Iranian Journal of Soil and Water Research ISNN: 2423-7833
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

Determining the Return and Water Productivity in Drip Irrigation System in Horticultural Production: A Case Study of Horticultural Research Stations in Alborz Province

Maryam Mahmoodi[1]✉, Hormoz Asadi[2], Shojaat Zare[3], Kourosh Zandifar[4], Valiallah Rasouli[5]

1. Corresponding Author, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: m.mahmoudi@areeo.ac.ir
2. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: hormoz.asadi3@gmail.com
3. Agricultural Research and Education and Natural Resource Center of Razavi Khorasan province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran. Email: shojaat168@gmail.com
4. Temperature Fruits Research Center, Horticultural Scince Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: k.zandifar88@gmail.com
5. Temperate Fruit Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.Email: spiiqv@gmail.com

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: Jan. 2, 2022

Revised: Aug. 16, 2022

Accepted: Oct. 2, 2022

Published online: Nov. 22, 2022

Keywords:
Physical and economic productivity,
Irrigation return,
Drip irrigation,
Horticultural products.

ABSTRACT

The main purpose of this study was to determine the return and physical and economical water productivity in the production of horticultural products using drip irrigation system under research conditions in Horticultural Sciences Research Institute (HSRI) in Alborz province during 2016-2019. In this study, the return criteria including; gross income, the percentage of sale return and the percentage of investment return, and also physical and economical productivity analysis were used to measure water productivity. According to the results, during 2017-2019, the average physical productivity of irrigation water in apple and pear genotypes was determined to be 2.75 and 1.7 kg/m3, respectively. The average economic productivity of water resulting from the gross profit of horticultural products in apple and pear genotypes was determined to be 39990.5 and 211486.7 Rials/m3 respectively, in Kamalshahr station. Results also showed that in 2016-2019, the average physical productivity of irrigation water in production of sour cherry, cherry, peach and apple genotypes was 1.08, 0.99, 1.69 and 1.61 kg/m3, respectively, and the average economic productivity of water based on gross profit of horticultural products in the genotypes of sour cherry, cherry, peach and apple were determined to be 106174.8, 95127.8, 25236.3 and 23011.2 Rials/m3, respectively, in Meshkindasht. The results of this study indicated the favorable state of the average economic productivity of water resulted from the profit of the production of apples and pears in Kamal Shahr station compared to the results of studies conducted in some parts of the country. However, in these stations the physical and economic productivity of water in the production of apple, pear and peach, have been generally much lower compared to the average ones resulted in some studied countries. So, investigation of their reasons using comparative studies and identifying strategies to increase water productivity in the production of these products at these research stations is recommended.

Cite this article: Mahmoodi, M., Asadi, H., Zare, Sh., Zandifar, K., Rasouli, V., (2022) Determining the return and water productivity in drip irrigation system in horticultural production: A case study of horticultural research stations in Alborz province, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, http//doi.org/ 10.22059/ijswr.2022.336699.669171, 53 (9), 2061-2073.

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2022.336699.669171

مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۳، شماره ۹ شاپا: ۷۸۳۳-۲۴۲۳
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

تعیین بازدهی و بهره‌وری آب در تولید محصولات باغی در سامانه آبیاری قطره‌ای (مورد مطالعه: ایستگاه های تحقیقات باغبانی استان البرز)

مریم محمودی[۱]✉، هرمز اسدی[۲]، شجاعت زارع[۳]، کورش زندی‌فر[۴]، ولی‌اله رسولی[۵]

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. ایمیل: m.mahmoudi@areeo.ac.ir

۲. بخش تحقیقات اقتصاد کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. ایمیل: hormoz.asadi3@gmail.com

۳. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، ایمیل: shojaat168@gmail.com

۴. پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. ایمیل: k.zandifar88@gmail.com

۵. پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. ایمیل: spiiqv@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۵/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۱۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۹/۱

واژه‌های کلیدی:
بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی،
بازدهی آبیاری،
آبیاری قطره‌ای،
محصولات باغی.

چکیده

تعیین میزان بازدهی و بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی سامانه آبیاری قطره‌ای در محصولات باغی، در گسترش و استفاده از این سامانه جهت بهینه‌سازی مصرف آب نقش موثری دارد. به همین منظور تحقیق حاضر، تحت شرایط تحقیقاتی در ایستگاه‌های تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم باغبانی در استان البرز و طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۵ انجام شد. در این پژوهش، به منظور برآورد بازدهی تولیدات باغی از معیارهای درآمد ناخالص، درصد بازده فروش و درصد بازگشت سرمایه و برای سنجش شاخص‌های بهره‌وری آب از تحلیل بهره‌وری فیزیکی و بهره‌وری اقتصادی استفاده شد. نتایج نشان داد، در ایستگاه کمال‌شهر طی دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۶، میانگین بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری مصرفی در ژنوتیپ های سیب و گلابی به‌ترتیب ۲/۷۵ و ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب و میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید محصولات باغی در ژنوتیپ‌های سیب و گلابی به‌ترتیب ۳۹۹۹۰/۵ و ۲۱۱۴۸۶/۷ ریال بر مترمکعب آب تعیین شد. در ایستگاه مشکین‌دشت طی دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۵، میانگین بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری مصرفی در ژنوتیپ‌های آلبالو، گیلاس، هلو و سیب به‌ترتیب ۱/۰۸، ۰/۹۹، ۱/۶۹ و ۱/۶۱ کیلوگرم بر مترمکعب و میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید محصولات باغی در ژنوتیپ‌های آلبالو، گیلاس، هلو و سیب به‌ترتیب ۱،۶۱۷۴/۸، ۹۵۱۲۷/۸، ۲۵۲۳۶/۳ و ۲۳۰۱۱/۲ ریال بر مترمکعب مشخص شد. نتایج این مطالعه حاکی از وضعیت مطلوب میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید سیب و گلابی در ایستگاه کمال‌شهر در مقایسه با نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته در برخی نقاط کشور است، اما به طور کلی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید محصولات به ویژه سیب، گلابی و هلو در این ایستگاه‌ها در مقایسه با میانگین حاصل در برخی کشورهای مطالعه شده، بسیار پایین‌تر بوده است که بررسی دلایل آن با استفاده از مطالعات تطبیقی و شناسایی راهکارهای افزایش بهره وری آب در تولید این محصولات در این ایستگاه‌ها پیشنهاد می‌شود.

استناد: محمودی؛ مریم، اسدی؛ هرمز، زارع؛ شجاعت، زندی فر؛ کورش، رسولی؛ ولی اله، (۱۴۰۱). تعیین بازدهی و بهره‌وری آب در تولید محصولات باغی در سامانه آبیاری قطره‌ای (مورد مطالعه: ایستگاه‌های تحقیقات باغبانی استان البرز)، *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، http//doi.org/10.22059/ijswr.2022.336699.669171، ۵۳ (۹)، ۲۰۷۱- ۲۰۶۳.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2022.336699.669171

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

مقدمه

کشور ایران به دلیل واقع شدن در کمربند خشک جهان، از جمله مناطقی است که با کمبود آب مواجه بوده و طی سال‌های اخیر با شرایط نگران کننده‌ای در خصوص وضعیت منابع آبی مواجه شده است (Raja *et al*., 2020). بخش وسیعی از کشور، دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک می‌باشد که بارندگی آن ضمن اندک بودن، دارای پراکندگی زمانی و مکانی غیرمناسبی است. به همین دلیل کشاورزی ایران وابستگی شدیدی به آب و آبیاری دارد. براساس اطلاعات ارائه شده توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت در سال ۱۴۰۰، میانگین بارندگی سالانه کشور از ۲۱۲,۷ میلی‌متر در سال آبی[1] ۱۳۹۰-۹۱ به حدود ۱۴۶ میلی‌متر در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ رسیده است، و میانگین میزان بارش سالانه کشور در دهه اخیر (۱۳۹۰-۱۳۸۹ تا ۱۴۰۰-۱۳۹۹)، ۲۳۱/۲ میلیمتر بوده است (Iran Data Administration, 2021). بنابراین با توجه به خشکسالی‌های اخیر، رشد جمعیت و اینکه اکثر آب قابل استحصال در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، بایستی توجه ویژه‌ای به بهبود بهره‌وری مصرف آب در این بخش نمود (Ghadami Firouzabadi *et al*., 2018).

ساختار بنیادی مفهوم بهره‌وری آب کشاورزی استفاده صحیح از آب به همراه افزایش تولید محصولات کشاورزی و یا حفظ تولید با کاهش مصرف آب است (Tuong *et al*., 2000). بهره‌وری آب به مقدار محصولی گفته می‌شود که از هر واحد حجم آب مصرفی به دست می‌آید (Abbasi *et al*., 2017). هدف اصلی در بهبود بهره‌وری آب کشاورزی در جهان، تولید بیشتر محصولات کشاورزی با مصرف آب کمتر است تا از این طریق امکان کاهش سهم آب بخش کشاورزی و تخصیص بیشتر آب به سایر مصارف و از همه مهمتر نیاز آبی محیط‌زیست فراهم آید (Heydari, 2014). در واقع موضوع ارتقاء بهره‌وری آب در تولید مواد غذایی از مسائل اساسی در کشورهای مختلف جهان و بویژه کشورهای کم آب نظیر ایران است (Zamani *et al*., 2014). لذا پرداختن به موضوع بهره‌وری آب در بخش کشاورزی در ایران به دلیل محدودیت کمّی و کیفی این نهاده ارزشمند، از جایگاه خاصی برخوردار است.

اختلاف زیاد در بهره‌وری آب محصولات باغی در داخل کشور و همچنین در مقایسه با سایر کشورها نشان‌دهنده وجود پتانسیل استفاده بهینه از منابع آبی و افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی است (Ebarhimnezhad *et al*., 2021). به عنوان مثال بهره‌وری فیزیکی آب برای محصول سیب در کل کشور ۲/۷۸ (Naseri *et al*., 2020)، در استان لرستان ۶/۳۵ (Ghorbani *et al*., 2018) و در آذربایجان غربی ۳/۴۶ (Yousefi and Mohammadi, 2017) کیلوگرم در هکتار بوده است و یا بهره‌وری آب برای محصول هلو در قبرس شمالی ۴/۹ (Kahramanoğlu *et al*., 2020)، در تونس ۳ (Ghrab *et al*., 2017)، و در اسپانیا ۶/۶۵ (Puerto *et al*., (2021) کیلوگرم در هکتار در فاصله سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ بوده است. بنابراین، اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ایران به دلیل محدودیت کمّی و کیفی این نهاده ارزشمند از جایگاه خاصی برخوردار است. در این زمینه نیز تاکنون مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور در زمینه بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی انجام شده است. به عنوان مثال، Yousefi and Mohammadi (2017)در مطالعه‌ای به بررسی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب آبیاری در باغات سیب کشور پرداختند. در این مطالعه چهار استان اصلی در تولید این میوه (شامل استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، فارس و تهران) که جمعا حدود ۵۹ درصد از کل تولید سیب کشور را در سال ۱۳۹۲ در اختیار داشته‌اند، انتخاب شده است. داده‌های این مطالعه در سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری شده است. نتایج این تحقیق نشان داد بالاترین میزان بهره‌وری فیزیکی آب برای محصول سیب در استان آذربایجان غربی به میزان ۳/۴۶ کیلوگرم در مترمکعب و پایین‌ترین آن مربوط به استان فارس به میزان ۰/۳۴ کیلوگرم در مترمکعب بوده است. بالاترین میزان بهره‌وری اقتصادی آب برای استان آذربایجان شرقی ۱۹۶۷۰ ریال بر مترمکعب و پایین‌ترین آن در استان فارس به میزان ۲۰۴۰ ریال بر مترمکعب در بین چهار استان مورد مطالعه بوده است.

در مطالعه‌ای دیگر Dargahi *et al*. (2018) به ارزیابی سامانه‌های نوین آبیاری با مفاهیم بهره‌وری اقتصادی آب و راندمان آبیاری در استان قزوین پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که متوسط بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری برای محصولات هلو، شلیل، انگور، سیب و گلابی در آبیاری قطره‌ای به‌ترتیب برابر ۳۴۷۱۶، ۳۴۵۷۴، ۱۴۹۷۵/۷، ۲۶۵۰۳ و ۳۱۹۴۵ ریال بر مترمکعب بوده است. متوسط بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری برای محصولات هلو، شلیل، سیب و گلابی نیز به ترتیب ۲/۲۲، ۲/۱۷، ۲/۷۸ و ۱/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب بوده است.

Ghorbani *et al*. (2018) مطالعه‌ای با هدف بررسی بهره‌وری فیزیکی آب در باغات سیب در شهرستان‌های بروجرد و سلسله در استان لرستان انجام دادند. نتایج مطالعه آنها حاکی از این است که میانگین نرخ بهره‌وری فیزیکی آب در شرایط مدیریتی بهره‌برداران، برای

۱- سال آبی از تاریخ ۱ مهر ماه تا ۳۱ شهریور در نظر گرفته شده است.

محصول سیب در این شهرستان‌ها ۶/۳۵ کیلوگرم در مترمکعب بوده و از ۴/۱۸ تا ۸/۵۳ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود.

در تحقیقی که با عنوان تعیین آب مصرفی سیب درختی در کشور توسط Naseri *et al*. (2020) انجام شد، بهره‌وری آب در ۱۳۶ باغ در سطح کشور مورد برآورد قرار گرفت. نتایج نشان داد میانگین حجم آب مصرفی و عملکرد محصول در باغات سیب در کشور به‌ترتیب برابر ۸۲۰۵ مترمکعب در هکتار و ۲۲/۴ تن در هکتار بود. میانگین شاخص بهره‌وری آب و شاخص بهره‌وری آب و بارش موثر در باغات سیب کشور به‌ترتیب برابر ۲/۷۸ و ۲/۴۸ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. حداقل و حداکثر شاخص بهره‌وری آب و بارش موثر سیب‌درختی از باغات استان‌های فارس و خراسان رضوی به دست آمد.

در پژوهشی دیگر Farahza *et al*. (2020) به ارزیابی وضعیت بهره‌وری آب برخی محصولات زراعی و باغی در دشت مغان با استفاده از شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی در روش آبیاری کرتی پرداختند. بهره‌وری فیزیکی آب محصول شلیل ۰/۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب و هم‌چنین بهره‌وری اقتصادی آب ۵۴۷۰ ریال برمترمکعب محاسبه شد. نتایج ماتریس اثر متقابل و نمودار چگالی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب نشان داد که این محصول از لحاظ هر دو نوع شاخص بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی در سطح نسبتا ضعیف قرار دارد.

در پژوهشی که با هدف ارزیابی میزان بهره‌وری آب در سه رقم مختلف هلو با استفاده از روش کم آبیاری در تونس توسط Ghrab *et al*. (2017) انجام شد، میانگین میزان بهره‌وری آب در سه رقم هلو ۳ کیلوگرم در مترمکعب برآورد شد.

Kahramanoğlu *et al*. (2020) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی ردپای آب و بهره‌وری آب آبیاری محصولات مهم در قبرس شمالی به تعیین راندمان مصرف آبیاری، بهره‌وری اقتصادی آبیاری، بهره‌وری فیزیکی آبیاری، بازده اقتصادی آبیاری و راندمان رژیم غذایی آبیاری این محصولات در قبرس شمالی پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها حاکی از این است که میانگین بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری مصرفی در تولید محصولات مختلف به شرح زیر بوده است: بادام ۱/۴، هلو ۴/۹، گلابی ۵/۱، آلو ۳/۳ و گردو ۲ کیلوگرم در مترمکعب و بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری برای محصولات بادام ۳/۴، هلو ۳، گلابی ۲/۷، آلو ۲/۴، و گردو ۲۱/۴ دلار بر مترمکعب به دست آمده است.

Puerto *et al*. (2021) در مطالعه‌ای نتایج یک ارزیابی چهار ساله از میزان بهره‌وری آب را در ۱۰۴ باغ خرمالو و هلو مجهز به سامانه آبیاری قطره‌ای در استان والنسیا (اسپانیا) طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۱۷ بررسی کرده است. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری مصرفی در تولید محصول هلو ۰/۶۳±۶/۶۵ کیلوگرم در مترمکعب به دست آمد.

جمع‌بندی مطالعات بررسی شده حاکی از این است که پژوهش‌هایی که به بررسی بهره‌وری آب آبیاری در داخل کشور پرداخته‌اند، عمدتا بر روی محصولات زراعی متمرکز شده و مطالعات قابل‌توجهی در زمینه محصولات باغی صورت نگرفته است. علاوه بر این مرور مطالعات پیشین تا حدی که توسط محققان انجام شد، حاکی از این بود که مطالعه‌ای با موضوع مشابه در استان البرز انجام شده است. در حالیکه استان البرز با دارا بودن ۹ موسسه تحقیقاتی از مجموع ۲۳ موسسه تحقیقاتی وزرات جهاد کشاورزی، به عنوان قطب تحقیقات کشاورزی کشور شناخته شده و موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور نیز در این استان واقع شده است. بر اساس آمارنامه کشاورزی در سال ۱۳۹۹، استان البرز با دارا بودن ۲۵۹۴۵ هکتار به لحاظ میزان تولید محصولات باغی با مجموع ۵۴۷۷۳۷ تن، ۲/۲۵ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی کشور را تشکیل می‌دهد که از این لحاظ رتبه ۱۷ را در بین ۳۲ استان به خود اختصاص داده است (Ahmadi *et al*., 2020). این استان بر اساس آمارنامه کشاورزی در سال ۱۳۹۹ در تولید برخی محصولات مانند آلو، هلو، شلیل، شفتالو، گلابی و گیلاس دارای رتبه دوم، و در تولید محصول آلبالو دارای رتبه ششم بوده است. بررسی میزان بهره‌وری آب آبیاری در تولید این محصولات به عنوان یکی از مهمترین نهاده‌های تولید در بخش کشاورزی، دید شفاف‌تری در بهره‌وری عوامل تولید در بخش کشاورزی ارائه خواهد داد و تا حدی نشان‌دهنده این خواهد بود که کسب این رتبه‌ها در تولید محصولات باغی در کشور، با چه هزینه‌ای به دست آمده است. علاوه بر این، اندازه‌گیری بازدهی و میزان بهره‌وری آب آبیاری در ایستگاه‌های تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور به عنوان معیاری برای سایر استان‌های کشور دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین این مطالعه با هدف تعیین میزان بازدهی و بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب آبیاری در سامانه آبیاری قطره‌ای در تولید محصولات باغی در ایستگاه‌های تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم باغبانی در استان البرز طراحی و اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه‌های تحقیقاتی کمال‌شهر و مشکین‌دشت وابسته به موسسه تحقیقات علوم باغبانی و بر اساس داده‌های مربوط به

سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۵ انجام شد. ایستگاه تحقیقات میوه‌های معتدله و سردسیری کمال‌شهر استان البرز، واقع در شهر کرج، با طول جغرافیایی "88.9 '51 °50 شرقی، عرض جغرافیایی "33.20 '51 °35 شمالی، و ارتفاع ۱۲۸۵ متر از سطح دریا وابسته به پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور می‌باشد. خاک محل انجام آزمایش دارای بافت لومی-رسی، با pH= ۷/۹، EC=۰/۵۳ میلی موس بر سانتی‌متر مربع و درصد آهک حدود ۵/۷٪ بود. این ایستگاه تحقیقاتی به دلیل شرایط ویژه آن از جمله موقعیت جغرافیایی، محل نگهداری ذخایر ژنتیکی کشور از جمله گیلاس، آلبالو، آلو، گوجه سبز، هلو، شلیل، بادام، گردو، سیب، زردآلو، گلابی، به و فندق می‌باشد. ایستگاه تحقیقات میوه‌های معتدله و سردسیری مشکین‌دشت نیز در محدوده شهرستان مشکین دشت استان البرز بین طول جغرافیایی "11 '95 °50 شرقی، عرض جغرافیایی "58 '74 °35 شمالی، و ارتفاع ۱۲۳۰ متر از سطح دریا واقع شده، و وابسته به پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور می‌باشد. بافت خاک این ایستگاه، لومی-رسی و در بعضی مناطق شنی، با pH=۷/۱، و درصد آهک حدود ۴/۳٪، EC آب ۰/۳۵۶ میلی موس بر سانتی‌متر مربع و pH آب ۶/۷ می‌باشد. سامانه آبیاری مورد استفاده در این دو ایستگاه، سامانه آبیاری قطره‌ای می‌باشد.

تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب

با توجه به محدودیت منابع آبی و نقش و اهمیت مصرف بهینه آب در تولید محصولات و مشخص شدن شاخص‌های بهره‌وری این نهاده با ارزش در تولید، به منظور سنجش بهره‌وری مصرف آب آبیاری در تولید محصولات باغی مورد هدف از تحلیل بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی استفاده شد. شاخص بهره‌وری فیزیکی (CPD[1])، نسبت مقدار محصول تولید شده به میزان آب آبیاری مصرف شده می‌باشد. هر چه این شاخص بیشتر باشد نشان دهنده مصرف بهینه آب می‌باشد. شاخص‌های دیگری که جنبه‌های مالی و اقتصادی بهره‌وری را به همراه دارد، شامل شاخص ارزش ناخالص تولید محصول به ازای هر واحد حجم آب مصرفی (BPD[2]) و شاخص سود ناشی از تولید محصول به ازای هر واحد حجم آب مصرفی (NBPD[3]) است که این شاخص به علت اینکه هزینه‌های تولید محصول هم در آن لحاظ شده، برتر از شاخص اقتصادی قبلی است. ارزش ناخالص تولید محصول، حاصل‌ضرب عملکرد محصول در قیمت فروش می‌باشد (Zamani *et al.*, 2014; Abdellatif. and Abdelshafy, 2017).

رابطه ۱) $$CPD_c = yield_c / CWR_c$$

رابطه ۲) $$BPD_c = TR_c / CWR_c$$

رابطه ۳) $$NBPD_c = NR_c / CWR_c$$

رابطه ۴) $$TR_c = yield_c \times P_c$$

رابطه ۵) $$NR_c = TR_c - TVC_c$$

در این روابط:

Yield: عملکرد محصول باغی در هکتار

CWR: میزان آب آبیاری مصرفی در هکتار

TR: ارزش ناخالص تولید محصول باغی در هکتار[4]

NR: ارزش خالص (سود) تولید محصول باغی در هکتار[5]

P: قیمت فروش محصول باغی

TVC: هزینه‌های جاری تولید محصول باغی

تعیین بازدهی محصولات

در بررسی بازدهی تولید محصولات در سامانه آبیاری قطره‌ای، درصد بازده فروش (SRP) محصول، بیانگر آن است که یک ریال فروش

1 Crop per Drop
2 Benefit per Drop
3 Net Benefit per Drop
4 Total Revenue
5 Net Revenue

محصول چند درصد سود به همراه دارد. درصد بازگشت سرمایه (IRP) نشان می‌دهد یک ریال هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری چند درصد سود به همراه دارد (Asadi *et al*., 2009).

رابطه ۶)
$$SRP_c = (\frac{NR_c}{TR_c}) \times 100$$

رابطه ۷)
$$IRP_c = (\frac{NR_c}{TC_c}) \times 100$$

در این روابط، TC: کل هزینه‌های ثابت و جاری تولید محصول در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای می‌باشد.

قیمت فروش محصولات باغی به ریال برای هر کیلو در محل ایستگاه تحقیقاتی در جدول (۱) ارائه شده است. البته قیمت فروش ارائه شده جهت محصولات تازه برداشت شده و فروش بدون واسطه توسط پیمانکار در محل ایستگاه تحقیقاتی می‌باشد. قیمت محصولات گردو و بادام به صورت تر می‌باشد.

جدول ۱. قیمت فروش محصولات باغی تحت شرایط تحقیقاتی در ایستگاه های تحقیقاتی طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۵
(واحد: ریال برای هر کیلوگرم)

محصول	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
گیلاس	۸۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰
آلبالو	۸۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰
هلو	۲۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
سیب	۲۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
گلابی	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰

مأخذ: موسسه تحقیقات علوم باغبانی (۱۳۹۹)

نتایج و بحث

هزینه

جدول (۲) هزینه‌های احداث یک هکتار باغ در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی در سال ۱۳۹۲ (سال احداث باغ در ایستگاه‌های تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم باغبانی) را بر حسب میلیون ریال در هکتار نشان می‌دهد. طبق اطلاعات جدول (۲)، هزینه احداث یک هکتار باغ در محصولات مختلف با سامانه آبیاری قطره‌ای در سال ۱۳۹۲ برای محصولات سیب و گلابی، گیلاس و آلبالو، و هلو به‌ترتیب ۲۳۴/۱، ۲۲۲/۹ و ۲۱۰/۴ میلیون ریال در هکتار بوده است. هزینه احداث شامل، هزینه‌های طراحی و نقشه‌برداری، نصب سامانه آبیاری قطره‌ای، گودبرداری، اصلاح بافت چاله با کود، خاک و ماسه، تأمین نهال لیبل‌دار با احتساب هزینه حمل، واکاری (۱۰٪)، غرس نهال، احداث تشتک و حوضچه اطراف نهال، خرید و نصب قیم و آبیاری اولیه بوده است.

جدول (۲)- هزینه‌های احداث یک هکتار باغ در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی در سال ۱۳۹۲ (میلیون ریال در هکتار)

شرح عملیات	سیب و گلابی		گیلاس و آلبالو		هلو	
	واحد	هزینه کل	واحد	هزینه کل	واحد	هزینه کل
طراحی، نقشه برداری و ... (هکتار)	۱	۹/۳	۱	۹/۳	۱	۹/۳
نصب سامانه آبیاری قطره‌ای (هکتار)	۱	۹۲/۹	۱	۹۲/۹	۱	۹۲/۹
گودبرداری (چاله)	۶۰۰	۱۳/۹	۵۰۰	۱۱/۶	۵۰۰	۱۱/۶
اصلاح بافت چاله با کود، خاک و ماسه (چاله)	۶۰۰	۱۳/۹	۵۰۰	۱۱/۶	۵۰۰	۱۱/۶
تامین نهال لیبل‌دار و هزینه حمل (اصله)	۶۰۰	۶۹/۷	۵۰۰	۶۹/۷	۵۰۰	۵۸/۱
واکاری (اصله)	۶۰	۷	۵۰	۷	۵۰	۶
غرس نهال (اصله)	۶۰۰	۱۳/۹	۵۰۰	۹/۳	۵۰۰	۹/۳
احداث تشتک و حوضچه اطراف نهال (چاله)	۶۰۰	۵/۶	۵۰۰	۴/۶	۵۰۰	۴/۶
خرید و نصب قیم (عدد)	۶۰۰	۵/۶	۵۰۰	۴/۶	۵۰۰	۴/۶
آبیاری اولیه (هکتار)	۱	۲/۳	۱	۲/۳	۱	۲/۳
کل هزینه	۲۳۴/۱		۲۲۲/۹		۲۱۰/۴	

مأخذ: موسسه تحقیقات علوم باغبانی (۱۳۹۹)

جدول (۳) هزینه‌های جاری یک هکتار باغ در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی در سال‌های ۹۵-۱۳۹۸ را بر حسب میلیون ریال در هکتار نشان می دهد. هزینه‌های جاری سالانه شامل هزینه‌های شخم بین ردیف پائیزه و بهاره، حذف پاجوش و رعایت بهداشت باغ، هرس و تربیت درختان، تغذیه، مبارزه با آفات و امراض در نسل زمستانه و بهاره، وجین و کنترل علف‌های هرز، استهلاک سامانه آبیاری و سایر بوده است.

جدول ۳. هزینه‌های جاری یک هکتار باغ در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی در سال‌های ۹۵-۱۳۹۸ (میلیون ریال در هکتار)

شرح عملیات	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
شخم بین ردیف پائیزه	۲	۲/۳	۲/۶	۳
شخم بین ردیف بهاره	۲	۲/۳	۲/۶	۳
حذف پاجوش و رعایت بهداشت باغ	۱۳/۶	۱۵/۵	۱۷/۶	۲۰
هرس و تربیت درختان	۳۴/۱	۳۸/۷	۴۴	۵۰
تغذیه	۴۷/۷	۵۴/۲	۶۱/۶	۷۰
مبارزه با آفات و امراض در نسل زمستانه و بهاره	۳۴/۱	۳۸/۷	۴۴	۵۰
وجین و کنترل علف های هرز	۳۴/۱	۳۸/۷	۴۴	۵۰
استهلاک سامانه آبیاری	۱۳/۶	۱۵/۵	۱۷/۶	۲۰
سایر	۱۸/۴	۲۰/۹	۲۳/۸	۲۷
کل	۱۹۹/۷	۲۲۶/۹	۲۵۷/۸	۲۹۳

مأخذ: موسسه تحقیقات علوم باغبانی (۱۳۹۹)

عملکرد و بازدهی فروش محصول

بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول (۴)، محصولات باغی که زیر نظر موسسه تحقیقات علوم باغبانی مدیریت می‌شوند، در دو ایستگاه کمال‌شهر و مشکین‌دشت کشت می‌شوند. عمده محصولات باغی کشت شده در ایستگاه کمال‌شهر موسسه تحقیقات علوم باغبانی؛ سیب و گلابی و در ایستگاه مشکین‌دشت آلبالو، گیلاس، هلو و سیب می‌باشد. در ایستگاه کمال‌شهر، در شرایط تحقیقاتی طی دوره (۱۳۹۸-۱۳۹۶)، میانگین سطح زیرکشت محصولات باغی سیب و گلابی به‌ترتیب ۴ و ۲ هکتار و میانگین عملکرد این محصولات به ترتیب ۱۰۰۰۰ و ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. میانگین مصرف آب در تولید این محصولات باغی در همین سال ۷۰۰۰ مترمکعب در هکتار بوده است. میانگین درآمد ناخالص تولید محصولات باغی سیب و گلابی به‌ترتیب ۴۲۰ و ۱۳۱۶/۷ میلیون ریال در هکتار برآورد شد. میانگین سود حاصل از تولید محصولات سیب و گلابی به‌ترتیب ۱۶۰/۷ و ۱۰۵۷/۴ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد (جدول ۴). بنابراین در این ایستگاه، کشت گلابی نسبت به کشت سیب سودآورتر بوده است.

جدول ٤. مصرف آب، عملکرد و درآمد حاصل از فروش تولیدات ژنوتیپ‌های اصلاح شده باغی در سامانه آبیاری قطره ای تحت شرایط تحقیقاتی در ایستگاه کمال‌شهر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۶

سال	محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	نیاز خالص آبی[1] (m^3)	میزان آب مصرف شده[2] (m^3)	عملکرد در هکتار (kg/ha)	عملکرد کل (kg)	درآمد ناخالص در هکتار (میلیون ریال در هکتار)	سود حاصل در هکتار (میلیون ریال در هکتار)
۱۳۹۶	سیب	۴	۸۰۰۰	۳۵۰۰	۷۰۰۰	۲۸۰۰۰	۲۱۰	-۱۶/۹
	گلابی	۲	۹۰۰۰	۵۰۰۰	۷۰۰۰	۱۴۰۰۰	۷۰۰	۴۷۳/۱
۱۳۹۷	سیب	۴	۸۰۰۰	۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۳۰۰	۴۲/۲
	گلابی	۲	۹۰۰۰	۵۰۰۰	۹۰۰۰	۱۸۰۰۰	۱۳۵۰	۱۰۹۲/۲
۱۳۹۸	سیب	۴	۸۰۰۰	۴۰۰۰	۱۵۰۰۰	۶۰۰۰۰	۷۵۰	۴۵۷
	گلابی	۲	۹۰۰۰	۵۰۰۰	۹۵۰۰	۱۹۰۰۰	۱۹۰۰	۱۶۰۷

[1] مأخذ: فرشی (۱۳۸۷)

[2] میزان آب مصرف شده بر اساس تعداد قطره‌چکان‌ها در سال‌های مختلف رشد درخت محاسبه شده است.

جدول (۵) شاخص‌های بازدهی تولید ژنوتیپ‌های اصلاح شده باغی در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی را در ایستگاه

کمال‌شهر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ نشان می‌دهد. درصد بازده فروش محاسبه شده نشان داد به طور میانگین یک ریال فروش محصولات باغی سیب و گلابی در ایستگاه کمال‌شهر در سه سال ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ به ترتیب ۲۲/۳ و ۷۷/۷ درصد سود به همراه داشته است. درصد بازگشت سرمایه برآورد شده نیز حاکی از این است که به طور میانگین یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید محصولات باغی سیب و گلابی در ایستگاه کمال‌شهر در سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ به ترتیب ۳۰/۵ و ۱۴۵/۳ درصد سود به همراه داشته است (جدول ۵). بنابراین کشت محصول گلابی در ایستگاه کمال‌شهر نسبت به محصول سیب به لحاظ اقتصادی با سود بیشتری همراه بوده است.

جدول ۵. شاخص‌های بازدهی تولیدات ژنوتیپ‌های اصلاح شده باغی در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی در ایستگاه کمال‌شهر طی سال های ۹۸-۱۳۹۶

نام محصول	۱۳۹۶		۱۳۹۷		۱۳۹۸		میانگین	
	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه
سیب	-۸/۱	-۳/۹	۱۴/۱	۸/۶	۶۰/۹	۸۶/۷	۲۲/۳	۳۰/۵
گلابی	۶۷/۶	۱۰۹/۱	۸۰/۹	۱۲۲	۸۴/۶	۲۰۴/۹	۷۷/۷	۱۴۵/۳

در ایستگاه مشکین‌دشت، در شرایط تحقیقاتی، میانگین مصرف آب در تولید محصولات آلبالو، گیلاس، هلو و سیب در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸، به ترتیب، ۷۱۲۵، ۷۱۲۵، ۶۱۲۵ و ۷۹۲۵ مترمکعب در هکتار محاسبه شد. میانگین درآمد ناخالص فروش محصولات آلبالو، گیلاس، هلو و سیب در ایستگاه مشکین‌دشت در فاصله سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ به‌ترتیب ۱۰۴۵، ۹۶۷/۵، ۴۲۷/۵ و ۴۶۰ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد. میانگین سود حاصل از فروش محصولات آلبالو، گیلاس، هلو و سیب در ایستگاه مشکین‌دشت به ترتیب ۸۰۰/۶، ۷۲۳، ۱۸۳ و ۲۱۵/۶ میلیون ریال در هکتار در سال‌های مورد بررسی بوده است. نتایج در جدول (۶) ارائه شده است. نتایج این بخش حاکی از این است که در ایستگاه مشکین‌دشت، کشت آلبالو و گیلاس در مقایسه با سیب و هلو سود بیشتری داشته است.

جدول ۶. مصرف آب، عملکرد و درآمد حاصل از فروش تولیدات ژنوتیپ‌های اصلاح شده باغی در سامانه آبیاری قطره ای تحت شرایط تحقیقاتی در ایستگاه مشکین‌دشت طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۵

سال	محصول	سطح زیرکشت (ha)	نیاز خالص آبی[1] (m^3)	میزان آب مصرف شده[2] (m^3)	عملکرد در هکتار (kg/ha)	عملکرد کل (kg)	درآمد ناخالص در هکتار (میلیون ریال در هکتار)	سود حاصل در هکتار (میلیون ریال در هکتار)
۱۳۹۵	آلبالو	۱/۸	۸۰۰۰	۵۵۰۰	۶۰۰۰	۱۰۸۰۰	۴۸۰	۲۸۰/۳
	گیلاس	۰/۹	۸۰۰۰	۵۵۰۰	۵۰۰۰	۴۵۰۰	۴۰۰	۲۰۰/۳
	هلو	۲	۷۰۰۰	۴۵۰۰	۷۰۰۰	۱۴۰۰۰	۱۴۰	-۵۹/۷
	سیب	۲/۷	۹۷۴۰	۶۰۰۰	۸۰۰۰	۲۱۶۰۰	۱۶۰	-۳۹/۷
۱۳۹۶	آلبالو	۱/۸	۸۰۰۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۴۴۰	۷۰۰	۴۷۳/۱
	گیلاس	۰/۹	۸۰۰۰	۷۰۰۰	۶۵۰۰	۵۸۵۰	۶۵۰	۴۲۳/۱
	هلو	۲	۷۰۰۰	۶۰۰۰	۹۰۰۰	۱۸۰۰۰	۲۷۰	۴۳/۱
	سیب	۲/۷	۹۷۴۰	۷۰۰۰	۱۱۰۰۰	۲۹۷۰۰	۳۳۰	۱۰۳/۱
۱۳۹۷	آلبالو	۱/۸	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۱۴۴۰۰	۱۲۰۰	۹۴۲/۲
	گیلاس	۰/۹	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۷۲۰۰	۱۲۰۰	۹۴۲/۲
	هلو	۲	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۱۰۰۰	۲۲۰۰۰	۵۵۰	۲۹۲/۲
	سیب	۲/۷	۹۷۴۰	۹۰۰۰	۱۵۰۰۰	۴۰۵۰۰	۴۵۰	۱۹۲/۲
۱۳۹۸	آلبالو	۱/۸	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۸۰۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۷
	گیلاس	۰/۹	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۹۰۰۰	۸۱۰۰	۱۶۲۰	۱۳۲۷
	هلو	۲	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳۰۰۰۰	۷۵۰	۴۵۷
	سیب	۲/۷	۹۷۴۰	۹۷۰۰	۱۸۰۰۰	۴۸۶۰۰	۹۰۰	۶۰۷

[1] مأخذ: فرشی (۱۳۸۷) [2] میزان آب مصرف شده بر اساس تعداد قطره‌چکان‌ها در سال‌های مختلف رشد درخت محاسبه شده است.

درصد بازده فروش محاسبه شده حاکی از این است که به طور میانگین یک ریال فروش محصولات باغی آلبالو، گیلاس، هلو و سیب

در ایستگاه مشکین‌دشت در سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ به ترتیب ۷۲/۱، ۶۸/۹، ۲۱/۹ و ۲۹/۱ درصد سود به همراه داشته است. درصد بازگشت سرمایه برآورد شده نشان داد به طور میانگین یک ریال سرمایه‌گذاری در تولید محصولات آلبالو، گیلاس، هلو و سیب در سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ به ترتیب ۱۶۴/۹، ۱۴۸/۷، ۳۷/۱ و ۴۱/۹ درصد سود به همراه داشته است (جدول ۷).

جدول ۷. شاخص‌های بازدهی تولیدات ژنوتیپ‌های اصلاح شده باغی در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی در ایستگاه مشکین‌دشت طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۵

محصول	۱۳۹۵		۱۳۹۶		۱۳۹۷		۱۳۹۸		میانگین	
	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه	درصد بازده فروش	درصد بازگشت سرمایه
آلبالو	۵۸/۴	۶۶/۳	۶۷/۶	۱۰۵/۲	۷۸/۵	۱۹۶	۸۳/۷	۲۹۲/۲	۷۲/۱	۱۶۴/۹
گیلاس	۵۰/۱	۴۷/۴	۶۵/۱	۹۴/۱	۷۸/۵	۱۹۶	۸۱/۹	۲۵۷/۲	۶۸/۹	۱۴۸/۷
هلو	-۴۲/۶	-۱۴/۶	۱۶	۹/۶	۵۳/۱	۶۲/۶	۶۰/۹	۹۰/۸	۲۱/۹	۳۷/۱
سیب	-۲۴/۸	-۹/۲	۳۱/۲	۲۲/۴	۴۲/۷	۳۹/۱	۶۷/۴	۱۱۵/۲	۲۹/۱	۴۱/۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب

طبق اطلاعات ارائه شده در جدول (۸)، در ایستگاه کمال‌شهر طی دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۶، میانگین بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری مصرفی در ژنوتیپ‌های سیب و گلابی به‌ترتیب ۲/۷۵ و ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب مشخص شد. مقایسه نتایج حاصل از این مطالعه با مطالعات انجام شده توسط Naseri *et al*. (2020) در کل کشور و Dargahi *et al*. (2018) در استان قزوین، حاکی از این است که بهره‌وری فیزیکی آب در تولید محصول سیب در ایستگاه کمال‌شهر موسسه تحقیقات علوم باغبانی تقریبا برابر با متوسط این شاخص در کل کشور و در استان قزوین (۲/۷۸ کیلوگرم در مترمکعب) بوده است. در مورد محصول گلابی نیز نتایج نشان می‌دهد که بهره‌وری فیزیکی آب در تولید این محصول در مقایسه با مطالعه انجام شده توسط Dargahi et al. (2018) برابر بوده، در حالی‌که در مقایسه با مطالعه انجام شده توسط Kahramanoğlu *et al*. (2020) در قبرس حدود ۳ برابر کمتر بوده است.

در این ایستگاه میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید محصولات سیب و گلابی به‌ترتیب ۳۹۹۹۰، ۲۱۱۴۸۶/۷ ریال بر مترمکعب آب تعیین شد. میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از درآمد ناخالص تولید در ژنوتیپ‌های سیب و گلابی به‌ترتیب ۱۰۷۵۰۰ و ۲۶۳۳۳۳ ریال بر مترمکعب آب تعیین شد. چنانچه ملاحظه می‌شود، در ایستگاه کمال‌شهر، بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری در تولید گلابی نسبت به محصول سیب بالاتر بوده است. بنابراین نتایج حاصل از اولویت‌بندی محصولات مورد مطالعه بر اساس بهره‌وری اقتصادی آب در ایستگاه کمال‌شهر نیز حاکی از این است که در این ایستگاه، اولویت کشت با محصول گلابی می‌باشد. مقایسه نتایج حاصل با سایر مطالعات صورت گرفته در کشور حاکی از این است که میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید سیب در این پژوهش، بیش از دو برابر این شاخص در مطالعه انجام شده توسط Yousefi and Mohammadi (2017) در آذربایجان شرقی، و حدود ۳۴ درصد بیشتر از این شاخص در مقایسه با مطالعه انجام شده توسط Dargahi *et al*. (2018) در استان قزوین برای همین محصول بوده است. بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید محصول گلابی در این پژوهش، حدود ۶ برابر بیشتر از این شاخص در مطالعه انجام شده توسط Dargahi *et al*. (2018) در استان قزوین برای همین محصول بوده است.

طبق جدول (۹)، طی دوره ۹۸-۱۳۹۵ در ایستگاه مشکین‌دشت، میانگین مصرف آب آبیاری در ژنوتیپ‌های آلبالو، گیلاس، هلو و سیب به‌ترتیب ۷۱۲۵، ۷۱۲۵، ۶۱۲۵ و ۷۹۲۵ مترمکعب در هکتار محاسبه شد. میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های آلبالو، گیلاس، هلو و سیب به‌ترتیب ۷۷۵۰، ۷۱۲۵، ۱۰۵۰۰ و ۱۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. در همین دوره، میانگین بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری مصرفی در ژنوتیپ‌های آلبالو، گیلاس، هلو و سیب به‌ترتیب ۱/۰۸، ۰/۹۹، ۱/۶۹ و ۱/۶۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب برآورد گردید. نتایج حاکی از این است که میانگین بهره‌وری فیزیکی آب در تولید محصول سیب در ایستگاه کمال‌شهر (۲/۷۵ کیلوگرم بر متر مکعب) حدودا ۷۰ درصد بیشتر از این شاخص برای تولید همین محصول در ایستگاه مشکین‌دشت بوده است. علاوه بر این، مقدار این شاخص برای محصول سیب در ایستگاه مشکین‌دشت نیز حدود ۷۰ درصد کمتر از این شاخص برای تولید همین محصول در مطالعه انجام شده توسط Dargahi *et al*. (2018) و ۲۹۰ درصد کمتر از این شاخص در تولید همین محصول در مقایسه با نتایج مطالعه Ghorbani *et al*. (2018) در استان

لرستان بوده است. میانگین بهره‌وری فیزیکی آب آبیاری برای محصول هلو در این پژوهش در ایستگاه مشکین‌دشت، در مقایسه با مطالعه انجام شده توسط Ghrab *et al.* (2017) در تونس ۸۶ درصد کمتر، در مقایسه با مطالعه انجام شده توسط Kahramanoğlu *et al.* (2020) در قبرس ۳ برابر کمتر، و در مقایسه با مطالعه انجام شده توسط Dargahi *et al.* (2018) حدودا ۳۰ درصد کمتر بوده است.

جدول ۸. شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولیدات ژنوتیپ‌های اصلاح شده باغی در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی در ایستگاه کمال‌شهر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۶

سال	محصول	نیاز خالص آبی (m^3)	میزان آب مصرف شده (m^3)	عملکرد در هکتار (kg/ha)	بهره‌وری فیزیکی آب (kg/m3)	بهره‌وری اقتصادی آب	
						درآمد ناخالص حاصله به ازای هر مترمکعب آب (به ریال)	سود حاصل به ازای هر مترمکعب آب (به ریال)
۱۳۹۶	سیب	۸۰۰۰	۳۵۰۰	۷۰۰۰	۲	۶۰۰۰۰	-۴۸۲۸/۶
	گلابی	۹۰۰۰	۵۰۰۰	۷۰۰۰	۱/۴	۱۴۰۰۰۰	۹۴۶۲۰
۱۳۹۷	سیب	۸۰۰۰	۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲/۵	۷۵۰۰۰	۱۰۵۵۰
	گلابی	۹۰۰۰	۵۰۰۰	۹۰۰۰	۱/۸	۲۷۰۰۰۰	۲۱۸۴۴۰
۱۳۹۸	سیب	۸۰۰۰	۴۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳/۷۵	۱۸۷۵۰۰	۱۱۴۲۵۰
	گلابی	۹۰۰۰	۵۰۰۰	۹۵۰۰	۱/۹	۳۸۰۰۰۰	۳۲۱۴۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۹. شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولیدات ژنوتیپ‌های اصلاح شده باغی در سامانه آبیاری قطره‌ای تحت شرایط تحقیقاتی در ایستگاه مشکین‌دشت طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۵

سال	محصول	نیاز خالص آبی (m^3)	میزان آب مصرف شده (m^3)	عملکرد در هکتار (kg/ha)	بهره‌وری فیزیکی آب (kg/m^3)	بهره‌وری اقتصادی آب	
						درآمد ناخالص حاصله به ازای هر مترمکعب آب (ریال)	سود حاصل به ازای هر مترمکعب آب (ریال)
۱۳۹۵	آلبالو	۸۰۰۰	۵۵۰۰	۶۰۰۰	۱/۰۹	۸۷۲۷۲/۷	۵۰۹۶۳/۶
	گیلاس	۸۰۰۰	۵۵۰۰	۵۰۰۰	۰/۹۱	۷۲۷۲۷/۳	۳۶۴۱۸/۲
	هلو	۷۰۰۰	۴۵۰۰	۷۰۰۰	۱/۵۶	۳۱۱۱۱/۱	-۱۳۲۶۶/۷
	سیب	۹۷۴۰	۶۰۰۰	۸۰۰۰	۱/۳۳	۲۶۶۶۶/۷	-۶۶۱۶/۷
۱۳۹۶	آلبالو	۸۰۰۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱	۱۰۰۰۰۰	۶۷۵۸۵/۷
	گیلاس	۸۰۰۰	۷۰۰۰	۶۵۰۰	۰/۹۳	۹۲۸۵۷/۱	۶۰۴۴۲/۹
	هلو	۷۰۰۰	۶۰۰۰	۹۰۰۰	۱/۵	۴۵۰۰۰	۷۱۸۳/۳
	سیب	۹۷۴۰	۷۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱/۵۷	۴۷۱۴۲/۹	۱۴۷۲۸/۶
۱۳۹۷	آلبالو	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۱	۱۵۰۰۰۰	۱۱۷۷۷۵
	گیلاس	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۱	۱۵۰۰۰۰	۱۱۷۷۷۵
	هلو	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱/۵۷	۷۸۵۷۱/۴	۴۱۷۴۲/۹
	سیب	۹۷۴۰	۹۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱/۶۷	۵۰۰۰۰	۲۱۳۵۵/۶
۱۳۹۸	آلبالو	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱/۲۵	۲۲۵۰۰۰	۱۸۸۳۷۵
	گیلاس	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۹۰۰۰	۱/۱۳	۲۰۲۵۰۰	۱۶۵۸۷۵
	هلو	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۵۰۰۰	۲/۱۴	۱۰۷۱۴۲/۹	۶۵۲۸۵/۷
	سیب	۹۷۴۰	۹۷۰۰	۱۸۰۰۰	۱/۸۶	۹۲۷۸۳/۵	۶۲۵۷۷/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

طی دوره ۹۸-۱۳۹۶، میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید محصولات باغی در ژنوتیپ‌های آلبالو، گیلاس، هلو و سیب در ایستگاه مشکین‌دشت به‌ترتیب ۱۰۶۱۷۴/۸، ۹۵۱۲۷/۸، ۲۵۲۳۶/۳ و ۲۳۰۱۱/۲ ریال بر مترمکعب آب تعیین شد. اگرچه، میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید محصول سیب و هلو در این مطالعه در مقایسه با نتایج مطالعه Dargahi *et al.* (2018) در قزوین به ترتیب حدود ۱۵ درصد و ۳۷ درصد کمتر بوده است، اما نتایج حاکی از این است که در این ایستگاه تولید دو محصول آلبالو و گیلاس در مقایسه با هلو و سیب، سودآوری بیشتری به همراه داشته است.

علاوه بر این، مقایسه میانگین شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در تولید محصول سیب که به صورت مشترک در هر دو ایستگاه کشت می‌شود، حاکی از این است که در ایستگاه کمال‌شهر، بهره‌وری فیزیکی آب در تولید محصول سیب حدود ۷۰ درصد بالاتر از این شاخص برای همین محصول در ایستگاه مشکین‌دشت بوده است. میانگین شاخص بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید سیب در ایستگاه کمال‌شهر نیز حدود ۷۳ درصد بیشتر از این شاخص برای ایستگاه مشکین‌دشت در تولید همین محصول بوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بهره‌وری فیزیکی آب در این مطالعه نشان داد که میانگین این شاخص برای دو محصول گلابی و سیب در ایستگاه کمال‌شهر با میانگین به دست آمده در مطالعات انجام شده در داخل کشور تاکنون تقریبا برابر بوده است. اما میزان این شاخص در مقایسه با میانگین آن در کشور قبرس بسیار پایین بوده است. در حالی‌که میانگین شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در تولید محصول سیب در ایستگاه مشکین-دشت علاوه بر اینکه در مقایسه با ایستگاه کمال‌شهر بسیار پایین‌تر بوده است، هم در مقایسه با مطالعات انجام شده در داخل کشور و هم در مقایسه با مطالعات صورت گرفته در خارج کشور از وضعیت مناسبی برخوردار نبوده است. در خصوص محصول هلو نیز میزان این شاخص در ایستگاه مشکین‌دشت به‌ویژه در مقایسه با مطالعات انجام شده خارجی از وضعیت نامطلوبی برخوردار بوده است. به طور کلی عوامل متعددی مانند دبی منبع آب، تعداد دفعات آبیاری، سن درختان، فاصله درختان، سن باروری درختان، زمان و میزان مصرف سموم و کودهای شیمیایی از جمله عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب می‌باشند. با توجه به اینکه این مطالعه در سال‌های ابتدایی باروری اقتصادی درختان مورد بررسی انجام شده است، به جرات می‌توان اظهار کرد که در این پژوهش، سن باروری درختان یکی از موثرترین عواملی است که در بهره‌وری فیزیکی آب موثر بوده است. چرا که بررسی این شاخص حاکی از این است که در هر دو ایستگاه در سال‌های اولیه باردهی، این شاخص پایین بوده و مقدار آن هر ساله روند افزایشی تقریبا برای کلیه محصولات مورد بررسی در دو ایستگاه داشته است. اگرچه نتایج این مطالعه حاکی از وضعیت مطلوب میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید سیب و گلابی در ایستگاه کمال‌شهر در مقایسه با نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته در برخی نقاط کشور است، اما به طور کلی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید محصولات به ویژه سیب، گلابی و هلو در این ایستگاه‌ها در مقایسه با میانگین حاصل در برخی کشورهای مطالعه شده، بسیار پایین‌تر بوده است. با توجه به ماهیت تحقیقاتی بودن این ایستگاه‌ها، اجرای مطالعه‌ای تطبیقی در زمینه علل پایین بودن بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب آبیاری در ایران و سایر کشورها و شناسایی راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در تولید این محصولات در این ایستگاه‌ها پیشنهاد می‌شود.

نتایج حاصل از اولویت‌بندی محصولات مورد مطالعه بر اساس شاخص بهره‌وری اقتصادی آب ناشی از سود حاصل از تولید محصولات باغی در ایستگاه مشکین‌دشت حاکی از این است که در این ایستگاه، طی دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۵، تولید محصولات آلبالو و گیلاس در مقایسه با هلو و سیب دارای سودآوری بیشتری به ازای مصرف هر مترمکعب آب بوده است. در ایستگاه کمال‌شهر نیز بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری در تولید محصول گلابی نسبت به محصول سیب بالاتر بوده است. بنابراین با توجه به وجود مساله بحران آب و لزوم توجه به افزایش بهره‌وری آب به ویژه در بخش کشاورزی، اگر تولید به منظور کسب سود و درآمد اقتصادی باشد، ضروری است اولویت کشت با محصولاتی که متضمن منافع اقتصادی و بهره‌وری بالا هستند، باشد. بنابراین، بررسی مداوم شاخص‌های مرتبط با بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی در این ایستگاه‌ها به منظور تعیین محصولات با اولویت کشت پیشنهاد می‌شود. از سوی دیگر با توجه به اینکه تولید محصول سیب در ایستگاه کمال‌شهر در مقایسه با ایستگاه مشکین‌دشت به لحاظ دو شاخص اصلی بهره‌وری فیزیکی آب و بهره‌وری اقتصادی آب از وضعیت بسیار مطلوب‌تری برخوردار بوده است، بررسی دلایل وقوع این چالش توسط محققان موسسه تحقیقات علوم باغبانی از اولویت تحقیقاتی بالایی برخوردار خواهد بود.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

Abbasi, F., Abbasi, N. and Tavakoli, A. (2017). Water efficiency in agriculture: Challenges and prospects. *Journal of Water and Sustainable Development*.4 (1): 144-141(In Persian).

Abdellatif, K. and Abdelshafy, A. (2017). Response of garlic productivity to surface and drip systems and irrigation amounts. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 6(4): 981-995.

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Hasanpour, R. and Abdshah, H. (2020). *Agricultural Statistics of 2019 Year: Volume III: Horticultural Products*. Information and Communication Technology Center. Deputy of Planning and Economy, Ministry of Jihad Agriculture, Tehran, p.156 (In Persian).

Amini, A., Parhamat, J. and Kazemi, S. (2017). Economic and physical water efficiency of cucumber and rapeseed

products in the eastern plains of Kurdistan province. *The First International Conference on Economic Planning, Sustainable and Balanced Regional Development, Approaches and Applications*, 13 and 14 May, University of Kurdistan (In Persian).

Asadi, H.. Heidari, N. and Qamari Nejad, M. (2009). Irrigation water use efficiency and profitability in corn production in different exploitation groups: A case study in Sorkheh plain. *Abstracts of the National Conference on Water Crisis in Agriculture and Natural Resources.* 5 November, Islamic Azad University, Ray city Branch, Tehran. P, 9. (In Persian).

Bahrami, M., Khalilian, S., Mortazavi, S. and Asadi, M.H. (2018). Investigation of physical efficiency of water consumption in selected provinces of Iran, Case study: Dirty product. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 6 (12): 1518-1511(In Persian).

Dargahi, Z., Nazari, B., Ramaza–Etedali, H. And Mazandarani–zadeh, H. (2018). Evaluation of modern irrigation systems with the concepts of water economic efficiency and irrigation efficiency in Qazvin province. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 3 (12): 695-683(In Persian).

Ebarhimnezhad, H., Keramatzadeh, A. Eshraghi, F. and Rezaei, A.. (2021). Investigating the Factors Affecting the Physical and Economic Productivity of Water in Production of Orange in Ghaemshahr County, Iran. *Journal of Water Research in Agriculture (Soil and Water Sci.),* 35(3): 259-270 (In Persian).

El-Marsafawy, S. M., Swelam, A. and Ghanem, A. (2018). Evolution of Crop Water Productivity in the Nile Delta over Three Decades (1985–2015). *Water*, 10(1168): 1-12.

Farahza, M., Nazari, B., Akbari, M.R., Naeini, M, and Liaghat, A. (2020). Assessing the Physical and Economic Water Productivity of Annual Crops in Moghan Plain and Analyzing the Relationship between Physical and Economic Water Productivity. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, 11(2): 166-179 (In Persian).

Farshi, A.A. (2008). *Estimating the water requirement of the country's major agricultural and garden plants*. First edition. Tehran: Agricultural Education Publication (In Persian).

Ghadami Firoozabadi, A., Seydan, M., Dehghani–Sanich, H. (2018). Irrigation water consumption efficiency and economic analysis of potato production in two sprinkler and furrow irrigation systems in the spring plain of Hamadan province. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 6 (12): 1417-1407(In Persian).

Ghorbani, M., Momondi, A., Yousefi Fard, Y. And Daneshzad, M. (2018). Determining the volume of irrigation water and physical productivity of water in apple orchards of Lorestan province. *Proceedings of the 9th National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture*. March 6 and 7, 2017. Hamedan: Agricultural Research and Training Center and Natural Resources of Hamedan Province (In Persian).

Ghrab, M., Masmoudi, M.M. and Ben Mechlia, N. (2017). Water productivity in fruit trees orchards under water scarcity. *Acta Horticulturae.* 1150, 317-322.

Heydari, N. (2014). Evaluation of agricultural water productivity index and performance of water management policies and programs in this field. *Quarterly Journal of Parliament and Strategy*, 21 (78): 199-177(In Persian).

Iran Data Administration. (1400). Annual rainfall in the country. Retrieved October 29, 2021. Available at: https://www.irda.ir/Categories/detail/1309/Average_annual_precipitation/ (In Persian).

Kahramanoğlu, I. and Alas, S.T. (2020). Water footprint and irrigation use efficiency of important crops in Northern Cyprus from an environmental, economic and dietary perspective. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(1): 134-141.

Mullah Reza Qassab, F., Abdshahi, A.And Marzban, A. (2020).Determining the physical and economic efficiency of agricultural water: a case study of Dezful. *Agricultural Economics Research*, 11 (3): 72-49 (In Persian).

Naseri, A., Nourjoo, A., Ahmad Ali, J., Shahrokhnia, M., and Mamenpoosh, A., *et al*. (2020). *Determining the water consumption of apple trees in the country.* Final report of the research project, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Agricultural Technical and Engineering Research Institute. Registration number 57728 dated 03/04/1399 (In Persian).

Parthasarathi, T., Vanitha, K., Mohandass, S. and Vered, E. (2018). Evaluation of Drip Irrigation System for Water Productivity and Yield of Rice. *Agronomy*, 110(6): 2378-2389.

Piri, H and Sarani, R. (1399). Investigating the economic productivity of agricultural products in Sistan and Baluchistan province with water footprint approach. *Iranian Soil and Water Research*, 51 (5): 1104-1094 (In Persian).

Puerto, H., Mora, M., Roig-Merino, B., Abadía-Sánchez, R., Cámara-Zapata, J.M., Suay, R. and Rocamora, C. (2021). Orchard Level Assessment of Irrigation Performance and Water Productivity of an Irrigation Community in Eastern Spain. *Agronomy*, 11(1829): 1-15.

Raja, O., Rezaii Rad, H. and Ebrahimian, H. (2020). Field Evaluation of Furrow Irrigation Performance in Corn Fields and Presentation of Management Solutions using Win SRFR Model (Case Study: Dezful). *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 51(11): 2761-2772 (In Persian).

Tuong, T.P., Pablico, P.P., Yamauchi, M., Confesor, R., and Moody, K. (2000). Increasing water productivity and weed suppression of wet seeded rice: effect of water management and rice genotypes. *Experimental Agriculture*. 36:71–89.

Wu S., Ben P., Chen D., Chen J., Tong G., Yuan Y. and Xu B. (2018). Virtual land, water, and carbon flow in the inter-

province trade of staple crops in China. *Resources, Conservation & Recycling*, 136: 179-186.

Yousefi, H. and Mohammadi, A. (2017). Prioritization of water resources use based on physical and economic efficiency of water consumption (Case study: apple crop). *Proceedings of the Fourth International Conference on Environmental Planning and Management*, Tehran, 23-24 may, 2017 (In Persian).

Zamani, A., Mortazavi, SA, and Balali, H. (2014). Investigation of economic efficiency of water in different crops in Baharplain. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28 (1): 61-51 (In Persian).