعات خرما اثر گذار باشد. علاوه بر این، بسیاری از پرندگان در نخلستان و همچنین وجود آفت و بیماری ها از جمله عوامل دیگری هستند که میزان ضایعات را بشدت افزایش می‌دهد. علاوه بر این، انجام نامناسب عملیات داشت نظیر آبیاری، تغذیه نخل و تیمار خوشه‌ها نیز می‌تواند به ایجاد ضایعات منجر شود. همچنین، زمان، ابزار و روش نامناسب برداشت که باعث ایجاد صدمات مکانیکی، جدا شدن پوست میوه، آلودگی به مواد خارجی و اختلاط محصول تمیز و آلوده می‌گردد یکی دیگر از عوامل عمده تولید ضایعات در برداشت محصول با ارزش خرما باید مد نظر قرار گیرد. لذا، با توجه به حجم تولید بسیار بالا و پتانسیل تولید ضایعات محصول خرما به سوخت‌های زیستی در این مقاله به پتانسیل سنجی تولید سوخت های زیستی نظیر بیودیزل، بیوبوتانول، بیواتانول، بیوگاز و بیوهیدروژن در استان خوزستان پرداخته شده است. با بررسی منابع و مقالات چاپ شده، گزارش کاملی در زمینه پتانسیل سنجی تولید

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-03-31]

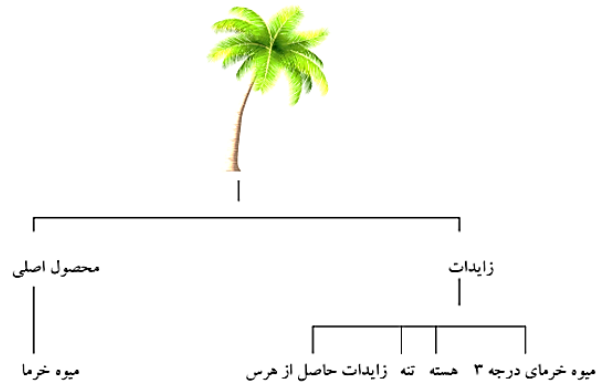
سوخت‌های زیستی در استان خوزستان مشاهده نگردید و این تحقیق اولین گزارش در این خصوص می باشد. بنابراین، اطلاعات و آمار ارایه شده در این تحقیق می‌تواند منبع ارزشمندی برای اتخاذ سیاست های مناسب در استفاده از منابع زیست توده در استان خوزستان باشد.

جدول ۱: تعداد اصله نخل در استان های خرما خیز کشور

نام استان	تعداداصله نخل
اصفهان	۹۳۶۰۰
بوشهر	۴۱۷۴۱۴۰
خوزستان	۴۵۲۸۸۰۰
سیستان و بلوچستان	۴۵۳۸۶۴۰
فارس	۳۵۲۳۲۶۰
هرمزگان	۴۹۶۴۱۶۰
کرمان	۲۹۵۳۹۲۰
جیرفت	۳۵۷۸۵۲۰
یزد	۴۲۹۹۶۰
ایلام	۱۶۵۰۰
خراسان جنوبی	۴۳۸۰۰
کرمانشاه	۷۰۵۶۰
کهکیلویه و بویر احمد	۵۷۶۰
لرستان	۲۱۶

۲. مواد و روش‌ها

زایدات خرما در شکل (۱) نشان داده شده است. این منابع زیستی شامل زایدات حاصل از هرس نخل، میوه خرمای درجه سه، هسته خرما و همچنین تنه درخت می باشد.



شکل ۱: تقسیم بندی ضایعات خرما

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-03-31]

سطح کل کشت خرما در کشور در حدود ۲۶۸۸۱۱ هکتار می باشد. به طور متوسط در هر هکتار از باغات حدود ۱۲۰ اصله درخت نخل می توان کشت نمود. بر این اساس حدود ۳۲ میلیون اصله نخل در کشور وجود دارد. بر اساس آمار موجود حدود ۴۶۰۰۰۰۰ تعداد اصله نخل در استان خوزستان وجود دارد. با احتساب میزان متوسط ۱۱ درصد هسته نسبت به وزن میوه خرما و تولید ۱۳۳۵۶۵۲تن در کشور حدود ۱۴۶۶۲۱ تن هسته خرما در کشور تولید خواهد شد. نخل خرما با رشد طولی خود، سالیانه ۱۰ برگ در انتهای تنه تولید می‌کند. رشد برگ ها بسیار کند و در حدود ۳ تا ۴ سال طول می‌کشد. میانگین طول برگ نخل خرما حدود ۳۵۰ و عرض ۸۰ سانتی متر است. وزن برگ حدود ۲ کیلوگرم نیز برآورد می شود. با در نظر گرفتن این توضیحات، سالانه حدود ۱۸۴ هزار تن ماده لیگنوسلولوزی از زایدات هرس نخل می‌توان بدست آورد. برای محاسبه سایر سوخت های زیستی از ضرایب مورد استفاده در سایر مقالات استفاده گردید (Karimi Alavijeh & Yaghmaei, 2015; M. Safieddin Ardebili et al., 2011; Taghizadeh-Alisaraei et al., 2019). همچنین برای محاسبه میزان سوخت زیستی از برگ درختان خرما نیز فرض گردید که در عمل بتوان نیمی از این زایدات را برای تولید سوخت جمع آوری نمود و تمامی محاسبات بر این اساس صورت گرفت.

۳. نتیجه‌گیری

بر اساس محاسبات انجام شده به ازای ۴۶۰۰۰۰۰ اصله نخل موجود در استان خوزستان می توان سالانه به میزان ۳۱۲۸۰۰ تن برگ خرما که بصورت زایداتی است جمع آوری نمود که با احتساب ضریب جمع آوری ۵۰ درصد برای این محصول نیز می توان چیزی حدود ۱۵۶۰۰۰ تن سالانه در استان جمع آوری نمود. همچنین، با توجه به ضرایب بیان شده برای هسته خرما نیز می توان از ۱۶۳۰۰۰ تن خرما حدود ۴۸۹۰۰ تن بصورت ضایعاتی می‌توان بدست آورد که بر اساس ضرایب بیان شده در مقالات به سوخت‌های بیوگاز، بیو اتانول، بیوبوتانول و همچنین بیو هیدروژن قابل تبدیل است. همچنین با فرض فرآوری این حجم خرما در استان بصورت کاملا مکانیزه می توان حدود ۴۸۹۰۰ تن هسته خرما نیز استحصال نمود که با در نظر گرفتن حدود ۱۰ در صد روغن برای این محصول نیز می توان برای تولید بیودیزل از آن بهره گرفت. میزان سوخت‌های زیستی بیواتانول، بیوگاز، بیوبوتانول و بیوهیدروژن بدست آمده از ضایعات درخت خرما در استان خوزستان در شکل (۲) نشان داده شده است.

شکل ۲: میزان سوخت‌های زیستی بیواتانول، بیوگاز، بیوبوتانول و بیوهیدروژن بدست آمده از ضایعات درخت خرما در استان خوزستان

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-03-31]

لازم به ذکر است که این حجم از تولید سوخت بیودیزل و بیواتانول از این ضایعات می تواند به عنوان افزودنی به سوخت دیزل و بنزین به ترتیب مورد استفاده قرار گیرد و بسیار می تواند در صرفه جویی و کاهش استفاده از سوخت های فسیلی و در نهایت کاهش آلایندگی در استان خوزستان بسیار مفید باشند.

٤. تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می دانند از مرکز تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری جهت تامین آمار و امکانات تحقیق و همچنین از دانشگاه شهید چمران اهواز جهت تامین مالی این پژوهش (شماره پژوهانه: SCU.AA1401.29840) تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

[1] Anynoumouse. (2019). The Research Institute of Dates and Tropical Fruits.
[2] Chu, L. K., Ghosh, S., Doğan, B., Nguyen, N. H., & Shahbaz, M. (2023). Energy security as new determinant of renewable energy: the role of economic complexity in top energy users. Energy, 263, 125799.
[3] FAO. (2021). The Food and Agriculture Organization.
[4] Hassan Pour, A., Safieddin Ardebili, S. M., & Sheikhdavoodi, M. J. (2018). Multi-objective optimization of diesel engine performance and emissions fueled with diesel-biodiesel-fusel oil blends using response surface method. Environmental Science and Pollution Research, 25, 35429–35439.
[5] Hossain, M. R., Singh, S., Sharma, G. D., Apostu, S.-A., & Bansal, P. (2023). Overcoming the shock of energy depletion for energy policy? Tracing the missing link between energy depletion, renewable energy development and decarbonization in the USA. Energy Policy, 174, 113469.
[6] Karimi Alavijeh, M., & Yaghmaei, S. (2015). Biochemical production of bioenergy from agricultural crops and residue in Iran. Waste Management, 52(March), 375–394. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.025
[7] Kocakulak, T., Arslan, T. A., Şahin, F., Solmaz, H., Ardebili, S. M. S., & Calam, A. (2023). Determination of optimum operating parameters of MWCNT-doped ethanol fueled HCCI engine for emission reduction. Science of The Total Environment, 165196.
[8] Safieddin Ardebili, M., Ghobadian, B., Najafi, G., & Chegeni, A. (2011). Biodiesel production potential from edible oil seeds in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(6), 3041–3044. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.03.004
[9] Safieddin Ardebili, S. M. (2020). Green electricity generation potential from biogas produced by anaerobic digestion of farm animal waste and agriculture residues in Iran. Renewable Energy, 154, 29–37.
[10] Safieddin Ardebili, S. M., & Khademalrasoul, A. (2018). An analysis of liquid-biofuel production potential from agricultural residues and animal fat (case study: Khuzestan Province). Journal of Cleaner Production, 204, 819–831.
[11] Su-Ungkavatin, P., Tiruta-Barna, L., & Hamelin, L. (2023). Biofuels, electrofuels, electric or hydrogen?: A review of current and emerging sustainable aviation systems. Progress in Energy and Combustion Science, 96, 101073.
[12] Taghizadeh-Alisaraei, A., Motevali, A., & Ghobadian, B. (2019). Ethanol production from date wastes: Adapted technologies, challenges, and global potential. Renewable Energy, 143, 1094–1110.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-03-31]

نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران»
دوره ۲۶، شماره۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحه ۲۷-۳۳

An analysis of biofuel production potential from date wastes: A case study in Khuzestan Province

Shaban Ghavami Jolandan
Department of Biosystems Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
s.ghavami@scu.ac.ir
(Corresponding Author)

Seyed Mohammad Safieddin Ardebili
Department of Biosystems Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran,
m.safieddin@scu.ac.ir

Ahmad Mostaan
Horticultural Science Research Institute, Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
a.mostaan@areeo.ac.ir

Received:

Accepted:

Keywords:
Biodiesel
Bioethanol
Biohydrogen
Biogas
Date wastes

Abstract:

Every year various types of agricultural plants are cultivated for the purpose of human nutrition, industrial applications and also livestock feed in the world. Unfortunately, a huge amount of these plants is converted to waste mostly due to sub-standard harvesting and planting, incorrect pests and processing. In this investigation, the potential of waste generated from date in Khuzestan province as an agricultural hub of Iran has been discussed. Almost 10 to 15% of the produced date in the word is turned into waste, mostly depending on the cultivated area, which has a great potential for the production of biofuels. Based on the results obtained in this study, annual potential of Khuzestan Province is about 313 thousand tons of date leaves and 49 thousand tons date seeds, of which about 31 million liters of bioethanol can be produced from palm leaf waste and around about 5 thousand tons of biodiesel could be obtained. Results indicated that the province's production potential from date fruit waste was 0.26 million liters of biobutanol, 1.01 million liters of bioethanol, 1.71 million cubic meters of biogas and 0.71 million cubic meters of biohydrogen. The results for biofuel generated from date waste show promising alternatives fuel additives which could have a positive impact on the environment due to reduction in pollution mostly generated from using fissile based fuel in the province.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-03-31]