



Using nutritional, hormonal and pruning treatments in order to increasing the quality of bell pepper fruit

Monireh Mehnatkesh¹, Maryam Haghighi^{2*}

1- M.Sc student, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

*Corresponding author: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

(Received: 15 May 2023

Revise: 24 June 2023

Accepted: 08 July 2023)

Extended Abstract

1. Introduction: Pepper is an essential fruit vegetable that is widely grown around the world, and its global demand is continuously increasing. However, pepper is a crop that is sensitive or semi-sensitive to salinity, which poses a significant challenge for its cultivation in many regions. Salinity can be a major abiotic stress that affects pepper production, particularly in arid and semi-arid areas where soil salinity is a prevalent issue. High concentrations of soluble salts, such as sodium, chloride, and sulfate, in the soil can disrupt the plant's ability to absorb water and essential nutrients, leading to reduced growth, yield, and quality of the pepper crop. Furthermore, the imbalance of nutrients in saline soils can interfere with the plant's capacity to efficiently utilize applied fertilizers. To overcome these challenges and meet the increasing global demand for pepper, researchers and growers must adopt integrated approaches that consider the complex interactions between soil salinity, nutrient availability, and pepper plant physiology. This may involve the application of soil amendments to mitigate salinity, and the implementation of precise irrigation and fertilization management practices to ensure the sustainable production of high-quality pepper crops.

2. Materials and Methods: The present research was conducted in 2021 in a greenhouse in Tiran with an average daytime temperature of 26-28°C and a night temperature of 16-18°C in the form of a completely randomized design with 3 replications. Greenhouse red bell pepper seeds, variety "Westland 8108" were planted in peat moss and perlite in the seedling trays, and about three weeks later, when the seedlings reached the stage of 4-6 true leaves, they were planted in the main bed. The treatments include the application of Sal-fit (polyhydroxycarboxylic calcium), foliar spraying with auxin + gibberellin, 25% reduction of nutrient solution concentration, fruit pruning, and common greenhouse nutrient solution (as a control). Sal-Fit treatment with a solution based on polyhydroxycarboxylic calcium was applied as an irrigation fertilizer at the rate of 50 kg per hectare in 3 stages of greenhouse irrigation. Auxin and gibberellin foliar spraying each in a concentration of 10 µM and combination with each other with a time interval of 24 h was applied on the target bell pepper plants in the fruiting stage. The nutrient solution reduction treatment was applied in such a way that 25% of water was added to the concentration recommended by the greenhouse nutrition expert at each time of fertilization (solution spraying and irrigation fertilizer), and then foliar spraying or irrigation fertilizer was done with a new solution. For the treatment, pruning was done after the emergence of fruits by keeping the number of 5-7 fruits per plant and removing the rest of the fruits. At the end of the research, some growth and physiological characteristics of sweet pepper were investigated

3. Results and Discussion: The findings indicated that the application of the Sal-Fit treatment yielded a statistically significant and favorable impact on growth characteristics in the presence of severe soil salinity stress. Additionally, this treatment exhibited the lowest incidence of fruit malformation, as well as a higher relative content of fruit juice and organic acid percentage. The enhancement of soluble solids percentage, nitrogen and calcium content indicators, and reduction in flower and fruit drop, collectively contributed to the overall improvement in the quality of the product. In comparison to alternative treatments, fruit pruning yielded a statistically significant, albeit modest, impact on various traits, including the relative concentration of fruit juice, percentage of soluble solids, shoot nitrogen content, fruit taste, fruit length, and yield, when compared to the control group. Additionally, fruit pruning demonstrated a greater efficacy in reducing the duration of fruit ripening, as well as flower and fruit drop,

in contrast to other treatments. The findings demonstrate that the reduction of the nutrient solution concentration by 25%, as advised by the greenhouse nutrition specialist, had an impact on all the characteristics, with the exception of the quantity of fruit categorized as grade 1, grade 2, and grade 3, as well as the firmness of the fruit's texture.

4. Conclusion: According to research findings, the application of chemical fertilizers in saline soils may result in varying effects on crop yield, which could either be positive, negative, or neutral. Sal-Fit, also known as polyhydroxy carboxylic calcium, is a chemical compound. This particular solution has demonstrated high efficacy in environments characterized by elevated salinity and alkalinity. It effectively mitigates soil salinity by resolving the aforementioned issue to a level deemed appropriate. The study concluded that the beneficial impacts of anti-salt and alkali compounds are attributed to their positive influence on various physical and chemical characteristics of the soil, such as SAR, PH, EC, and ESP. These factors ultimately enhance nutrient accessibility for plants, augment water availability and foster interactions between phenolic and carboxylic groups.

Keywords: Organic acids, Flower abscission, Sal-Fit, Fruit firmness

Citation: Mehnatkesh, M. & Haghghi, M., (2022). Using nutritional, hormonal and pruning treatments in order to increasing the quality of bell pepper fruit. *Journal of Vegetables Sciences*, 15(1), 201-218.
doi:10.22034/IUVS.2023.2002417.1287

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).





استفاده از تیمارهای تغذیه‌ای، هورمونی و هرس به منظور افزایش کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای

منیره محنت‌کش^۱، مریم حقیقی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۷

چکیده

کشاورزی در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده محدود می‌گردد. با توجه به مشکلاتی که در زمینه رفع یا بهبود این شرایط وجود دارد، پژوهشی در سال ۱۴۰۰ در گلخانه‌ای در شهرستان تیران استان اصفهان، به صورت طرح کاملاً تصادفی جهت کاهش شوری خاک با استفاده از سال-فیت (پلی‌هیدروکسی کربوکسیلیک کلسیم) به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار، جیبرلین + اکسین در غلظت ۱۰ میکرومولار، کاهش ۲۵ درصد محلول غذایی، هرس ۷-۵ میوه در هر بوته و تیمار شاهد (محلول غذایی معمول گلخانه) با ۳ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد، تیمار سال-فیت بر صفات رشدی تحت تنش شوری شدید خاک، از لحاظ آماری تأثیر معنی‌دار و مثبتی داشت و بیشترین تعداد میوه درجه ۱ در این تیمار مشاهده شد، همچنین درصد اسید آلی میوه، درصد مواد جامد محلول و محتوای نیتروژن را به ترتیب ۱۱/۴۲، ۴۴ و ۴۲ درصد افزایش و میزان ریزش گل و میوه را ۶۵ درصد نسبت به شاهد کاهش داد و در مجموع باعث افزایش کیفیت محصول گردید. اکسین + جیبرلین نیز پس از تیمار سال-فیت موجب بهبود اکثر صفات مورد بررسی به جز حجم میوه و محتوای نسبی آب میوه گردیدند. کاهش ۲۵ درصد غلظت محلول غذایی توصیه شده کارشناس تغذیه گلخانه بر تمام صفات به جز تعداد میوه درجه ۱، تعداد میوه درجه ۲، تعداد میوه درجه ۳ و سفتی بافت میوه اثرگذار بود. هرس میوه در مقایسه با سایر تیمارها بر زمان شروع رنگ اندازی میوه اثرگذاری بیشتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: اسید آلی، ریزش گل، سال-فیت، سفتی میوه

استناد: محنت‌کش، م. و حقیقی، م. (۱۴۰۳). استفاده از تیمارهای تغذیه‌ای، هورمونی و هرس به منظور افزایش کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای. علوم سبزی‌ها، ۱۵(۱)، ۲۰۱-۲۱۸.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

محیط‌های شور و قلیایی شناخته شده است که می‌تواند شوری خاک را به سطح مناسبی تقلیل دهد.

کاربرد هورمون‌های گیاهی نیز می‌تواند یکی دیگر از روش‌های بهبود رشد و نمو گیاهان در شرایط تنش‌زای محیطی باشد که منجر به کاهش غلظت یون سدیم در اندام‌های هوایی و ریشه می‌گردد (Iqbal & Ashraf, 2013). هورمون‌ها، عهده‌دار تنظیم و هماهنگی فرآیندهایی هستند که در قسمت‌های مختلف گیاهان صورت می‌گیرند (Neamat Mohammed *et al.*, 2021). به‌عنوان مثال Abdel Latef و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده کردند محلول پاشی با ایندول-۳-استیک اسید (IAA) به دلیل افزایش جذب یون‌های کلسیم، پتاسیم، منیزیم و قندهای محلول می‌تواند صفات رشدی باقلا (*Vicia faba* L) را در شرایط تنش شوری بهبود بخشد. Yildirim و همکاران (۲۰۰۸)، نیز کاربرد خارجی جیبرلیک اسید را به‌عنوان یکی از راهکارهای بهبود آثار تنش شوری بیان کردند.

یکی دیگر از عوامل مهمی که امروزه موجب افزایش شوری و تجمع یون‌ها در خاک می‌گردد استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی می‌باشد که سبب ایجاد سمیت عناصر در خاک شده و اختلالاتی در رشد و نمو گیاه ایجاد می‌کند (Khoshgoftarmanesh, 2007). بنابراین، برای کنترل میزان شوری خاک و تأثیرات منفی آن بر عملکرد و کیفیت میوه، باید غلظت عناصر موجود در محلول غذایی را متناسب با نیاز گیاه کاهش داد. با این روش، می‌توان تا حد ممکن شوری خاک را مدیریت و از کاهش عملکرد و کیفیت میوه جلوگیری کرد.

گیاه فلفل در طول دوره رشد خود به‌صورت مستمر تولید ساقه و برگ جدید می‌نماید و از رشد نامحدودی برخوردار است اما با قرار گرفتن در شرایط تنش‌زا رشد آن کاهش می‌یابد، بنابراین جهت ایجاد تعادل و افزایش کیفیت محصول، هرس فلفل گلخانه‌ای ضروری به نظر می‌رسد (Peyvast, 2005). مطالعات متعدد بر نقش

فلفل دلمه‌ای بانام علمی *Capsicum annuum* L. گیاهی علفی و یک‌ساله از خانواده Solanaceae و یکی از سبزی‌های مهم میوه‌ای است که تقاضای جهانی برای افزایش تولید آن نیازمند چندین استراتژی جهت بهبود مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌باشد تا بتوان با بهره‌گیری از آن‌ها عملکرد و کیفیت محصول را بهبود بخشید (Jimenez-Garcia *et al.*, 2014; Ghanbari *et al.*, 2021).

بسیاری از عوامل زنده و غیرزنده در کاهش تولید و کیفیت فلفل نقش دارند که یکی از این عوامل تنش شوری می‌باشد. تنش شوری به‌طورجدی رشد و نمو فلفل را به‌عنوان یک گیاه حساس یا بسیار حساس به شوری محدود می‌کند (Bojórquez-Quintal *et al.*, 2014)، همچنین شوری خاک و آب از محدودیت‌های اصلی در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (Zaman *et al.*, 2018). در خاک‌های شور به دلیل وجود بیش‌ازحد یک یا چند عنصر غذایی در محلول خاک تعادل تغذیه‌ای گیاه به‌هم‌خورده و مصرف کودهای شیمیایی در خاک‌های شور ممکن است تأثیر فزاینده یا کاهنده بر عملکرد محصول داشته باشد (Homae & Schmidhalter, 2008).

یکی از روش‌های کاهش و یا رفع مشکل شوری بهره‌گیری از ترکیبات ضد نمک به علت اثرات مثبت چنین ترکیباتی روی بسیاری از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله SAR^1 , pH^2 , EC^3 , ESP^4 است که منجر به بهبود در دسترس بودن مواد مغذی در گیاهان و همچنین افزایش دسترسی آب و روابط بین گروه‌های فنلی و کربوکسیلیک می‌شود (Homae & Schmidhalter, 2008). سال-فیت (Sal-Fit) که نوعی پلی‌هیدروکسی کربوکسیلیک کلسیم می‌باشد امروزه به‌عنوان یک محلول تجاری ضد نمک برای

³ Electrical Conductivity

⁴ Exchangeable Sodium Percentage

¹ Sodium Adsorption Ratio

² power of Hydrogen

به‌منظور حفظ شکل و موقعیت مطلوب گیاهان انجام گرفت. آبیاری نیز به‌صورت استفاده از نوار تیپ انجام شده بود تا آب به‌طور مناسب در اختیار گیاهان قرار گیرد.

پیش از شروع پژوهش، خاک و آب محل برای تعیین میزان EC مورد آزمایش قرار گرفت و طبق نتایج EC خاک ۷/۵ و EC آب ۱/۹۵ دسی زیمنس بر متر گزارش شد، لذا از دستگاه تصفیه آب با EC خروجی برابر با ۱۲۸/۶ میکرو زیمنس استفاده شد و دو مرحله آبشویی سنگین انجام گرفت. برای کنترل شوری خاک تیمار سال-فیت با محلولی بر پایه‌ی پلی‌هیدروکسی کربوکسیلیک کلسیم (MORERA اسپانیا)، به‌صورت کودآبیاری به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در ۳ مرحله آبیاری گلخانه اعمال گردید.

محلول‌پاشی اکسین (شرکت شیمی آزمون سپاهان) و جیبرلین (شرکت فاین آگروکمیkal انگلستان) هر یک در غلظت ۱۰ میکرو مولار و در ترکیب با یکدیگر بافاصله زمانی ۲۴ ساعت روی بوته‌های موردنظر فلفل دلمه‌ای در مرحله میوه بندی، زمانی که ۵۰ درصد میوه‌ها به‌اندازه فندق بودند اعمال شد و در انتهای آزمایش اثر متقابل آن‌ها بر صفات بررسی شد. برای تهیه غلظت موردنظر هورمون‌ها، از روش رقیق‌سازی متوالی استفاده شد. با توجه به اینکه هورمون‌ها به‌راحتی در آب حل نمی‌شوند، برای حل کردن آن‌ها به حلال خاصی نیاز بود. در این آزمایش، از هیدروکسید پتاسیم (KOH) برای حل کردن اکسین و جیبرلین استفاده شد. ابتدا ۵ گرم KOH در مقداری آب مقطر حل شد و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. این محلول در یخچال نگهداری می‌شد و هر بار برای حل کردن هورمون‌ها، ۴ تا ۵ میلی‌لیتر از آن مورد استفاده قرار می‌گرفت.

برنامه تغذیه‌ای ریشه گیاهان بر اساس نیاز کل گلخانه به‌صورت کودآبیاری انجام می‌شد و همه بوته‌ها میزان یکسانی از مواد غذایی را دریافت می‌کردند. همچنین عناصر ریزمغذی برحسب نیاز گیاه در هفته یک یا دو بار بر روی بوته‌ها محلول‌پاشی می‌شدند، تیمار

مثبت هرس محصولات گلخانه‌ای تأکید دارد به‌طور مثال نتایج آزمایشی نشان داد که اندازه و کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای با هرس افزایش می‌یابد (Roosta *et al.*, 2020).

لذا با توجه به مشکلاتی که تنش شوری در گلخانه‌ها ایجاد می‌کند که یکی از دلایل آن مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی است در این پژوهش به بررسی اثر تیمارهای سال-فیت، اکسین + جیبرلین، کاهش ۲۵ درصدی محلول غذایی و هرس به‌منظور افزایش کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای در شرایط شوری پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۴۰۰ در گلخانه‌ای در شهرستان تیران، واقع در ۴۵ کیلومتری استان اصفهان با متوسط دمای روز ۲۶-۲۸ درجه سانتی‌گراد و دمای شب ۱۶-۱۸ درجه سانتی‌گراد در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. بذور فلفل دلمه‌ای قرمز گلخانه‌ای، رقم "۸۱۰۸ وستلند" (شرکت وستلند هلند) در بستر پیت ماس و پرلایت در سینی‌های نشاء، کشت و حدود سه هفته بعد، زمانی که نشاءها به مرحله‌ی ۴-۶ برگ حقیقی رسیدند به بستر اصلی گلخانه (کشت خاکی) با سطح زیر کشت ۳۰۰ مترمربع و تراکم ۲/۵ بوته در هر مترمربع با حفظ دو ساقه در هر گیاه انتقال داده شدند. تیمارها شامل: کاربرد سال-فیت (پلی‌هیدروکسی کربوکسیلیک کلسیم)، محلول‌پاشی با اکسین + جیبرلین، کاهش ۲۵ درصدی غلظت محلول غذایی، هرس میوه و محلول غذایی معمول گلخانه (به‌عنوان شاهد) می‌باشد.

تیمارهای موردنظر روی تعداد ۱۵۰ بوته در یک پشته (دو ردیف) اعمال گردید به این صورت که پشته‌ی موردنظر به ۱۵ قسمت ۱۰ تایی برای هر تیمار با در نظر گرفتن ۳ تکرار تقسیم و جداگانه نوارکشی و نام‌گذاری شد. پس از استقرار مناسب گیاهان فلفل دلمه‌ای در زمین اصلی، ساقه‌های آن‌ها به‌طور منظم به نخ‌های مرتبط با سیم‌های نگه‌دارنده بسته شدند. این کار

مدت ۴ هفته مورد بررسی قرار گرفت، برای این منظور با بازدید روزانه تعداد گل‌های ریزش کرده شمارش و یادداشت شد. به محض پدیدار شدن هاله‌های رنگ در میوه‌ها تاریخ شروع رنگ اندازی برای تک‌تک بوته‌ها در هر تیمار در گلخانه ثبت شد و برای ثبت زمان رسیدگی، میوه‌های هاله‌دار ربان بسته شد تا بازه زمانی بین ایجاد هاله رنگی و رسیدگی مشخص و ثبت شود. پس از مشاهده رنگ‌پذیری تقریباً کل میوه به‌عنوان شاخص رسیدگی، زمان ثبت و میوه‌ها برداشت شد. به‌طور متوسط اولین برداشت میوه‌ها به‌صورت رنگ کامل حدود ۱۲۰ الی ۱۳۰ روز از زمان کاشت بذر بود که از این زمان به بعد تقریباً هر هفته برداشت صورت می‌گرفت. سفتی میوه توسط دستگاه سفتی سنج (مدل OSK-I-10576) اندازه‌گیری شد، به این صورت که سر مخروطی آن تا عمق ۱۱ میلی‌متری در میوه نفوذ و در ۳ قسمت از ساقه‌گاه، وسط و گلگاه میوه با دست فشار داده‌شده و میزان فشار دستگاه برحسب کیلوگرم از روی صفحه دستگاه قرائت شد (Wubs *et al.*, 2009).

محتوای نسبی آب میوه با روش Ritchie و Nguyen (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) از دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی (K-0032, Japan) استفاده شد، برای این کار ابتدا آب میوه‌ها توسط دستگاه آب میوه‌گیر گرفته شد، سپس یک قطره از آب میوه روی حس‌گر دستگاه ریخته و میزان TSS به‌صورت درجه بریکس در دمای اتاق قرائت شد (Seifi *et al.*, 2011; Sajadi & Alvandi, 2015). درصد اسیدیته قابل تیتراسیون از طریق تیتر نمودن عصاره میوه با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH نهایی ۸/۲ و بر اساس غالبیت اسیدسیتریک اندازه‌گیری شد (Moller, 2001). برای بیان شاخص طعم میوه از فرمول TSS/TA استفاده می‌شود که این رابطه همبستگی مثبتی با کیفیت خوراکی میوه دارد و در آن TSS مواد جامد محلول و TA اسیده‌های آلی برحسب درصد در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره هست (Abbas Marhoon & Kadheem, 2015). برای اندازه‌گیری عناصر برگ گیاه از

کاهش محلول غذایی به صورتی اعمال شد که در هر بار کوددهی (محلول‌پاشی و کودآبیاری) به غلظت توصیه‌شده توسط کارشناس تغذیه گلخانه، مقدار ۲۵ درصد آب اضافه شد و سپس محلول‌پاشی یا کودآبیاری با محلول جدید انجام می‌گرفت.

برای تیمار هرس پس از ظهور میوه‌ها با نگاه‌داشتن تعداد ۷-۵ میوه در هر بوته و حذف بقیه میوه‌ها (زمانی که به‌اندازه یک فندق رسیدند) صورت گرفت. برگ‌های مسن پایین گیاه نیز مرتب قطع می‌شدند تا بوته‌ها گردش هوا و نور بیشتری را دریافت کنند، از طرفی این برگ‌ها بیشتر به‌عنوان مصرف‌کننده هستند. (قابل‌ذکر است که تیمار اکسین + جیبرلین، تغذیه و هرس با توجه به تحقیقات قبلی انجام‌شده بر فلفل دلمه‌ای انتخاب‌شده است (Haghighi *et al.*, 2019; Moosavi, 2020; Parniani Fard, 2020).

صفات موردبررسی و نحوه‌ی اندازه‌گیری

پس از رسیدن میوه‌ها به‌اندازه مناسب و رنگ گرفتن بیش از ۷۰ درصد آن‌ها، برداشت صورت گرفت و اندازه‌گیری‌های ذیل انجام و ثبت شد.

وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و با واحد گرم بیان شد، پس از شکافتن میوه، وزن بذرهای آن با بافت پنبه‌ای، توسط دستگاه ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری و ثبت شد. در برداشت آخر طول و قطر میوه‌هایی که برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شدند، با کولیس اندازه‌گیری و با واحد میلی‌متر بیان گردید. تعداد میوه‌های هر بوته در طی آزمایش اندازه‌گیری و با ضرب وزن میوه‌های برداشت‌شده در تعداد میوه‌های هر بوته عملکرد میوه به ازای هر بوته به دست آمد. حجم فلفل‌ها بر اساس میزان جابه‌جایی آب اندازه‌گیری شد، به این صورت که تک‌تک میوه‌ها در بشر یک لیتری لبریز از آب فروبرده شده و با اندازه‌گیری حجم آب خارج‌شده با استفاده از استوانه مندرج، حجم میوه برحسب سانتی‌متر مکعب به دست آمد (Parniani Fard, 2020). درجه ۱، ۲ و ۳ بودن نیز بر اساس شکل نامنظم و وزن پایین میوه‌ها در گلخانه مشخص گردید. بعد از اعمال تیمارها، ریزش گل‌ها به

تقسیم و طویل شدن سلول‌ها و فعالیت مریستم آپیکال و یا به دلیل کاهش جذب آب باشد. در پژوهشی غلظت-های مختلف ایندول استیک اسید (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ مول بر میلی‌لیتر) روی گیاهان فلفل دلمه‌ای مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد غلظت ۱۰۰ مول بر میلی‌لیتر ایندول استیک اسید بهترین نتیجه را در عملکرد میوه، وزن میوه و قطر میوه داشت و ریشه‌های جانبی را نیز افزایش داد (Heuvelink & Buiskool, 1995). در حالی که در پژوهش حاضر تیمار اکسین + جیبرلین به مقدار کمتری نسبت به سایر تیمارها منجر به بهبود صفات رشدی شد. به نظرمی رسد که تأثیر تنش شوری بر شاخص‌های رشدی گیاه بیشتر از تأثیر کاربرد اکسین + جیبرلین بوده و مانع اثر بهینه این هورمون‌ها بر رشد شده است.

بیشترین عملکرد در بوته‌های تحت تیمار سال-فیت با ۴۶۰۰ گرم میوه در هر بوته و کمترین عملکرد در تیمار شاهد با حدود ۴۰۰ گرم میوه در هر بوته مشاهده شد (شکل ۲). در پژوهشی اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های رشدی گیاه فلفل نشان داد که افزایش شوری توسعه ساقه‌های جانبی، اندازه برگ، میوه و دانه را کاهش می‌دهد، وزن خشک و تر را نیز در قسمت‌های گیاه محدود می‌کند و در نهایت کاهش همی این پارامترها منجر به کاهش عملکرد فلفل می‌گردد (Shayesteh *et al.*, 2011)، که این نتایج همسو با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد که نشان داد کمترین میزان رشد و عملکرد فلفل دلمه‌ای در تیمار شاهد و بیشترین میزان عملکرد در زمان استفاده از سال-فیت است.

روش خاکستر گیری خشک استفاده شد و در نهایت مقدار نیتروژن کل با دستگاه کلدال و مقدار کلسیم به وسیله دستگاه فلیم فتومتر (مدل PFP7) قرائت و میزان آن‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گزارش شد (Parniani Fard, 2020).

آنالیز داده‌ها

پس از اندازه‌گیری شاخص‌های ذکر شده، داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

استفاده از سال-فیت تأثیر قابل توجهی بر افزایش طول، قطر و حجم میوه داشت به طوری که بیشترین طول و قطر میوه به ترتیب ۸/۸۵ و ۸/۳۵ سانتی‌متر در بوته‌های آبیاری شده با سال-فیت مشاهده گردید و پس از سال-فیت کاهش ۲۵٪ محلول غذایی نسبت به سایر تیمارها در بهبود این صفات مؤثرتر عمل نمود (جدول ۱).

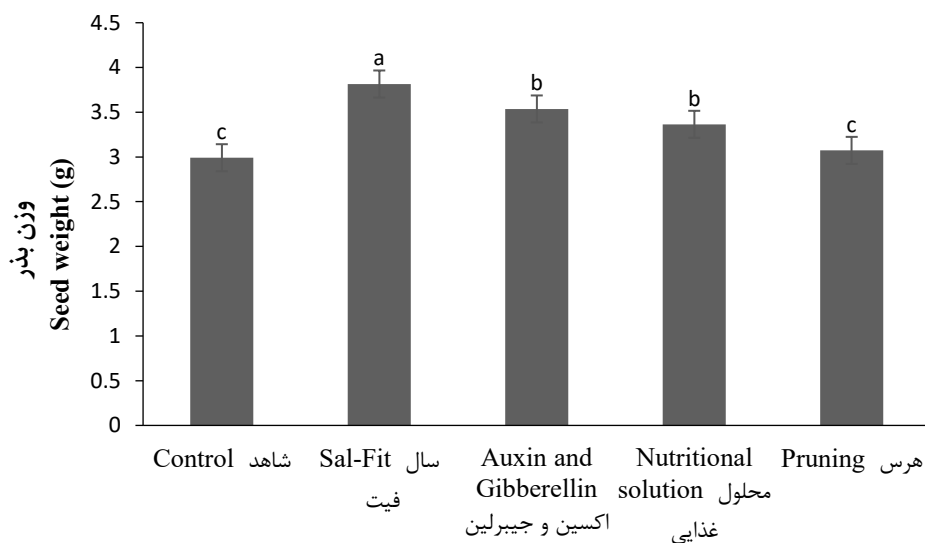
بیشترین وزن بذر نیز در تیمار با سال-فیت به میزان ۳/۸۱ گرم و کمترین وزن بذر مربوط به تیمار شاهد به میزان ۲/۹۹ گرم می‌باشد (شکل ۱). در پژوهش Haghghi و Naghavi (۲۰۱۹)، مشاهده شد که در شرایط شوری (۵۰ میلی مولار کلرید سدیم) صفات رشدی فلفل کم شد اما استفاده از کلسیم با کاهش اثرات ناشی از تنش شوری منجر به بهبود صفات رشدی فلفل دلمه‌ای گردید؛ که با نتایج حاصل از پژوهش ما مطابقت می‌کند، در پژوهش حاضر نیز کمترین مقدار رشد و عملکرد در تیمار شاهد مشاهده شد ولی سال-فیت که نوعی پلی‌هیدروکسی کربوکسیلیک کلسیم است توانست با کنترل شوری محیط صفات رشدی فلفل دلمه‌ای را بهبود بخشد. کاهش رشد در شرایط شور ممکن است به دلیل تجمع زیاد یون سدیم در گیاه و کاهش فرآیندهای آنزیمی و سنتز پروتئین باشد (Tester & Davenport, 2003). Akladious و Mohamed (۲۰۱۸) بیان کردند که کاهش رشد گیاهان در شرایط شور ممکن است به دلیل کاهش در

جدول ۱- اثر تیمارهای آزمایش روی ویژگی‌های فیزیکی فلفل دلمه‌ای
 Table 1-The effect of experimental treatments on physical characteristics of bell peppers

تیمارها	طول میوه	قطر میوه	حجم میوه	وزن بذر	ریزش گل‌ها	شروع رنگ اندازی	زمان رسیدن	سفتی ساقه گاه	سفتی وسط	سفتی گلگاه
Treatment	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit volume (cm ³)	Seed weight (g)	Abscission of flowers	Start coloring (Day after start treatments)	Ripening time (Day after start treatments)	Firmness of stem end (Newton)	Firmness of fruit (Newton)	Firmness blossom end (Newton)
شاهد Control	8.06 ^{bc}	7.12 ^b	235.00 ^c	2.99 ^c	4.75 ^a	35.20 ^a	50.36 ^a	2.78 ^c	2.53 ^c	2.96 ^c
سال-فیت Sal-Fit	8.85 ^a	8.35 ^a	358.33 ^a	3.81 ^a	1.66 ^d	31.13 ^{ab}	49.00 ^a	3.33 ^a	3.18 ^a	3.60 ^a
اکسین و جیبرلین Auxin and Gibberellin	8.16 ^{bc}	7.25 ^b	243.30 ^c	3.53 ^b	3.06 ^b	33.10 ^{ab}	41.93 ^b	2.93 ^b	2.87 ^b	3.14 ^b
محلول غذایی Nutritional solution	8.56 ^{ab}	8.05 ^a	313.67 ^b	3.36 ^b	2.63 ^c	23.30 ^b	41.56 ^b	2.93 ^b	2.51 ^c	3.04 ^{bc}
هرس Pruning	7.74 ^c	7.40 ^b	266.50 ^c	3.07 ^c	1.80 ^d	35.23 ^a	33.40 ^c	2.76 ^c	2.46 ^c	3.03 ^c

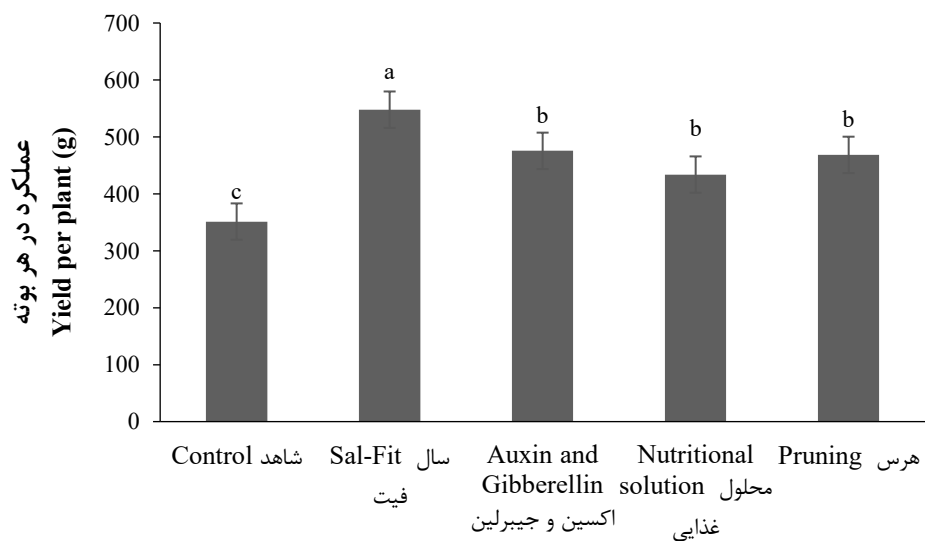
*در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

*In each column, means followed by the same letters are not significantly different according LSD test ($p < 0.05$).



شکل ۱- اثر تیمارها بر وزن بذر. (میانگین‌های \pm خطای استاندارد) دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 1- The effect of treatments on seed weight (Means (\pm SE) followed by the same letters are not significantly different according LSD test ($p<0.05$)).



شکل ۲- اثر تیمارها بر عملکرد (میانگین‌های \pm خطای استاندارد) دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 2- The effect of treatments on yield (Means (\pm SE) followed by the same letters are not significantly different according LSD test ($p<0.05$)).

زمان شروع رنگ اندازی مربوط به این تیمار می‌باشد (جدول ۱). هرس ۷-۵ میوه در بوته موجب کاهش زمان رسیدن میوه فلفل دلمه‌ای رقم "وستلند" تحت تنش شوری شد. همچنین محلول پاشی با اکسین + جیبرلین در غلظت‌های معین و کاهش محلول غذایی تحت تنش شوری خاک موجب کاهش زمان رسیدگی میوه گردید، اما به نظر می‌رسد که استفاده از سال-فیت تأثیری روی زمان رسیدگی میوه نداشته است (جدول ۱). Marcelis و همکاران (۲۰۰۴) مشاهده کردند زمانی که فقط یک شاخه برای بوته در نظر گرفتند یعنی در واقع میوه کمتری را نگه داشتند منجر به افزایش قابل توجهی میوه‌های بزرگ و زودرس شد نسبت به زمانی که چهار شاخه نگه داشتند؛ که مطابق با نتایج این پژوهش می‌باشد. در پژوهش Mohammadi و همکاران (۲۰۱۸) عنوان شد که کاربرد خارجی هورمون جیبرلین به تنهایی قبل از برداشت رسیدن میوه را شش روز به تأخیر انداخت و به حالت سبز روی بوته نگه داشت.

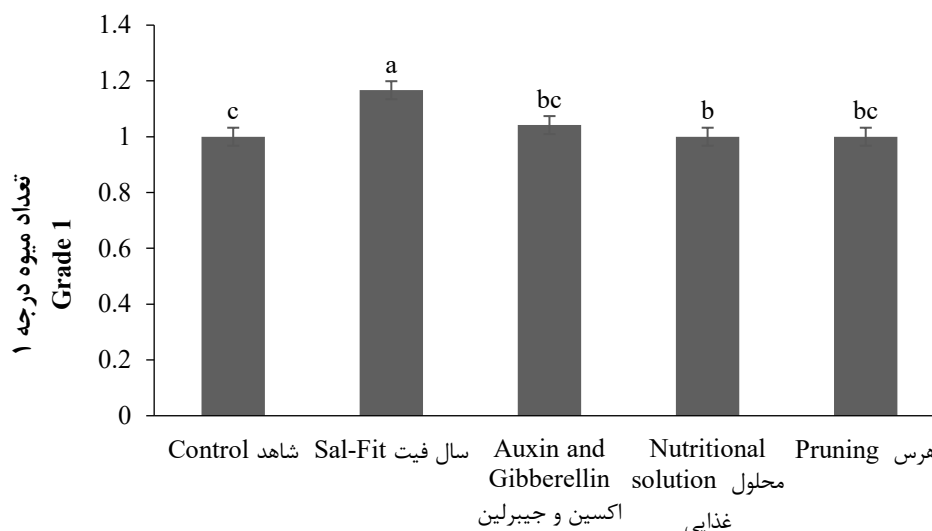
بیشترین سفتی میوه در تیمارهای سال-فیت و اکسین + جیبرلین مشاهده شد. بیشترین سفتی وسط میوه با مقدار ۳/۱۸ نیوتن مربوط به تیمار سال-فیت است. در حالی که تیمارهای هرس و کاهش محلول غذایی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان ندادند (جدول ۱). با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که تیمار ضد شوری با اثر بر میزان کلسیم شاخساره به طور غیرمستقیم باعث افزایش سفتی میوه شده است زیرا افزایش میزان کلسیم در دیواره سلولی میوه‌ها می‌تواند استحکام بافت را بیشتر کرده و شیوع عارضه‌های فیزیولوژیک را کاهش دهد (Capdeville *et al.*, 2003). در پژوهش Paixão و همکاران (۲۰۲۰) نیز مشاهده شد که استفاده کلسیم موجب بهبود سفتی فلفل شد، به طوری که میوه‌های تیمار شده با کلسیم پس از نه روز سفتی مطلوبی نسبت به شاهد داشتند. Khaldbarin و Islamzadeh (۲۰۰۳) به این نتیجه رسیدند که با افزایش حجم میوه در اثر تیمار جیبرلین میزان تعرق از سطح میوه افزایش یافته و بدین وسیله

تیمار هرس، (۷-۵ میوه در بوته) کمترین میزان ریزش گل را نسبت به سایر تیمارها نشان داد و پس از آن کاربرد سال-فیت به صورت کودآبیاری در زمین تحت تنش شدید شوری باعث کاهش ریزش گل شد در حالی که اکسین + جیبرلین پس از تیمار شاهد بیشترین میزان ریزش را نشان داد (جدول ۱). گل‌ها مخازن بسیار قوی در جذب آسیمیلات‌ها به شمار می‌روند. قدرت مخزن به تعداد اندام‌های در حال رقابت بر سر آسیمیلات‌ها بستگی دارد. با حذف برگ‌های کاملاً رشد کرده که در واقع حکم مخزن را دارند و به همراه حذف گل و میوه (هرس) قدرت مخزن کاهش می‌یابد و نسبت منبع به مخزن زیاد می‌شود؛ که افزایش این نسبت باعث افزایش انتقال مواد غذایی به سمت گل‌ها و کاهش ریزش آن‌ها می‌شود (Marcelis *et al.*, 2004). نتایج پژوهش Moosavi و همکاران (۲۰۲۳) نیز نشان داد که هرس ۱۰ درصدی بوته‌های فلفل دلمه‌ای موجب بهبود عملکرد فلفل شد. که مطابق با نتایج این پژوهش می‌باشد. در پژوهش Ghanbari و همکاران (۲۰۱۶) مشاهده کردند که شوری ۱۵۰ میلی مولار موجب ریزش برگ و گل می‌شود، آن‌ها کاهش صفات رشدی و عملکرد را در شرایط تنش شوری مربوط به ریزش و کاهش سطح برگ می‌دانستند که مطابق با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد که بیشترین ریزش در تیمار شاهد و کمترین آن پس از هرس در تیمار با سال-فیت به دلیل کاهش اثرات شوری می‌باشد. Ghosh و همکاران (۲۰۱۳) به این نتیجه رسیدند که ریزش تحت تأثیر عوامل هورمونی نیز بیشتر به دلیل دو هورمون اکسین و اتیلن اتفاق می‌افتد. اکسین تولیدشده از میوه‌های کوچک تازه تشکیل شده از انتقال قطبی اکسین از سایر گل‌ها و میوه‌هایی که بعد تشکیل می‌شوند ممانعت می‌کند، غلظت این هورمون در ناحیه اتصال دمگل به ساقه افزایش یافته و با رسیدن به حد آستانه سبب تحریک تولید اتیلن و در نهایت ریزش گل و میوه می‌شود (Marcelis *et al.*, 2004) بر اساس نتایج پژوهش حاضر هرس میوه تأثیر معنی‌داری از لحاظ آماری بر زمان شروع رنگ اندازی میوه نسبت به شاهد نداشت، اما به طور کلی بیشترین

حاصل از این پژوهش کاربرد هیچ‌یک از تیمارهای سال-فیت، اکسین + جیبرلین، کاهش محلول غذایی و هرس از لحاظ آماری تأثیر معنی‌داری بر تعداد میوه درجه ۲ نداشت (شکل ۴). بیشترین تعداد میوه درجه ۳ در تیمار شاهد مشاهده شد و سایر تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۵).

انتقال کلسیم به درون میوه بهبود خواهد یافت و میوه استحکام بیشتری خواهد داشت.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین میوه درجه ۱ در تیمار سال-فیت مشاهده شد، محلول‌پاشی اکسین + جیبرلین روند رو به افزایشی نشان داد ولی نسبت به شاهد اختلاف زیادی نداشت (شکل ۳). با توجه به نتایج



شکل ۳- اثر تیمارها بر تعداد میوه درجه ۱ (میانگین‌های \pm خطای استاندارد) دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

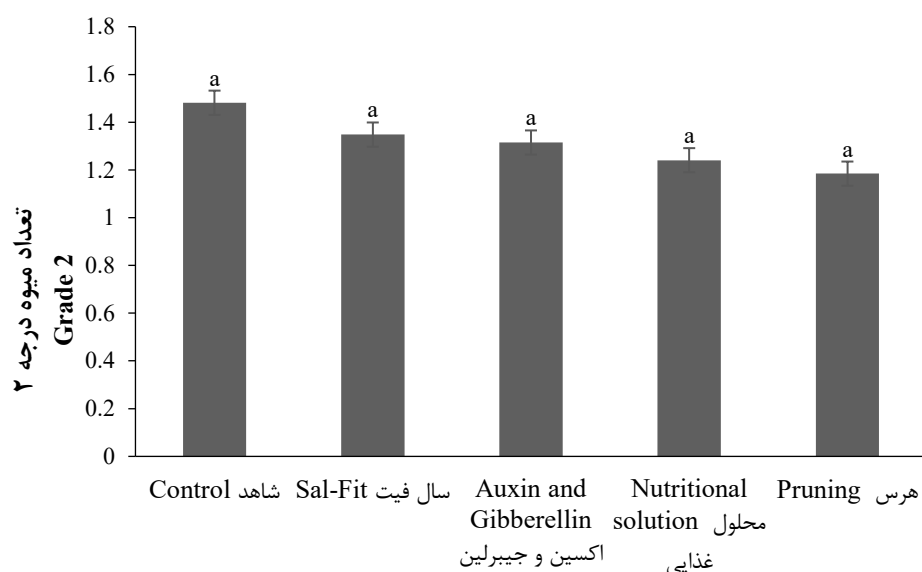
Figure 3- The effect of treatments on the number of grade 1 fruits (Means \pm SE) followed by the same letters are not significantly different according LSD test ($p < 0.05$).

شاهد گردید که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. کاهش درصد محتوای آب ریشه و برگ در گیاه فلفل با اعمال تنش شوری و کم آبیاری توسط Salarian و همکاران (۲۰۱۸) بیان شده است، آن‌ها عنوان کردند که شوری می‌تواند از طریق کاهش جذب آب به‌وسیله ریشه‌ها، کاهش انتقال آب به میوه و افزایش غلظت نمک‌های محلول، سبب کاهش محتوای آب و کیفیت میوه شود.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر حاکی آن است که مقدار مواد جامد محلول، اسید آلی و نسبت آن‌ها به یکدیگر (طعم میوه) در تیمارهای شاهد، هرس، محلول غذایی، اکسین + جیبرلین و سال-فیت یک سیر صعودی را نشان داده است.

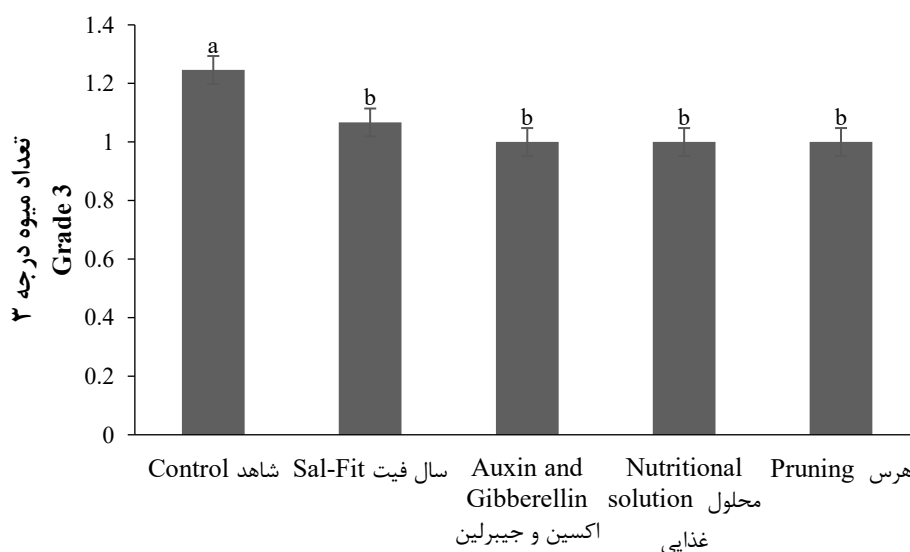
تأثیر تیمارها بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی فلفل دلمه‌ای

در پژوهش حاضر شوری خاک باعث کاهش محتوای نسبی آب میوه در گیاه فلفل شد به‌طوری‌که کمترین محتوای آب نسبی در تیمار شاهد مشاهده شد اما کاربرد سال-فیت باعث بهبود محتوای نسبی آب میوه گردید و تیمارهای هرس و کاهش محلول غذایی با یکدیگر از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را برای صفت محتوای نسبی آب میوه نداشتند (جدول ۲). در پژوهش Haghghi و Naghavi (۲۰۱۹) تنش شوری منجر به کاهش محتوای آب نسبی برگ شد اما تیمار با کلسیم موجب بهبود محتوای آب نسبی نسبت به



شکل ۴- اثر تیمارها بر تعداد میوه درجه ۲ (میانگین‌های (±خطای استاندارد) دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 4- The effect of treatments on the number of grade 2 fruits (Means (±SE) followed by the same letters are not significantly different according LSD test ($p<0.05$)).



شکل ۵- اثر تیمارها بر تعداد میوه درجه ۳ (بدشکل) (میانگین‌های (±خطای استاندارد) دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 5- The effect of treatments on the number of grade 3 fruit (deformed) (Means (±SE) followed by the same letters are not significantly different according LSD test ($p<0.05$)).

مقدار اسید آلی مربوط به تیمار شاهد با ۱/۳۱ میلی‌گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره و بیشترین مقدار اسید

تیمار سال-فیت منجر به افزایش ۴۲ درصدی مواد جامد محلول نسبت به شاهد گردید همچنین کمترین

به نظر می‌رسد که در پژوهش حاضر استفاده از سال-فیت با بهبود شرایط فتوسنتزی گیاه توانسته است موجب افزایش طعم میوه گردد.

تأثیر تیمارها بر میزان نیتروژن و کلسیم فلفل دلمه‌ای

در تیمار سال-فیت و اکسین + جیبرلین مقدار نیتروژن شاخساره افزایش یافت و بیشترین تأثیر مربوط به تیمار سال-فیت بود (شکل ۶). در پژوهشی اثر محیط شور ریشه را بر جذب نیترات و پتاسیم گیاه رز مورد ارزیابی قرار دادند، یافته‌ها نشان داد که جذب نیترات توسط گیاه به گونه‌ای منفی تحت تأثیر غلظت NaCl قرار می‌گیرد (Meena et al., 2013). با توجه به پژوهش‌ها به نظر می‌رسد استفاده از سال-فیت رقابت بین یون‌های Cl^- و NO_3^- را کاهش داده و موجب افزایش جذب نیتروژن توسط ریشه گیاه می‌شود و به این ترتیب نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته که موجب افزایش عملکرد گیاه در شرایط تنش شوری خاک می‌گردد.

میزان کلسیم شاخساره نیز به شدت تحت تأثیر سال-فیت قرار گرفت در حالی که سایر تیمارها تأثیر قابل توجهی را بر میزان کلسیم شاخساره نداشتند، تیمار کاهش محلول غذایی نیز تأثیر منفی بر میزان کلسیم شاخساره داشت به طوری که موجب کاهش میزان کلسیم شاخساره نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲). Gebauer و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که جذب و انتقال کلسیم به تمام اندام‌های گیاهی با افزایش شوری، کاهش می‌یابد زیرا شوری منجر به تغییر در تعادل کاتیونی گیاه می‌شود. طبق نتایج نمودار عنکبوتی بیشترین عملکرد و حجم میوه در تیمار سال-فیت و تغذیه محلول غذایی مشاهده شد و سایر صفات روند یکسانی داشتند و بهترین تأثیر به ترتیب در تیمارهای سال-فیت، اکسین + جیبرلین، هرس و کاهش غلظت محلول غذایی دیده شد (شکل ۷).

آلی مربوط به تیمار سال-فیت با ۱/۴۲ میلی‌گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره است. با توجه به نتایج، بین تیمار هرس و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری برای مقدار اسید آلی میوه مشاهده نشد در مقابل استفاده از تیمار هورمون موجب افزایش اسید آلی میوه شده است و تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان می‌دهد (جدول ۲).

Mohammadi و همکاران (۲۰۱۸) در آزمایشی که روی بوته‌های فلفل دلمه‌ای انجام دادند متوجه شدند که محلول‌پاشی هورمون جیبرلین اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری روی صفت مواد جامد محلول نشان نداد. در حالی که Eliyasi Moghaddam و همکاران (۲۰۱۵) بوته‌های خربزه را در سه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی-گرم در لیتر اکسین محلول‌پاشی کردند و مشاهده کردند با افزایش غلظت اکسین مقدار مواد جامد محلول افزایش یافت به طوری که بیشترین مواد جامد محلول مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اکسین بود؛ که مطابق با نتایج پژوهش حاضر در زمان استفاده از اکسین + جیبرلین، مواد جامد محلول نسبت به شاهد افزایش یافت. در تیمار اکسین + جیبرلین طعم میوه، نسبت به شاهد افزایش یافت زیرا زمانی که از هورمون‌ها استفاده شد نسبت میزان مواد جامد محلول به اسید آلی میوه بیشتر و بنابراین طعم مطلوب ایجاد شد (جدول ۲). Raghani و همکاران (۲۰۱۶) نیز بیان کردند اسید جیبرلیک نقش مستقیمی بر تجمع ترکیبات متابولیکی در میوه دارد؛ بنابراین TSS میوه را افزایش می‌دهد؛ که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. Serio و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که اگرچه شوری باعث کاهش عملکرد گوجه‌فرنگی می‌شود اما کیفیت میوه آن (طعم بهتر میوه) افزایش می‌یابد که این برخلاف نتایج ما می‌باشد. Zayton و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که تجمع بیش از حد یون‌ها در تنش شوری موجب کاهش فعالیت فتوسنتزی و تولید کمتر کربوهیدرات می‌گردد که در نتیجه موجب کاهش طعم میوه می‌گردد.

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایش روی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی و عناصر معدنی فلفل دلمه‌ای

Table 2-The effect of experimental treatments on some physiological characteristics and mineral elements of bell peppers

تیمارها Treatments	محتوای نسبی آب میوه Relative water content of fruit (%)	مواد جامد محلول TSS (°Brix)	اسید آلی TA (%)	مواد جامد محلول/اسیدهای آلی TSS/TA (°Brix/%)	نیتروژن Nitrogen (mg.100g ⁻¹ DW)	کلسیم Calcium (mg.100g ⁻¹ DW)
شاهد Control	89.81 ^d	5.60 ^d	1.31 ^d	4.25 ^d	2.43 ^c	541.03 ^b
سال-فیت Sal-Fit	94.74 ^a	8.09 ^a	1.46 ^a	5.52 ^a	3.45 ^a	608.02 ^a
اکسین و جیبرلین Auxin and Gibberellin	91.71 ^c	7.83 ^b	1.42 ^b	5.49 ^{ab}	3.19 ^b	536.38 ^b
محلول غذایی Nutritional solution	92.28 ^b	7.22 ^c	1.39 ^c	5.18 ^c	2.50 ^d	524.13 ^b
هرس Pruning	92.39 ^b	7.18 ^c	1.32 ^d	5.40 ^b	2.57 ^c	543.63 ^b

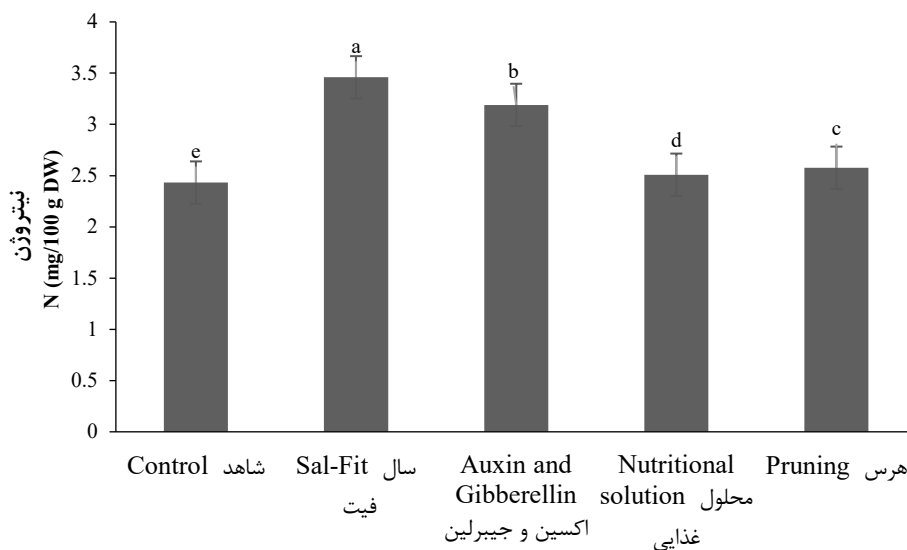
در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند

In each column, means followed by the same letters are not significantly different according LSD test ($p < 0.05$)

نتیجه‌گیری کلی

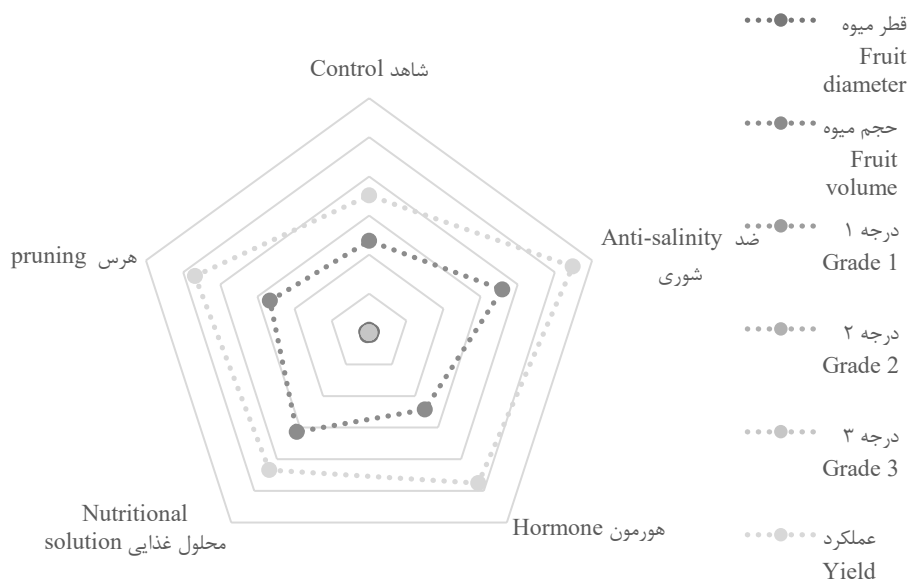
به نظر می‌رسد که استفاده از سال-فیت (پلی هیدروکسی کربوکسیلیک کلسیم) تا حد زیادی مانع از تأثیرات منفی تنش شوری بر اکثر صفات مورد بررسی در این پژوهش از جمله خصوصیات رشدی، عملکرد، میزان سفتی، محتوای آب نسبی، میزان مواد جامد محلول، طعم میوه و غلظت عناصر نیتروژن و کلسیم فلفل دلمه‌ای در این گلخانه شده است و عملکرد محصول را تا حد قابل قبولی افزایش داده است. این کود محلول کمپلکس کلسیم و ترکیبات آلی، اصلاح‌کننده شوری خاک و آب است که با جایگزینی

آنیون‌های معدنی و کاتیون‌ها از قبیل کلرید، بی‌کربنات‌ها، سدیم و غیره با کلسیم باعث آب شویی آن‌ها می‌شود. همچنین برهمکنش این ترکیبات با ماده آلی پلی هیدروکسی کربوسیلات موجب خنثی‌سازی آن‌ها می‌شود و موجب افزایش دسترسی ریشه گیاه به عناصر پرمصرف و کم‌مصرف موردنیاز گیاه در شرایط شوری خاک می‌شود؛ لذا استفاده از آن را می‌توان برای افزایش عملکرد و کیفیت فلفل دلمه‌ای در شرایط تنش شوری پیشنهاد نمود.



شکل ۶- اثر تیمارها بر نیتروژن (میانگین‌های (±خطای استاندارد) دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند).

Figure 6- The effect of treatments on nitroge (Means (±SE) followed by the same letters are not significantly different according LSD test ($p<0.05$)).



شکل ۷- نمودار عنکبوتی اثر تیمارها بر کلیه صفات

Figure 7- Spider figure of all treatment affected measured parameters

References

- Abbas Marhoon, I. & Kadheem Abbas, M. (2015). Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *International Journal of Research Studies in Agricultural Science*, 1(1), 35-44.
- Abdel Latef, A. A. H., Akter, A. & Tahjib-Ul-Arif, M. (2021). Foliar application of auxin or cytokinin can confer salinity stress tolerance in *Vicia faba* L. *Agronomy Journal*, 11(4), 790. doi: [org/10.3390/agronomy11040790](https://doi.org/10.3390/agronomy11040790)
- Akladios, S. & Mohamed, H. (2018). Ameliorative effects of calcium nitrate and humic acid on the growth, yield component and biochemical attribute of pepper (*Capsicum annuum*) plants grown under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 236(16), 244-250. doi: [10.1016/j.scienta.2018.03.047](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.047)
- Bojórquez-Quintal, E., Velarde-Buendía, A., Ku-González, A., Carillo-Pech, M., Ortega, D. & Echevarría-Machado, I. (2014). Mechanisms of salt tolerance in habanero pepper plants (*Capsicum chinense* Jacq.): Proline accumulation, ions dynamics and sodium root-shoot partition and compartmentation. *Frontiers in Plant Science*, 5, 605. doi: [10.3389/fpls.2014.00605](https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00605)
- Capdeville, G. D., Maffia, L. A., Finger, F. L. & Batista, U. G. (2003). Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. *Fitopatologia Brasilira*, 28(4), 380-385. doi: [10.1590/S0100-41582003000400006](https://doi.org/10.1590/S0100-41582003000400006)
- Eliyasi Moghaddam, M., Barzegar, T. & Ghahremani, Z. (2015). Effect of foliar application of naphthalene acetic acid and plant thinning on growth, yield and fruit quality of melon (*Cucumis melo* cv. Khatooni). *Iranian Horticultural Science*, 46, 467-474. (In Farsi). doi: [10.22059/ijhs.2015.55866](https://doi.org/10.22059/ijhs.2015.55866)
- Gebauer, J., El-Siddig, K., Salih, A. & Ebert, G. (2003). Effect of different levels of NaCl-induced salinity on growth, photosynthesis, leaf chlorophyll concentration and ion distribution of *Adansonia digitata* L. seedlings. *Journal of Applied Botany*, 77(3), 103-107.
- Ghanbari, F., Amirinejad, A. A., Sayyari, M. & Kordi, S. I. (2016). Effects of salicylic acid on salinity and alkali resistance in sweet pepper plant (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Plant Research*, 29(1), 130-141.
- Ghanbari, F., Cheraghi, M. & Erfani Moghadam, J. (2021). The effect of kaolin on drought stress tolerance and some physiological responses of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 9(5), 63-75. (In Farsi). doi: [10.22034/iuvs.2020.137652.1122](https://doi.org/10.22034/iuvs.2020.137652.1122)
- Ghosh, S. N., Roy, S. & Bera, B. (2013). Effect of NAA on controlling fruit drop and yield of Banarasi karka cultivar of ber grown in close spacing. *Ecology Environment and Conservation*, 31 (3), 1217-1219.
- Haghighi, M. & Naghavi, B. (2019). Effect of ca and nano-ca spray on reducing the effects of salinity stress on tomato at vegetative growth stage in hydro culture. *Journal of Horticultural Science*, 32(4), 507-518. (In Farsi). doi: [10.22067/jhorts4.v32i4.40107](https://doi.org/10.22067/jhorts4.v32i4.40107)
- Haghighi, M., Ramezani, M. R. & Rajaii, N. (2019). Improving oxidative damage, photosynthesis traits, growth and flower dropping of pepper under high temperature stress by selenium. *Molecular biology reports*, 46(1), 497-503. doi: [10.1007/s11033-018-4502-3](https://doi.org/10.1007/s11033-018-4502-3)
- Heuvelink, E. & Buiskool, R. P. M. (1995). Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. *Annals Botany*, 75(4), 381-389. doi: [10.1006/anbo.1995.1036](https://doi.org/10.1006/anbo.1995.1036)
- Homae, M. & Schmidhalter, U. (2008). Water integration by plants root under non-uniform soil salinity. *Irrigation*

- Science*, 27(1), 83-95. doi: 10.1007/s00271-008-0123-2.
- Iqbal, M. & Ashraf, M. (2013). Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. *Environmental and Experimental Botany*, 86, 76–85. doi: [10.1016/j.envexpbot.2010.06.002](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.06.002)
- Jimenez-Garcia, S. N., Vazquez-Cruz, L., Garcia-Mie, R., Guevara-Gonzalez, I., TorresPacheco, R. V., Ocampo-Velazquez, A. & CruzHernandez, A. A. (2014). Section d: development of biotechnological process changes in the quantity of phenolic compounds in peppers (*Capsicum Annuum* L.) sprinkled with elicitors under cold stress. *Journal of Chemical Biological and Physical Sciences*, 4(5), 11–17.
- Khaldbarin, B. & Islamzadeh, T. (2003). *Mineral nutrition of higher plants* (second edition). Shiraz University Press.
- Khoshgoftarmanesh, A. H. (2007). *Basics of plant nutrition* (first edition). Publishing Center of Isfahan University of Technology. (In Farsi)
- Marcelis, L. F. M., Heuvelink, E., Baan Hofman-Eijer, L. R., Den Bakker, J. & Xue, L. B. (2004). Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *Journal of Experimental Botany*, 55(406), 2261-2268. doi: [10.1093/jxb/erh245](https://doi.org/10.1093/jxb/erh245)
- Meena, V. S., Nambi, E., Kashyap, P. & Meena, K. K. (2013). Naphthalene acetic acid and ferrous sulphate induced change in physic-chemical composition and shelf-life of ber. *Indian Journal of Horticulturae*, 70(1), 37-42.
- Mohammadi, M., Saidi, M. & Khademi, O. (2018). Evaluation of effect of gibberellins and calcium spray in different growth stages on some qualitative and quantitative traits of sweet pepper. *Iranian Horticultural Science*, 48(4), 823-832. (In Farsi). doi: [10.22059/ijhs.2018.211788.1048](https://doi.org/10.22059/ijhs.2018.211788.1048)
- Moller, Z. M. (2001). Plant mitochondria and oxidative stress electron transport NADPLT turnover, and metabolism of reactive oxygen species. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 52, 561-591. doi: [10.1146/annurev.arplant.52.1.561](https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.52.1.561)
- Moosavi, S. F., Haghghi, M. & Parnianifard, F. (2023). Effect of fruit pruning on qualitative and performance indices of two sweet pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 13(1), 61-79. (In Farsi). doi: [10.22034/iuvs.2022.562380.1234](https://doi.org/10.22034/iuvs.2022.562380.1234)
- Moosavi, F. (2020). *Interaction effect of hormones (auxin and gibberellin) and fruit pruning on the growth and yield of two bell pepper cultivars*. Master's. Thesis. Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology, Iran. (In Farsi)
- Neamat Mohammed, T., Jalali-Honarmand, S., Ghobadi, M. E. & Rasaei, A. (2021). Effects of exogenous application of plant hormones on yield and physiological characteristics of pea under supplemental irrigation. *Journal of Vegetables Sciences*, 5(1), 175-190. (In Farsi). doi: [10.22034/iuvs.2021.531953.1167](https://doi.org/10.22034/iuvs.2021.531953.1167)
- Paixão, A., Luiz, F., Júnior, G., Thuyra, P., Fontes, P., Passos Oliveira, A., Carnellosi, M., Simões, A. & Simões, N. (2020). Post-harvest behavior of green peppers after pectin methyl esterase and calcium chloride application. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 32(3), 213-219. doi: [10.9755/ejfa.2020.v32.i3.2086](https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i3.2086)
- Parniani Fard, F. (2020). *Adjusting the source-sink relationship in bell peppers and study the changes in nutrients movement pattern, yield and fruit quality in the low light greenhouse*. Master's. Thesis. Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology, Iran. (In Farsi)

- Peyvast, G. H. (2005). *Vegetables*. Daneshpazir publications. Rasht. pp. 61. (In Farsi)
- Raghani, M., Estaji, A., Bagheri, V. & Aryakia, E. (2016). Effect of salinity stress and salicylic acid on some morphophysiological characteristics of eggplant (*Solanum melongena* var. Taki) in soilless culture. *Science Horticulturae*, 7(3), 77-87. doi: [10.18869/acadpub.ejgcst.7.27.77](https://doi.org/10.18869/acadpub.ejgcst.7.27.77)
- Ritchie, S. W. & Nguyen, H. T. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, 30(1), 105-111. doi: [10.2135/cropsci1990.0011183X003000010025x](https://doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000010025x)
- Roosta, H. R., Mohammadian, F., Raghani, M., Hamidpour, M. & Mirdehghan, S. H. (2020). Effect of nutrient solution and pruning on plant growth, yield, and fruit quality of hot pepper grown in an NFT system. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(6), 1537-1550.
- Sajadi, S. & Alvandi, M. (2015). The effect of calcium ascobarate and temperature treatment on increasing the shelf life of the *Agaricus bisporus*. *Crop Improvement*, 18(4), 933-921. (In Farsi). doi: [10.22059/jci.2017.56665](https://doi.org/10.22059/jci.2017.56665)
- Salarian, M., Alizadeh, A., Davari, K. & Ansari, H. (2018). Water and salinity stress on morphological characteristics, quality and quantity of sweet pepper in smart drip irrigation system. *Irrigation Drainage*, 11(6), 322-336.
- Seifi, S., Nemati, H., Shore, M. & Abedi, B. (2011). Effect of plant density and shoot pruning on fruit quality characteristics of two cultivars of sweet pepper. *Horticultural Sciences*, 25(2), 194-200. (In Farsi). doi: [10.22067/jhorts4.v1390i0.9990](https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1390i0.9990)
- Serio, F., Gara, L. D., Caretto, S., Leo, L. & Santamaria, P. (2004). Influence of an increased NaCl concentration on yield and quality of cherry tomato grown in posidonia (*Posidonia oceanica* Delile). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(14), 1885-1890. doi: [10.1002/jsfa.1883](https://doi.org/10.1002/jsfa.1883)
- Shayesteh, N., Golchin, A. & Shafiei, S. (2011). The effects of irrigation water salinity, nitrogen and foliar application of calcium chloride on yield and growth indices of pepper. *Agricultural Engineering*, 34(2), 69-84. (In Farsi)
- Tester, M. & Davenport, R. (2003). Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, 91, 503-527. doi: [10.1093/aob/mcg058](https://doi.org/10.1093/aob/mcg058)
- Wubs, M., Heuvelind, E. & Marcelis, L. F. M. (2009). Abortion of reproductive organs in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.): a review. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84(5), 467-475. doi: [10.1080/14620316.2009.11512550](https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512550)
- Yildirim, B., Yasar, F., Terzioglu, O., Tamkoc, A. & Turkozu, D. (2008). Effect of salinity stress on nutrient composition of field pea genotypes (*Pisum sativum* sp. Arvense). *Animal Veterinary Advanc Science*, 7(8), 944-948.
- Zaman, M., Shahid, S. A. & Heng, L. (2018). *Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques*. Cham Springer, pp. 164.
- Zayton, A., El-Shafei, A., Allam, K. & Mourad, M. (2009). Effect of water salinity and potassium fertilizer levels on tomato productivity and water consumption in siwa oasis. *Misr journal of agricultural engineering*, 26(1), 107-131. doi: [10.21608/mjae.2009.109866](https://doi.org/10.21608/mjae.2009.109866)