Research Paper

The Effect of Sprinkler Irrigation with Fish Effluent on Potato Yield and Yield Components

Zeynab Fathi Tilako[1], Hamid Zare Abyaneh [2*], Eisa Maroufpoor [3] Farzad Hosseinpanahi [4]

[1] PhD student of irrigation and drainage, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
[2] Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
[3] Associate Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran.
[4] Assistant professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran.

10.22125/IWE.2023.370161.1687

Received:
November 16, 2022
Accepted:
February 15, 2023
Available online:
October 3, 2023

Keywords:
Fish effluent,
Marketability of tuber,
Micro-sprinkler,
Unconventional water

Abstract

The elements present in the fish effluent interact with each other and it is possible to increase or decrease the absorption of an element through the leaves to have a negative effect on the yield. Therefore, in the present study, the effect of washing leaves with fresh water when using rainbow trout effluent in the sprinkler irrigation system for potato cultivation for three years 2019-2021) was investigated. This research was conducted in the form of a factorial experimental format based on a completely randomized design with three replications. The investigated factors include irrigation at two levels as well as washing the leaves of the plant in four levels. The results showed that the highest amount of yield (565.98 grams per pot), the number of stems per plant (7.42), the fresh weight of shoot (57.61 grams per pot), the percentage of tubers 80-120 grams (32.95), the percentage of tubers of 120-150 grams (8.85) and the percentage of tubers larger than 150 grams (6.04) were obtained in A2 treatment. B3 treatment had the highest yield (550.8 grams per pot), number of tubers per plant (15.08), number of tubers per stem (2.59), fresh weight of shoots (66.97 grams per pot), the percentage of tubers smaller than 80 grams (57.06) and the percentage of tubers 80-120 (36.60). It is recommended to use the strategy of simultaneous use of fish effluent and fresh water in the sprinkler irrigation system to increase yield in a way that improves marketability.

1. Introduction

using aquaculture wastewater might be a good alternative for supplying irrigation demand in the arid and semi-arid countries such as Iran (Emire, 2011; Omotade et al., 2019). It has been reported that major macronutrients interact with each other (Rietra et al., 2017). These interactions can be synergistic or antagonistic in a complex manner. Fish effluent contains excessive amounts of nitrogen, ammonium and potassium. These elements inhibit the uptake of Mg, which is the major element of chlorophyll. Besides, some researchers have reported that utilizing fish effluent in irrigation, considering high amount of suspended solid and its existing elements, should be limited (Manbari et al., 2020;

* **Corresponding Author:** Hamid Zare Abyaneh
Address: Department of Irrigation and Drainage, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
Email: zare@basu.ac.ir
Tel: 09188183441

Maroufpoor et al., 2021, Chen et al., 2017). To solve this problem, we used post-washing, pre-washing and pre and post washing.

2. Methodology

This research was conducted in the form of a factorial experimental format based on a completely randomized design with three replications. The investigated factors include irrigation at two levels, A1 (irrigation with well water) and A2 (irrigation with fish effluent), as well as washing the leaves of the plant in four levels as follows. Before applying fish farm effluent to the leaves, they were washed for ten minutes with fresh water (B1), after applying fish farm effluent to the leaves, they were washed for ten minutes with fresh water (B2), the leaves were washed with fresh water for ten minutes both before and after applying the fish farm effluent to them (B3), and the leaves were not washed at all (B4). The PMS-714 moisture meter was applied for measuring the soil moisture in the experimental site. At the end of the growing season, the tuber yield of different treatments was measured. Also, in order to check the marketability of tubers, they were grouped into four categories. Data were analyzed with Rstudio, and mean values of the treatments were compared by the LSD test at a 5% and 1% significance level.

3.Results

The results of this research show that the highest amount of yield, the number of stems per plant, the fresh weight of shoot, the percentage of tubers 80-120 grams, the percentage of tubers 120-150 grams, and the percentage of tubers larger than 150 grams were 565.98 grams per pot, 7.42, 57.61 grams per pot, 32.950 %, 7.850 %, 6.039 % respectively. These highest amounts were all the results of applying A2. Also, washing before and after applying fish farm effluent (B3) increased the yield, the number of tubers per plant, the number of tubers per stem, the percentage of tubers smaller than 80 grams and the percentage of tubers 80-120 grams.

4. Discussion and Conclusion

The results showed that washing the leaves with fresh water had significant effect on yield and other yield components. Therefore, Iran, which is facing a water shortage, is suggested to use the strategy of simultaneous using fish effluent and fresh water in the sprinkler irrigation system to increase the yield.

5. The most important references

1) Chen, L., Q, Feng., C, Li., Y, Wei., Y, Zhao., Y, Feng., H, Zheng., F, Li and H, Li. 2017. Impacts of aquaculture wastewater irrigation on soil microbial functional diversity and community structure in arid regions. Scientific Reports, 7(1): 1–10.

2) Emire, S. 2011. Proximate composition, mineral content and antinutritional factors of some capsicum (capsicum annum) varieties grown in ethiopia. Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia, 25, 451–454.

3) Omotade, I. F., M, Alatise., O.O, Olanrewaju. 2019. Growth and yield performance of hot pepper using aquaculture wastewater. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 212: 18–25.

4) Rietra, R. P. J. J., M, Heinen., C. O, Dimkpa and P. S, Bindraban. 2017. Effects of Nutrient Antagonism and Synergism on Yield and Fertilizer Use Efficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48(16): 1895–1920.

5) Manbari, N., E, Maroufpoor., Y, Aminpour., B, Bahrami., K, Jaume and P, Bargués. 2020. Effect of a combined filtration system and drip irrigation laterals on quality of rainbow trout farm effluent. Irrigation Science, 382: 131–145.

6) Maroufpoor, E., Y, Aminpour., B. B, Kamangar and J. P, Bargués. 2021. Clogging rate of pressure compensating emitters in irrigation with rainbow trout fish farm effluent. Irrigation Science, 392: 223–233.

6. Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال چهاردهم. شماره پنجاه و سه .پاییز ۱۴۰۲

اثر آبیاری بارانی با پساب ماهی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی

زینب فتحی تیلکو[۱]،حمید زارع ابیانه[۲*]،عیسی معروف پور[۳] و فرزاد حسین پناهی[۴]

تاریخ ارسال:۱۴۰۱/۰۸/۲۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۱/۲۶

مقاله پژوهشی

چکیده

عناصر موجود در پساب ماهی با یکدیگر اثر متقابل دارند و امکان دارد افزایش یا کاهش جذب یک عنصر از طریق برگ بر عملکرد تأثیر منفی داشته باشد. بنابراین در مطالعه‌ی حاضر به بررسی اثر شستشوی برگی با آب تمیز هنگام استفاده از پساب ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در سامانه‌ی آبیاری بارانی جهت کشت سیب‌زمینی به مدت سه سال (۱۳۹۸-۱۴۰۰) پرداخته شد. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل آبیاری در دو سطح آب آبیاری و چهار سطح شستشوی برگی بود. نتایج نشان دادکه گیاهان مورد آبیاری با پساب ماهی بیشترین مقدار عملکرد (۵۶۵/۹۸ گرم در گلدان) را داشتند. همچنین گیاهانی که قبل و بعد از اعمال پساب ماهی بر آن‌ها شستشوی برگی اعمال گردید نسبت به سایر گیاهان عملکرد (۵۵۰/۸ گرم در گلدان) بهتری داشتند. پیشنهاد می‌شود جهت افزایش عملکرد به گونه‌ای که از نظر بازارپسندی بهبود یابد استراتژی استفاده همزمان از پساب ماهی و آب تمیز در سامانه آبیاری بارانی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: آب نامتعارف، بازار پسندی غده‌ها، پساب ماهی، ریز پاشنده.

[۱] دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، همدان، ایران، Z.fathi@agr.basu.ac.ir
[۲] استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران، zare@basu.ac.ir
[۳] دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران،E.maroufpoor@uok.ac.ir
[۴] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران، F.hosseinpanahi @ uok.ac.ir

مقدمه

به‌کارگیری آب‌های نامتعارف به‌عنوان یک منبع جایگزین آب در کشاورزی، می‌تواند تنش‌های کمی و کیفی وارده بر منابع آب زیرزمینی را به حداقل رسانده و پیامدهای ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب را کاهش دهد (Ganesh et al, 2007). یکی از این منابع آب نامتعارف، پساب مزارع پرورش ماهی است.

با تلفیق کشاورزی و آبزی‌پروی می‌توان زمین‌های کشاورزی را با پساب مزارع پرورش ماهی آبیاری کرد و باتوجه به اینکه پساب ماهی حاوی مقادیر قابل توجهی فسفر و ازت می‌باشد به‌عنوان روشی برای افزایش تولید غذا و بالا بردن امنیت غذایی در مزارع کوچک و متوسط شناخته شده است (Emire, 2011; Koide et al., 2015; Omotade et al., 2019; Zajdband, 2011). تنها ۲۵ درصد از نیتروژن و ۲۰ درصد فسفر غذای ماهی‌ها توسط ماهی مصرف می‌شود و مابقی در پساب ماهی باقی می‌ماند که استفاده از آن در خاک‌هایی با مواد آلی پایین و حاصلخیزی کم مقرون به‌صرفه است (Isitekhale and Adamu, 2016).

با توجه به اهمیت رژیم غذایی جهانی، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum L*) بعد از ذرت، گندم و برنج مقام چهارم تولید را در دنیا به خود اختصاص داده است قرار دارد (OECD/FAO, 2022).

تحقیقات نشان داده‌است روش آبیاری بارانی روشی مناسب جهت آبیاری سیب‌زمینی می‌باشد (Ünlü et al., 2006). این گیاه یکی از محصولات با سطح زیر کشت بالا در استان کردستان است که نیاز آبی بالایی دارد. از طرفی این گیاه به کمبود آب بسیار حساس می‌باشد. تنش آبی اثر منفی بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی دارد (Nasir and Toth, 2022). روش آبیاری سیب‌زمینی در دشت دهگلان غالبا به صورت بارانی می‌باشد. عمده آب موردنیاز کشاورزی در این دشت از منابع آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود. به دلیل افت شدید سطح ایستابی آبخوان در این دشت در سال‌های اخیر استفاده از پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در این استان می‌تواند یکی از راهکارهای تأمین آب آبیاری برای این گیاه زراعی باشد.

استفاده از پساب ماهی با افزایش عملکرد گیاهان، اجزاء عملکرد، بهبود عملکرد فیزیولوژی، کاهش مصرف کود و هم‌چنین بهبود خصوصیات شیمیایی خاک از جمله فسفر موجود، پتاسیم محلول در آب، کلسیم و منیزیم همراه می‌باشد (Akindele et al., 2021; Álvarez-García et al., 2019; Castro et al., 2006; Eid and Hoballah, 2019; Elnwishy et al., 2008; Haque et al., 2016; Ojobor and Tobih, 2015; Prazeres et al., 2016; Yildiz et al., 2017).

ضمن آن‌که نیاز آبی گیاهان مورد آبیاری با پساب ماهی بیش از گیاهان آبیاری شده با آب تمیز است. دلیل این امر افزایش سطح پوشش گیاهی به واسطه وجود مواد مغذی در پساب ماهی است (Akindele et al., 2021).

Abdul-Rahman et al. (2011) در آزمایشی تأثیر آبیاری با پساب ماهی بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت و تربچه را بررسی نمودند. نتایج نشان داد پساب ماهی باعث افزایش عملکرد، قطر و طول غده، طول ریشه و برگ گیاهان مورد مطالعه شد.

در مطالعه‌ای دیگر، از پساب ماهی در کشت گوجه فرنگی به روش آبیاری قطره‌ای پرداخته شد، نتایج نشان داد پساب ماهی باعث افزایش عملکرد و کاهش هزینه کود نسبت به آب چاه گردید که در نهایت سبب افزایش درآمد خالص مزرعه صرف‌نظر از درآمد حاصل از تولید ماهی شد (Castro et al., 2006).

AbdEl Magid et al. (2018) اثر پساب ماهی بر دو محصول پیاز و چغندر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد پساب ماهی بدون کاربرد کود نسبت به تیمار آب رودخانه سبب افزایش عملکرد هر دو محصول در حد ۱۶ درصد شد.

Kaab Omeir et al. (2020) در مطالعه‌ای دیگر به بررسی اثر مواد مغذی موجود در پساب ماهی بر میزان مواد مغذی در سبزیجات پرداختند. نتایج نشان داد پساب ماهی ضمن افزایش تعداد برگ و ارتفاع گیاه باعث افزایش محتوای مواد مغذی ریحان و خرفه گردید.

بررسی منابع بیانگر پتانسیل بالای استفاده از پساب ماهی در کشاورزی است لیکن برخی از پژوهشگران محدوده‌ی

استفاده از پساب ماهی در ترکیب با روش آبیاری و فزونی مواد معلق را عامل محدود کننده گزارش کرده‌اند.
تحقیقات اخیر در رابطه با استفاده از پساب ماهی در سامانه آبیاری قطره ای نشان داده است جهت استفاده از پساب ماهی در آبیاری قطره ای نیاز است تمهیدات فیلتراسیون انجام شود (Manbari et al., 2020; Maroufpoor et al., 2021).
نتایج تحقیقی دیگر نشان داد که آبیاری با پساب ماهی به دلیل افزایش شوری خاک از جمله کلر به طور چشم‌گیری تنوع عملکرد میکروبی را کاهش می‌دهد (Chen et al., 2017).
لذا به نظر می رسد در آبیاری بارانی از آنجایی که آبیاری در بالای پوشش گیاهی انجام می شود، وجود مقادیر زیاد عناصر باعث جذب بیش از حد عناصر توسط برگ‌ها می‌شود که در نتیجه سمیت برگی را به دنبال دارد.
لذا لازم است راهکارهای جلوگیری از سمیت گیاه در آبیاری بارانی مورد مطالعه قرار گیرد. مطالعات نشان می‌دهد استفاده ترکیبی از پساب و آب تمیز باعث کاهش سمیت گیاه و خاک می‌گردد (Cao et al., 2021). از آنجا که در آبیاری بارانی آب مستقیم با گیاه در ارتباط می‌باشد با این حال مطالعات محدودی در رابطه با استفاده از پساب ماهی در آبیاری بارانی انجام شده و یا گزارش نشده است. در واقع، پساب مزرعه ماهی حاوی مقدار قابل توجهی فسفر، نیتروژن و پتاسیم است. از آنجایی که نیتروژن نقش مهمی در اسید آمینه، پروتئین و کلروفیل ایفا می کند، برای رشد گیاه از اهمیت بالایی برخوردار است (Gilbert, 1949., Tisdale and Nelson, 1956). سیب زمینی جهت رشد به مقدار قابل توجهی نیتروژن نیاز دارد، مقدار ناکافی آن ممکن است منجر به کاهش رشد، محدودیت عملکرد و پیری زودرس محصول شود. با این حال، اگر مقدار نیتروژن بیشتر از نیاز گیاه باشد، ممکن است باعث کاهش عملکرد، تأخیر در تشکیل غده و کاهش محتوای ماده خشک غده شود (Kleinkopf et al., 1981). پساب ماهی حاوی مقادیر زیادی نیتروژن، آمونیوم و پتاسیم است. این عناصر از جذب منیزیم که عنصر اصلی کلروفیل است جلوگیری می کنند. تحقیقات نشان می‌دهد که عناصر درشت مغذی با یکدیگر اثر متقابل دارند (Rietra et al., 2017). این فعل و انفعالات، در خاک یا درون گیاه، می توانند به شیوه‌ای پیچیده هم افزایی یا متضاد باشند.
مواد مغذی معدنی حیاتی گیاه، که عمدتاً در فرآیند فتوسنتز نقش دارند، شامل پتاسیم، منیزیم و نیتروژن است. غلظت بالای پتاسیم ممکن است جذب منیزیم در محلول خاک را مهار کند و منجر به کمبود منیزیم در گیاهان شود (Heenan and Campbell, 1981; Salmon, 1963).
تحقیقات نشان داده است با شستشوی برگ با آب تمیز بعد از آبیاری با آب‌های نا متعارف، عناصر روی برگ شستشه می شود در غیر این صورت با تبخیر آب، عناصر روی برگ می مانند و باعث جذب توسط برگ می شوند. همچنین گزارش شده است زمانی که قبل از اعمال آب نامتعار برگ‌ها شستشو می‌شوند برگ‌ها هیدراته می‌گردند و ظرفیت جذب عناصر توسط برگ کاهش می یابد (Aragüés et al., 1994; Benes et al., 1996; Maas, 1985).
بنابراین از آنجایی که پساب مزرعه ماهی حاوی مواد معدنی و آلی است و به دلیل وجود عناصر زیاد نیتروژن و سایر عناصر در پساب ماهی و همچنین وجود اثر متقابل بین عناصر مختلف در گیاه امکان ایجاد مشکل سمیت وجود دارد، بنابراین بررسی روش های پیشگیری از سمیت گیاهی در آبیاری بارانی ضروری است. لذا در این تحقیق جهت کاهش اثرات پساب ماهی در آبیاری بارانی از شستشوی برگی بعد از آبیاری، قبل از آبیاری و قبل و بعد از آبیاری استفاده شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت گلدانی در فضای باز در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار طی سه سال ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان، استان کردستان انجام شد. موقعیت جغرافیایی زمین تحت کشت در ۳۵ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و ۴۷ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۸۶۳ متری از سطح دریا بود. جدول ۱ مقادیر پارامترهای هواشناسی دما و بارندگی در منطقه مورد مطالعه طی دوره رشد را نشان می‌دهد. هم‌چنین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. جرم مخصوص

ظاهری خاک به روش استوانه‌ای اندازه‌گیری شد و مقدار آن ۱/۳۵ گرم در سانتی‌متر مکعب بود. ظرفیت گلدانی (زراعی) ۳۳ درصد بود. بافت خاک مزرعه مورد مطالعه لوم رسی، که به روش هیدرو متری اندازه گیری شد. در جدول ۳ برخی از خصوصیات شیمیایی آب چاه و پساب ماهی ارائه شده است که بیانگر کلاس‌های C1S1 و C2S1 می‌باشد. فاکتورهای مورد بررسی شامل آبیاری در دو سطح A1 (آبیاری با آب چاه) و A2 (آبیاری با پساب ماهی) و همچنین شستشوی برگ‌ها در چهار سطح B1 (شستشوی برگ‌ها با آب تمیز طی ده دقیقه قبل از اعمال پساب ماهی)، B2 (شستشوی برگ‌ها با آب تمیز طی ده دقیقه بعد از اعمال پساب‌ماهی)، B3 (شستشوی برگ‌ها طی ده دقیقه قبل و بعد از اعمال پساب‌ماهی) و B4 (اعمال پساب‌ماهی بدون شستشوی برگی) بود. در این طرح از دو منبع آب آبیاری آب چاه و پساب ماهی استفاده شد جهت ذخیره پساب ماهی از ۳ تانک ذخیره آب استفاده شد. گلدان‌های مورد استفاده از جنس پلاستیک به قطر ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر بودند. جهت اجرای هر کرت آزمایشی ۹ گلدان در نظر گرفته شد و به‌منظور حذف اثرات تیمارهای مختلف بر یکدیگر بین هر دو کرت شش متر در نظر گرفته شد. در شکل ۱ و ۲ نقشه طرح آزمایشی و طرح آزمایشی اجرا شده در مزرعه ارائه شده است. کشت غده‌ها در گلدان به صورت دستی انجام شد و یک غده در وسط گلدان در عمق ۲۰ سانتی‌متری کشت شد (شکل ۳ و ۴). جهت آبیاری از سامانه آبیاری بارانی با آبپاش‌های ریز پاشنده استفاده گردید. در این طرح اندازه‌گیری حجم آب آبیاری با نصب کنتور حجمی (شکل۵) در ابتدای هر ردیف صورت گرفت. میزان آب آبیاری از رابطه زیر محاسبه شد.

$$SMD = (\theta_{FC} - \theta_i) \times D_{rz} \qquad (۱)$$

که در آن SMD کمبود رطوبت خاک، θ_{FC} ظرفیت زراعی مزرعه، θ_iرطوبت خاک در زمان آبیاری و D_{rz} عمق مؤثر ریشه می‌باشد. رطوبت خاک توسط دستگاه PMS-714 با دقت ۰/۱ درصد حجمی، براساس عمق ریشه در سه عمق اندازه‌گیری و به صورت میانگین اعمال گردید. کلیه عملیات زراعی برای تمامی تیمارها به‌طور یکسان انجام شد.

در انتهای فصل رشد مقادیر عملکرد غده تیمارهای مختلف از طریق توزین غده‌ها اندازه‌گیری گردید. غده‌های مربوط به هر تیمار به‌صورت جداگانه پس از قرار دادن در پاکت‌های مجزا به آزمایشگاه انتقال یافت. پس از برداشت غده‌ها مقادیر تعداد غده در بوته، تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی، عملکرد در گلدان به‌دست آمد. همچنین جهت بررسی بازارپسندی غده‌ها، گروه‌بندی آن‌ها در چهار دسته درصد غده‌های کوچکتر از ۸۰ گرم (غده‌های بذری)، ۱۲۰-۸۰ گرم (غده‌های خوراکی و بازارپسندتر)، ۱۵۰-۱۲۰ گرم (غده‌های خوراکی و بازار پسند) و بزرگتر از ۱۵۰ گرم (غده‌های درشت) انجام شد. جهت نمونه‌گیری از اندام‌های هوایی در ۲۹ مرداد هر سال، از هر کرت دو بوته کف بر گردید و به صورت مجزا در پاکت‌های نمونه گیری قرار گرفت و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس تعداد ساقه اصلی و همچنین وزن تر اندام هوایی اندازه‌گیری گردید.

مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) با زبان برنامه نویسی R و با استفاده از پکیج Doebioresearch تجزیه و تحلیل آماری انجام گردید.

جدول (۱): دمای حداکثر، دمای حداقل و بارندگی در طول فصل رشد سیب‌زمینی

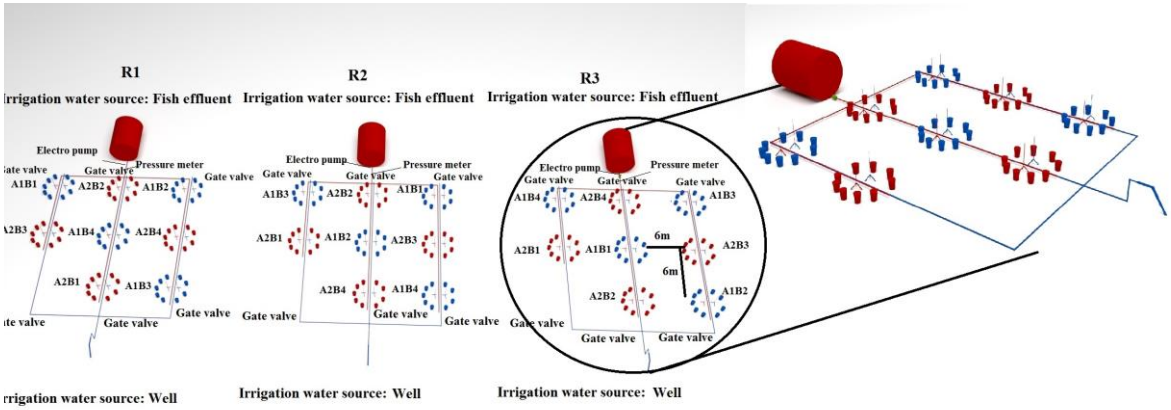
سال	ماه	دمای حداکثر (^0C)	دمای حداقل (^0C)	بارندگی(میلی‌متر در ماه)
۱۳۹۸	تیر	۳۴/۳	۱۸/۶۹	-
	مرداد	۳۳/۹۶	۱۸/۸۲	-
	شهریور	۲۹	۱۴/۷۵	-
	مهر	۲۱/۲۲	۹/۱۲	۴۰
۱۳۹۹	تیر	۳۴/۱۲	۱۸/۹۸	-
	مرداد	۳۳/۴۳	۱۸/۵۰	-
	شهریور	۳۰/۰۳	۱۵/۰۹	-
	مهر	۲۱/۱۲	۹/۱۶	-
۱۴۰۰	تیر	۳۵/۳۴	۲۱/۲۲	-
	مرداد	۳۴/۸۱	۱۸/۹۴	-
	شهریور	۲۹/۱۳	۱۴/۶۱	-
	مهر	۲۰/۰۸۷	۸/۵۶	۲۷/۵

جدول (۲): برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان

عمق خاک	شن ٪	سیلت٪	رس٪	K ppm	P ppm	N %	O.C %	pH	EC ds/m	ظرفیت زراعی٪	پژمردگی دائم٪
۰-۲۰	۲۲/۸	۴۵/۶	۳۱/۶	۴۰۶	۱۳	۰/۱	۱	۷/۷۲	۰/۴	۳۳	۲۲
۲۰-۴۰	۲۱/۶	۴۸	۳۰/۴	۲۹۴/۳۴	۱۳/۷۹	۰/۰۸۳	۰/۸۳	۷/۶۵	۰/۳۸	۳۳	۲۲
۴۰-۶۰	۲۴/۳	۴۲/۲	۳۳/۸	۲۳۸/۱	۱۲/۶۴	۰/۰۹	۰/۹	۷/۷۷	۰/۴۲	۳۳	۲۲

جدول (۳): متوسط کیفیت پساب ماهی قزل آلای رنگین کمان و آب چاه مورد استفاده در آبیاری

پارامترهای اندازه گیری شده	واحد	بدون محدودیت (Ayers and Westcot, 1985)	۱۳۹۸		۱۳۹۹		۱۴۰۰	
			آب چاه	پساب ماهی	آب چاه	پساب ماهی	آب چاه	پساب ماهی
ECw	dSm^{-1}	<۰/۷	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۰/۵۷	۰/۲	۰/۶
pH		۸/۵-۶	۷/۵	۷/۷۵	۷/۵	۷/۹۵	۷/۵	۷/۹۷
TDS	$mg\ l^{-1}$	۰-۲۰۰۰	۱۷۲	۲۸۳/۱۴	۱۷۲	۲۸۷/۳۶	۱۷۲	۲۹۴/۴۲
Ca^{++}	mel^{-1}	۰-۲۰	۲/۲۲	۲/۳۵	۲/۲۲	۲/۳۹	۲/۲۲	۲/۴۶
Mg^{++}	mel^{-1}	۰-۵	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۸
Na^{+}	mel^{-1}	۰-۴۰	۰/۱۷	۰/۱۷۴	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۸
SAR	mel^{-1}	۰-۱۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
$HCO3^{-}$	mel^{-1}	۰-۱۰	۰/۰۶۳	۰/۰۶۶	۰/۰۶۳	۰/۰۶۶	۰/۰۶۳	۰/۰۷۱
K^{+}	mgl^{-1}	۰-۲	۱/۶۱	۲/۲۷	۱/۶۱	۲/۲۷	۱/۶۱	۲/۵
NO3-N	mgl^{-1}	۰-۱۰	۰/۲۲	۴۲	۰/۲۲	۴۸	۰/۲۲	۴۸
PO_4-P	mgl^{-1}	۰-۲	۰/۱۹	۳/۷۶	۰/۱۹	۳/۸۵	۰/۱۹	۳/۹۶
Mn	mgl^{-1}	۰/۲	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱
Fe	mgl^{-1}	۰-۵	<۰/۲	<۰/۲	<۰/۲	<۰/۲	<۰/۲	<۰/۲
Tss	mgl^{-1}		۸۰	۲۴۰	۸۰	۲۴۲	۸۰	۲۵۴



شکل (۱): نقشه طرح آزمایشی اجرا شده

شکل (۲): طرح آزمایشی اجرا شده در مزرعه

شکل (۳): کشت غده سیب‌زمینی

شکل (۴): پر کردن گلدان‌ها

شکل (۵): دستگاه کنتور حجمی جهت اندازه‌گیری حجم آب آبیاری

نتایج و بحث

در جداول ۴ و ۵ نتایج تجزیه مرکب مربوط به اثر تیمارهای آب آبیاری و سناریوهای شستشوی برگ بر برخی خصوصیات اندازه گیری شده گیاه سیب‌زمینی نمایش داده شده است. نتایج نشان می‌دهد اثر سال‌های انجام آزمایش بر حجم آب آبیاری، تعداد ساقه در بوته، تعداد غده در بوته، تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی، وزن تر اندام هوایی، درصد غده‌های ۱۲۰-۸۰ گرم ، ۱۵۰-۱۲۰ گرم و بزرگتر از ۱۵۰ گرم در سطح یک درصد و بر درصد غده‌های کوچکتر از ۸۰ گرم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اثر آب آبیاری بر حجم آب آبیاری، عملکرد، تعداد ساقه در بوته، تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی، وزن تر اندام هوایی، درصد غده-های ۱۲۰-۸۰ گرم و ۱۵۰-۱۲۰ گرم در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج همچنین نشان می‌دهد اثر تیمارهای شستشوی برگی بر کل پارامترهای مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. جداول مذکور همچنین نشان می‌دهند اثر متقابل آب آبیاری و سناریوهای شستشوی برگی بر درصد غده‌های ۱۲۰-۸۰ گرم و ۱۵۰-۱۲۰ گرم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین جدول ۴ نشان می‌دهد اثر متقابل سال و آب آبیاری بر حجم آب آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

جدول (۴): نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آب آبیاری و سناریوهای شستشوی برگی بر عملکرد، تعداد ساقه در بوته، تعداد غده در بوته، تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی و وزن تر اندام‌های هوایی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		حجم آب آبیاری	عملکرد	تعداد ساقه در بوته	تعدا غده در بوته	تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی	وزن تر اندام هوایی
سال	۲	۱۷۱۷/۲۹**	۲۲۷/۹۴۸^{ns}	۲۴**	۱۵۲**	۱۰/۶۶۷**	۱۰۶/۲۰۱**
آب آبیاری	۱	۱۴۵۴/۸۵**	۱۸۰۹۲/۷۸۲**	۱۵/۱۲۵**	۴/۵^{ns}	۲/۶۴۹**	۴۱۰/۴۱۱**
سال× آب آبیاری	۲	۶۳/۵۵**	۱۳/۲۷۶^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱۷۳	۰/۰۷۶^{ns}
سناریوهای شستشوی برگی	۳	۲۸۱/۸۱**	۱۰۲۶۴/۱۶۱**	۱۳/۴۵۸**	۱۴۵/۱۲۵**	۷/۹۸۵**	۱۴۳۵/۱۶۲**
سناریوهای شستشوی برگی ×سال	۶	۳/۴۹^{ns}	۲۶۸/۹۱۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۲۱۹^{ns}	۲/۹۶۴^{ns}
آب آبیاری× سناریوهای شستشوی برگی	۳	۳/۳۴^{ns}	۲۶۷/۶۱۲^{ns}	۱/۱۲۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۵۱۹^{ns}
× سال سناریوهای شستشوی برگی×سال آب آبیاری	۶	۰/۳۳^{ns}	۷۴/۷۴۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۱۸۵^{ns}
خطا	۴۸	۱۰/۴۴	۳۲۳/۸۴۵	۰/۵۸۳	۵/۳۷۵	۰/۱۸۳	۴/۲۵۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۱/۸۲	۳/۵۸	۱۰/۹۸	۲۰/۶۸	۲۴/۱۸	۵/۵۴

ns غیر معنی‌دار،*و** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱

جدول (۵): جدول تجزیه واریانس اثر تیمارها بر بازارپسندی غده‌ها

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد غده‌های کوچکتر از ۸۰ گرم	درصد غده‌های بین ۸۰-۱۲۰ گرم	درصد غده‌های بین ۱۲۰-۱۵۰ گرم	درصد غده‌های بزرگتر از ۱۵۰ گرم
سال	۲	۱۶/۶۶۷*	۳۰/۳۷۵**	۳۰/۳۷۵**	۱۴۱/۸۴۷**
آب آبیاری	۱	۳۱۰/۶۲۸**	۱۳۷/۳۶۵**	۹۲/۲۵**	۱/۳۳۴ns
سال× آب آبیاری	۲	۰/۶۶۷ns	۰/۳۷۵ns	۰/۰۰۱ns	۰/۲۷۹ns
سناریوهای شستشوی برگی	۳	۲۲۴/۵۸۳**	۴۲۲/۱۴۸**	۴۴۳/۵۵**	۱۷۴/۱۸۶**
سناریوهای شستشوی برگی ×سال	۶	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۱ns	۱/۳۷۵ns	۴/۸۳۷ns
آب آبیاری× سناریوهای شستشوی برگی	۳	۳/۰۹۳ns	۷/۷۲۸**	۲۲/۹۲**	۴/۵۵۹ns
آب آبیاری× سال سناریوهای شستشوی برگی×سال	۶	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۱ns	۰/۱۷ns
خطا	۴۸	۴/۲۵۴	۰/۲۵۹	۰/۸۸۶	۶/۸۲۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۸۸	۶/۶۱	۱۱/۴۱	۴۴/۲۶

ns غیر معنی‌دار،*و** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر سال، تیمارهای آب آبیاری و سناریوهای شستشوی برگی بر حجم آب آبیاری، عملکرد، تعداد ساقه در بوته، تعداد غده در بوته، تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی، وزن تر اندام هوایی، درصد غده‌های کوچکتر از ۸۰ گرم، درصد غده‌های ۱۲۰-۸۰ گرم، ۱۵۰-۱۲۰ گرم و بزرگ‌تر از ۱۵۰ گرم در جدول ۶ نمایش داده شده است. در جدول ۶ حجم آب آبیاری در تیمارهای مختلف آب آبیاری و در سال‌های انجام آزمایش ارائه شده‌است. نتایج نشان می‌دهد حجم آب آبیاری در گلدان‌هایی که با پساب ماهی آبیاری شده‌اند بیشتر از گلدان‌هایی است که با آب تمیز آبیاری شده اند. نتایج سایر محققین نیز نشان داد ضمن آن‌که نیاز آبی گیاهان مورد آبیاری با پساب ماهی بیش از گیاهان آبیاری شده با آب تمیز است. دلیل این امر افزایش سطح پوشش گیاهی به واسطه وجود مواد مغذی در پساب ماهی است (Akindele et al., 2021). نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد بیشترین عملکرد، تعداد ساقه در بوته، وزن اندام هوایی و درصد غده‌های بزرگ‌تر از ۱۵۰ گرم به‌ترتیب۵۲۹/۳۳گرم در گلدان، ۷/۹۶، ۵۷/۲۲ گرم در گلدان، ۸/۱۷ درصد مربوط به سال سوم انجام آزمایش بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد بیشترین تعداد غده در بوته، تعداد غده در ساقه، درصد غده‌های کوچک‌تر از ۸۰ گرم، درصد غده‌های ۱۲۰-۱۵۰ گرم در سال اول آزمایش اتفاق افتاده است. با توجه به جدول ۳ کیفیت پساب ماهی در سال سوم و سال اول به‌ترتیب بیشترین و کمترین مواد مغذی را داشته‌اند. نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد با افزایش مواد مغذی در آب آبیاری عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد افزایش می‌یابد (Kaab Omeir et al., 2020; Kimera et al., 2021). نتایج جدول ۶ همچنین نشان می‌دهد بیشترین مقدار عملکرد، تعداد ساقه در بوته، وزن تر اندام هوایی، درصد غده‌های ۱۲۰-۸۰ گرم، ۱۵۰-۱۲۰ گرم و بزرگ‌تر از ۱۵۰ گرم به‌ترتیب ۵۶۵/۹۸ گرم در گلدان، ۷/۴۲، ۵۷/۶۱ گرم در گلدان، ۳۲/۹۵۰، ۸/۸۵۰، ۶/۰۴ درصد مربوط به زمانی است که پساب ماهی به خاک اعمال شده است همچنین بیشترین مقدار تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی، درصد غده‌های کوچکتر از ۸۰ گرم به ترتیب ۱/۹۲، ۵۵/۲۲ درصد مربوط به زمانی است که جهت آبیاری آب چاه به خاک اعمال شده‌است. نتایج نشان می‌دهد استفاده از پساب ماهی ۱۶/۴ درصد عملکرد سیب‌زمینی را افزایش داده است. نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد از آنجا که پساب ماهی حاوی مقادیر زیادی فسفر و نیتروژن می‌باشد باعث افزایش سطح پوشش گیاهی و در نتیجه باعث افزایش قطر غده، افزایش عملکرد گیاه، ارتفاع گیاه و سایر شاخص‌های رشد می‌شود (Akindele

et al., 2021; Álvarez-García et al., 2019; Castro et al., 2006; Eid & Hoballah, 2019; Elnwishy et al., 2008; Haque et al., 2016; Prazeres et al., 2016; Yildiz et al., 2017).

AbdEl Magid et al. (2018) اثر پساب ماهی بر دو محصول پیاز و چغندر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد پساب ماهی بدون کاربرد کود نسبت به تیمار آب رودخانه سبب افزایش عملکرد هر دو محصول در حد ۱۶ درصد شد.(2011) Abdul-Rahman et al. گزارش کردند پساب ماهی باعث افزایش عملکرد، قطر و طول غده، طول ریشه و برگ شد. نتایج همچنین نشان داد شستشوی برگ‌ها با آب تمیز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده داشته است. باتوجه به جدول مذکور بیشترین مقدار عملکرد، تعداد غده در بوته، تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی، وزن تر اندام هوایی، درصد غده‌های کوچک‌تر از ۸۰ گرم و درصد غده‌های ۸۰-۱۲۰ گرم به‌ترتیب ۵۵۰/۸ گرم در گلدان، ۱۵/۰۸، ۲/۵۹، ۶۶/۹۷ گرم در گلدان، ۵۷/۰۶ و ۳۶/۶۰ درصد مربوط به حالتی است که قبل و بعد از اعمال پساب ماهی بر برگ‌ها شستشوی برگی انجام شد و همچنین بیشترین مقدار تعداد ساقه در بوته، درصد غده‌های ۱۲۰-۱۵۰ گرم و درصد غده‌های بزرگتر از ۱۵۰ گرم مربوط به حالتی است که هیچ گونه شستشوی برگی با آب تمیز انجام نشده است. نتایج سایر محققین نیز نشان می‌دهد اثر شستشوی برگی زمانی که از آب‌های نامتعارف استفاده می‌شود بر شاخص‌های رشد تأثیر مثبت داشته است همچنین تحقیقات گذشته نشان می‌دهد کاربرد همزمان آب تمیز و آب‌های نامتعارف اثرات سمی ناشی از مواد موجود در پساب را کاهش می‌دهد و باعث بهبود عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژی گیاه می‌گردد (Benes et al., 1996; Cao et al., 2021). گزارش شده‌است زمانی که قبل و بعد از اعمال آب شور بر برگ‌ها شستشوی برگی با آب تمیز انجام نشد غلظت کلر و سدیم در برگ نسبت به موقعی که اصلاً شستشوی برگی انجام نشد، کمتر بود در نتیجه عملکرد افزایش یافت (Benes et al., 1996). آن‌ها همچنین بیان کردند در زمانی که قبل از اعمال آب شور برگ‌ها شستشو می‌شوند برگ‌ها هیدراته می‌گردند و ظرفیت جذب عناصر توسط برگ کاهش می‌یابد و همچنین زمانی که بعد از اعمال آب شور شستشوی برگی انجام می‌شود عناصر و مواد روی برگ شستشو می‌شوند و جذب برگ کاهش می‌یابد. بنابراین باعث افزایش عملکرد می‌گردد. در جدول ۷ نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آب آبیاری و سناریوهای شستشوی برگی بر درصد غده‌های ۸۰-۱۲۰ گرم و درصد غده‌های ۱۲۰-۱۵۰ گرم نمایش داده شده است. نتایج نشان می‌دهد بیشترین درصد غده‌های ۸۰-۱۲۰ گرم ۳۸/۷۵ مربوط به حالتی است که منبع آب آبیاری پساب ماهی بود و برگ‌های گیاه قبل و بعد از اعمال پساب ماهی با آب تمیز شستشوی برگی داشته‌اند. نتایج همچنین نشان می‌دهد بیشترین درصد غده‌های سیب‌زمینی ۱۲۰-۱۵۰ گرمی با ۱۶/۶۵ درصد مربوط به حالتی است که منبع آب آبیاری پساب ماهی بود و برگ‌ها هیچ‌گونه شستشوی برگی با آب تمیز نداشتند

جدول (۶): مقایسه میانگین اثر تیمارهای آب آبیاری و سناریوهای شستشوی برگی بر مقدار عملکرد، تعداد ساقه در بوته، تعداد غده در بوته، وزن تر اندام‌های هوایی و گروه بندی غده‌ها

تیمار	حجم آب آبیاری	عملکرد	تعداد ساقه در بوته	تعداد غده در بوته	تعداد غده به ازای هر ساقه ی هوایی	وزن تر اندام هوایی	درصد غده-های کوچکتر از ۸۰ گرم	درصد غده-های ۸۰-۱۲۰ گرم	درصد غده-های ۱۲۰-۱۵۰ گرم	درصد غده-های بزرگتر از ۱۵۰ گرم
	(l/pot)	(gr/pot)				(gr/pot)	٪	٪	٪	٪
سال										
۱۳۹۸	۱۶۷/۵۵ c	۵۲۳/۱۹ a	۵/۹۶ c	۱۳/۸۸ a	۲/۴۶ a	۵۳/۰۳ c	۵۳/۹۷ a	۳۰/۴۴ c	۹/۳۷۵ a	۶/۲۱ a
۱۳۹۹	۱۸۳/۱۹ a	۵۲۵/۸۶ a	۶/۹۶ b	۱۰/۸۸ b	۱/۶۴ b	۵۵/۴۱ b	۵۲/۳۱ b	۳۲/۶۹ a	۸/۲۵۰ b	۳/۳۳ b
۱۴۰۰	۱۸۰/۹۶ b	۵۲۹/۳۳ a	۷/۹۶ a	۸/۸۸ c	۱/۱۶ c	۵۷/۲۲ a	۵۳/۱۴ ab	۳۱/۵۷ b	۷/۱۲۵ c	۸/۱۷ a
آب آبیاری										
A1	۱۷۱/۷۴ b	۴۸۶/۲۸ b	۶/۵ b	۱۱/۴۶ a	۱/۹۲ a	۵۲/۸۳ b	۵۵/۲۲ a	۳۰/۱۹ b	۷/۶۵ b	۵/۷۷ a
A2	۱۸۱/۷۳ a	۵۶۵/۹۸a	۷/۴۲ a	۱۰/۹۶ a	۱/۵۹ b	۵۷/۶۱ a	۵۱/۰۷ b	۳۲/۹۵ a	۸/۸۵ a	۶/۰۴ a
سال× آب آبیاری										
A1×۱۳۹۸	۱۶۴/۹۲ e	۴۸۴/۱۶ b	۵/۵۲ d	۱۴/۱۲ a	۲/۷۱ a	۵۰/۵۸ e	۵۵/۸۸ a	۲۹/۱۹f	۸/۷۸ b	۶/۱۵ a
A2×۱۳۹۸	۱۷۰/۱۸ d	۵۶۲/۲۲ a	۶/۴۱ c	۱۳/۶۴ a	۲/۲۲ b	۵۵/۴۷ c	۵۲/۰۶ b	۳۱/۷ c	۹/۹۸ a	۶/۲۶ a
A1×۱۳۹۹	۱۷۷/۹۸ b	۴۸۵/۳۷ b	۶/۵۳ c	۱۱/۱۴ b	۱/۷۹ c	۵۳/۰۸ d	۵۴/۵۵ a	۳۱/۱۹ d	۷/۶۵ c	۳/۰۷ b
A2×۱۳۹۹	۱۸۸/۴۰ a	۵۶۶/۳۴ a	۷/۴۴ b	۱۰/۶۵ b c	۱/۴۹ cd	۵۷/۷۴ b	۵۰/۰۶ c	۳۴/۲۰ a	۸/۸۵ b	۳/۵۹ b
A1×۱۴۰۰	۱۷۵/۳۲ c	۴۸۹/۲۹ b	۷/۵۶ b	۹/۱۱ cd	۱/۲۷ de	۵۴/۸۳ c	۵۵/۲۱ a	۳۰/۱۹ e	۶/۵۲ d	۸/۰۷ a
A2×۱۴۰۰	۱۸۶/۶ a	۵۶۹/۳۸ a	۸/۴۵ a	۸/۶۴ d	۱/۰۶ e	۵۹/۶۰ a	۵۱/۰۶ b c	۳۲/۹۵ b	۷/۷۲ c	۸/۲۶ a
سناریوهای شستشوی برگی										
B1	۱۷۳/۸۳ b	۵۱۲/۲ b	۷/۳۳ a	۹/۰۸۳ c	۱/۳۰ c	۵۱/۸۴ c	۵۱/۵۳ c	۲۹/۳۳ c	۹/۴۵۰ b	۸/۲۸۶ a
B2	۱۷۹/۵۷ a	۵۱۴/۴ a	۶/۳۳ b	۱۱/۵۸ b	۱/۹۵ b	۵۶/۲۶ b	۵۴/۸۸ b	۳۴/۴۲ b	۵/۶۰۰ c	۴/۱۴۲ b
B3	۱۸۱/۶۰ a	۵۵۰/۸ a	۶/۱۷ b	۱۵/۰۸ a	۲/۵۹ a	۶۶/۹۷ a	۵۷/۰۶ a	۳۶/۶۰ a	۳/۳۰۰ d	۲/۴۲۵ b
B4	۱۷۳/۹۳ b	۵۰۰/۱ b	۸ a	۹/۰۸۳ c	۱/۱۷ c	۴۵/۸۱ d	۴۹/۰۸ d	۲۵/۹۲ d	۱۴/۶۵ a	۸/۷۵۸ a

جدول (۷): مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آب آبیاری و سناریوهای شستشوی برگی بر درصد غده‌های ۸۰-۱۲۰ گرم و درصد غده‌های ۱۲۰-۱۵۰ گرم

تیمار	غده‌های ۸۰-۱۲۰ گرم ٪	غده‌های ۱۲۰-۱۵۰ گرم ٪
آبیاری با آب چاه (A1)		
A1×B1	۲۸/۷۰ f	۸/۴۵۰ d
A1×B2	۳۲/۸۰ d	۵/۷ e
A1×B3	۳۴/۴۵ c	۳/۸ f
A1×B4	۲۴/۸۰ h	۱۲/۶۵ b
آبیاری با پساب ماهی (A2)		
A2×B1	۲۹/۹۵ e	۱۰/۴۵ c
A2×B2	۳۶/۰۵ b	۵/۵ e
A2×B3	۳۸/۷۵ a	۲/۸ f
A2×B4	۲۷/۰۵ g	۱۶/۶۵ a

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد، تعداد ساقه در بوته، وزن تر اندام هوایی، درصد غده‌های ۱۲۰-۸۰ گرم ،درصد غده‌های ۱۵۰-۱۲۰ گرم و درصد غده‌های بزرگتر از ۱۵۰ گرم به‌ترتیب ۵۶۵/۹۸ گرم در گلدان، ۷/۴۲، ۵۷/۶۱ گرم در گلدان، ۳۲/۹۵۰، ۸/۸۵۰، ۶/۰۴ درصد مربوط به زمانی است که پساب ماهی به خاک اعمال شده است و همچنین شستشوی قبل و بعد از اعمال پساب ماهی باعث افزایش عملکرد، تعداد غده در بوته، تعداد غده در ساقه، درصد غده‌های کوچکتر از ۸۰ گرم و درصد غده‌های ۸۰-۱۲۰ گرم شده است. به عبارت دیگر شستشوی برگی بر غده‌های بذری و بازار پسندتر تأثیر مثبتی نشان داده است. پیشنهاد می‌شود جهت افزایش عملکرد به گونه‌ای که از نظر بازارپسندی بهبود یابد استراتژی استفاده همزمان از پساب ماهی و آب تمیز در سامانه آبیاری بارانی استفاده شود.

منابع

AbdEl Magid, H. A. A., H. A. A, Hala and A. M. M, Mohamed. 2018. Economic Study the Efficiency of Water Resource Usage (Case Study). Alexandria Journal of Agricultural Sciences, 63(3): 149–155.

Abdul-Rahman, S., I. P. Saoud., M. K. Owaied., H. Holail., N. Farajalla., M. Haidar and J. Ghanawi. 2011. Improving water use efficiency in semi-arid regions through integrated aquaculture/agriculture. Journal of Applied Aquaculture, 23(3): 212–230.

Akindele, A. J., A. A. Olufayo and O. T. Faloye. 2021. Influence of borehole and fish wastewater on soil properties, productivity and nutrient composition of sweet pepper (Capsicum annum). Acta Ecologica Sinica.

Álvarez-García, M., M. Urrestarazu., J. L, Guil-Guerrero and J. B. Silvia. 2019. Effect of fertigation using fish production wastewater on Pelargonium x zonale growth and nutrient content. Agricultural Water Management, 223(July): 1–7.

Aragüés, R., A, Royo and S. R.Grattan. 1994. Foliar uptake of sodium and chloride in barley sprinkler-irrigated with saline water: effect of pre-irrigation with fresh water. European Journal of Agronomy, 3(1): 9–16.

Ayers R.S and D.W, Westcot. 1985. Water for agr Water uality for agriculture (29 Rev. 1). Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

Benes, S. E., R, Aragüés., R. B, Austin and S. R, Grattan. 1996. Brief pre- and post-irrigation sprinkling with fresh water reduces foliar salt uptake in maize and barley sprinkler irrigated with saline water. Plant and Soil, 180(1): 87–95.

Cao, C., P, Zhang., Z. P, Ma., Z. B, Ma., J. J, Wang., Y. Y, Tang and H, Chen. 2021. Coupling sprinkler freshwater irrigation with vegetable species selection as a sustainable approach for agricultural production in farmlands with a history of 50-year wastewater irrigation. Journal of Hazardous Materials, 414(February), 125576.

Castro, R. S., C. M. S, Borges Azevedo and F, Bezerra-Neto. 2006. Increasing cherry tomato yield using fish effluent as irrigation water in Northeast Brazil. Scientia Horticulturae, 110(1): 44–50.

Chen, L., Q, Feng., C, Li., Y, Wei., Y, Zhao., Y, Feng., H, Zheng., F, Li and H, Li. 2017. Impacts of aquaculture wastewater irrigation on soil microbial functional diversity and community structure in arid regions. Scientific Reports, 7(1): 1–10.

Eid, A. R and E. M. A, Hoballah. 2019. Impact of Irrigation Systems, Fertigation Rates and Using Drainage Water of Fish Farms in Irrigation of Potato under Arid Regions Conditions Full Length Research Paper Impact of Irrigation Systems, Fertigation Rates and Using Drainage Water of Fish Farms in Irrigation of Potato under Arid Regions Conditions. October 2017.

Elnwishy, N. H., M. S, Ramadhane and S. M, Zalat. 2008. Combating Desertification through Fish Farming BT- The Future of Drylands (C. Lee & T. Schaaf (eds.); pp. 507–518). Springer Netherlands.

Emire, S. 2011. Proximate composition, mineral content and antinutritional factors of some capsicum (capsicum annum) varieties grown in ethiopia. Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia, 25, 451–454.

Ganesh Keremane, B and J. M, McKay. 2007. Successful wastewater reuse scheme and sustainable development: a case study in Adelaide. Water and Environmental Journal, 21(2): 83–91.

Gilbert F.A. 1949. Mineral nutrition of plants and animals. Univ. Oklahoma Press, Oklahoma. 135 pp.

Haque, M. M., B, Belton., M. M, Alam., A. G, Ahmed and M. R, Alam. 2016. Reuse of fish pond sediments as fertilizer for fodder grass production in Bangladesh: Potential for sustainable intensification and improved nutrition. Agriculture, Ecosystems and Environment, 216: 226–236.

Heenan, D. P and L. C, Campbell. 1981. Influence of potassium and manganese on growth and uptake of magnesium by soybeans (Glycine max (L.) Merr. cv. Bragg). Plant and Soil, 61(3): 447–456.

Isitekhale, H. H. E and B. Adamu. 2016. Effects of Effluents on Soil Chemical Properties in Forest-Derived Savanna Transition. 10(6): 30–34.

Kaab Omeir, M., A, Jafari., M, Shirmardi and H, Roosta. 2020. Effects of Irrigation with Fish Farm Effluent on Nutrient Content of Basil and Purslane. Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences, 904, 825–831.

Kimera, F., H, Sewilam., W. M, Fouad and A, Suloma. 2021. Annals of Agricultural Sciences Ef fi cient utilization of aquaculture ef fl uents to maximize plant growth, yield, and essential oils composition of Origanum majorana cultivation. Annals of Agricultural Sciences, 661: 1–7.

Kleinkopf, G. E., D. T, Westermann and Dwelle, R. B. 1981. Dry Matter Production and Nitrogen Utilization bu six potato cultivars. Agronomy Journal, 73(5):799-802.

Koide, J., N, Fujimoto., N, Oka and H, Mostafa. 2015. Rice-fish integration in Sub-Saharan Africa: The challenges for participatory water management. Japan Agricultural Research Quarterly, 491: 29–36.

Maas, E. V. 1985. Crop tolerance to saline sprinkling water. Plant and Soil, 891), 273–284.

Manbari, N., E, Maroufpoor., Y, Aminpour., B, Bahrami., K, Jaume and P, Bargués. 2020. Effect of a combined filtration system and drip irrigation laterals on quality of rainbow trout farm effluent. Irrigation Science, 382: 131–145.

Maroufpoor, E., Y, Aminpour., B. B, Kamangar and J. P, Bargués. 2021. Clogging rate of pressure compensating emitters in irrigation with rainbow trout fish farm effluent. Irrigation Science, 392: 223–233.

Nasir, M. W and Z, Toth. 2022. Effect of Drought Stress on Potato Production: A Review. Agronomy, 123.

OECD/FAO. 2022. OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/f1b0b29c-en. Corrigenda to publications may be found on line at: www.oecd.org/about/publishing/corrigenda.htm.

Ojobor, S. A1 and F. O. A,Tobih. 2015. Effects of Fish Pond Effluent and Inorganic Fertilizer on Amaranthus Yield and Soil Chemical Properties in Asaba, Delta State, Nigeria. Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 41: 237–244.

Omotade, I. F., M, Alatise and O.O, Olanrewaju. 2019. Growth and yield performance of hot pepper using aquaculture wastewater. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 212: 18–25.

Prazeres, A. R., J, Rivas., M, Adelaide., M, Patanita., J, Dôres and F, Carvalho. 2016. Agricultural reuse of cheese whey wastewater treated by NaOH precipitation for tomato production under several saline conditions and sludge management. Agricultural Water Management, 167: 62–74.

Rietra, R. P. J. J., M, Heinen., C. O, Dimkpa and P. S, Bindraban. 2017. Effects of Nutrient Antagonism and Synergism on Yield and Fertilizer Use Efficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48(16): 1895–1920.

Salmon, R. C. 1963. Magnesium relationships in soils and plants. Journal of the Science of Food and Agriculture, 14(9): 605–610.

Tisdale, S.L and W.L. Nelson. 1956. Soil fertility and fertilizers. MacMillan, NY. 430 pp.

Ünlü, M., R, Kanber., U, Şenyigit., H, Onaran and K, Diker. 2006. Trickle and sprinkler irrigation of potato Solanum tuberosum L.) in the Middle Anatolian Region in Turkey. Agricultural Water Management, (791): 43–71.

Yildiz, H. Y., L, Robaina., J, Pirhonen., E, Mente., D, Domínguez and Parisi, G. 2017. Fish welfare in aquaponic systems: Its relation to water quality with an emphasis on feed and faeces-A review. Water Switzerland, 91: 1–17.

Zajdband, A. D. 2011. Integrated Agri-Aquaculture Systems pp. (87–127).