

The effects of foliar application of sugar beet molasses on the growth and yield of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Dafnis)

Rahele Mirakbari¹, Kambiz Mashayekhi^{*2}, Seyyed Javad Mousavizadeh³, Sadegh Atashi⁴

1- Former MSc. Student, Department of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

2- Professor, Department of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

3- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

4- Laboratory Expert, Department of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

*Corresponding author: kkambizmashayekhi@gmail.com

(Received: 29 October 2023

Revise: 13 November 2023

Accepted: 16 November 2023)

Extended Abstract

- 1. Introduction:** Due to the increase in tomato cultivation in greenhouses, the need for organic nutrition to increase the yield and health of the product is more necessary than ever. Sucrose is the main transportable product of photosynthesis in the phloem vessels, which is absorbed through the leaf, and especially in low light conditions, it provides the necessary energy for the growth of reproductive organs and increases the growth of the fruit. The use of natural compounds, such as beet molasses, in combination with sucrose can have positive effects on the quantitative and qualitative growth of tomatoes. Despite the studies of sucrose in the form of foliar spraying in plants, there is little information about the effect of sugar beet molasses in greenhouse conditions. Therefore, in this research, the effects of foliar application of sugar beet molasses on the quantitative and qualitative characteristics of greenhouse tomatoes of the Dafnis variety were studied.
- 2. Materials and methods:** The treatments included sugar beet molasses in concentrations of 0, 5, 10, and 15%, which were applied as a foliar spray one week after plant establishment and repeated once every 10 days. The experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with four treatments and three replications. The measured variables included plant height, leaf length, leaf width, fruit firmness, soluble solids, acidity, vitamin C, total sugar, glucose, sucrose, fructose, lycopene, chlorophyll, carotenoid, anthocyanin, total nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium. Plant height measurement and yield were calculated based on plant height and fruit weight up to the first three clusters of the plant. The test data was analyzed using SAS statistical software. The mean comparisons for each attribute were also done using Duncan's test at the probability level of 5%.
- 3. Results and Discussion:** The results showed that the highest plant height (55.43 cm), fruit firmness (4.23 kgcm⁻²), chlorophyll a (1.4 mgg⁻¹ FW), chlorophyll b (0.423 mgg⁻¹ FW), total chlorophyll (1.824 mgg⁻¹ FW), and anthocyanin (0.216 µg⁻¹ FW) were related to the 10% sugar beet molasses. The highest fruit yield (1600 g per plant) was related to the 5% molasses, which was statistically not significantly different from the 10% molasses. The findings of phytochemical compounds revealed that the highest amount of soluble solids (5.03%), vitamin C (2.38 mg/100 ml of fruit juice), and lycopene (122.11 mgg⁻¹) was found in 10% molasses sugar beet has been theitized. Also, the highest amount of total sugar (26.13 mgg⁻¹), glucose (7.36 mgg⁻¹), sucrose (4.12 mgg⁻¹), and fructose (1.92 mg/g) was observed in 10 % of molasses. The highest amount of total phenol (15.95 mgg⁻¹), flavonoid (2.71 mgg⁻¹), and antioxidant (61.48%) was related to the 10% molasses. The highest amount of nitrogen (3.8%), phosphorus (0.328%), potassium (4.04%), calcium (2.62 mgg⁻¹), and magnesium (2.14 mgg⁻¹) was obtained in foliar application of 10% molasses. Tomato is a light-demanding plant, so light is the limiting factor in its greenhouse production. During the winter months, due to the short day length and low radiation intensity, the amount of light received during the day is greatly reduced, which causes the reduction of greenhouse tomato yield. Sugar compounds can have a positive effect on the increase of photosynthetic pigments. Therefore, foliar application of molasses can improve the chlorophyll concentration, and at the same time, it does not cause photosynthetic inhibition in low light conditions of the greenhouse. External foliar spraying of beet molasses causes foliar absorption of sugar and can help tomato plants as an effective method, especially in conditions of low photosynthetic production. Soluble sugars, especially sucrose, glucose, and fructose, play an important role in plant structure and metabolism.
- 4. Conclusion:** In general, the results of this research showed that the amount of photosynthetic pigments,

anthocyanins, soluble sugars, antioxidant compounds, and macro elements in 10% sugar beet molasses was significantly higher than the control. The 5% molasses increased the yield and finally the weight of the tomato fruit. The role of sugar beet molasses becomes effective when the plant is exposed to the stress of a lack of light (such as greenhouse conditions in the winter months), because photosynthetic production is limited in the stress of light deficiency. Future research should be focused on sugar transporter minerals such as potassium nitrate and magnesium nitrate. In this experiment, evidence was presented that sugar beet molasses changes the biochemical reaction of tomato to increase fruit quality and total yield.

Keywords: anthocyanin, lycopene, molasses, nitrogen, sucrose.

Citation: Mirakbari, R., Mashayekhi, K., Mousavizadeh, S.J. & Atashi, A. (2025). The effects of foliar application of sugar beet molasses on the growth and yield of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Dafnis). *Journal of Vegetables Sciences*, 17(1), 223-242. doi: 10.22034/iuvs.2023.2014613.1328

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>).





اثر محلول پاشی ملاس چغندر قند روی صفات رشدی و عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای (*Solanum lycopersicum* L. cv. Dafnis)

راحله میراکبری^۱، کامبیز مشایخی^{۲*}، سید جواد موسوی‌زاده^۳، صادق آتشی^۴

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
- ۲- استاد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
- ۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
- ۴- کارشناس آزمایشگاه گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

* نویسنده مسئول: kkambizmashayekhi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۷

چکیده

رعایت تغذیه و استفاده از ترکیبات طبیعی مانند ملاس چغندر قند می‌تواند اثرات مثبتی روی رشد گوجه‌فرنگی داشته باشد. هدف پژوهش حاضر نیز بررسی اثر محلول پاشی ملاس چغندر قند روی خصوصیات کمی و کیفی گوجه-فرنگی گلخانه‌ای رقم دانفیس بود. محلول پاشی ملاس در غلظت‌های صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد، یک هفته پس از استقرار گیاه و به فواصل ۱۰ روز یکبار انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار در سال ۱۴۰۱ در شرایط گلخانه هیدروپونیک اجرا گردید. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۵۵/۴۳ سانتی‌متر)، سفتی میوه (۴/۲۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، کلروفیل کل (۱/۸۲۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر) و آنتوسیانین (۰/۲۱۶ میکروگرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس بود. همچنین بالاترین عملکرد میوه (۱۶۰۰ گرم در بوته) در تیمار ۵ درصد ملاس ثبت شد. بالاترین مواد جامد محلول میوه (۵/۰۳ درصد)، ویتامین ث (۲/۳۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه)، لیکوپن (۱۲۲/۱۱ میلی‌گرم در گرم)، قند کل (۲۶/۱۳ میلی‌گرم در گرم)، گلوکز (۷/۳۶ میلی‌گرم در گرم)، ساکارز (۴/۱۲ میلی‌گرم در گرم) و فروکتوز (۱/۹۲ میلی‌گرم در گرم) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس بود. از نظر عناصر غذایی نیز بیشترین نیتروژن کل میوه (۳/۸ درصد)، فسفر (۰/۳۲۸ درصد) و پتاسیم (۴/۰۴ درصد) در تیمار ۱۰ درصد ملاس به دست آمد. به‌طور کلی میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین، قندهای محلول، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و عناصر غذایی در تیمار ۱۰ درصد ملاس به‌طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بود. اما تیمار ۵ درصد سبب ارتقای وزن میوه و در نهایت افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی گردید.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، ساکارز، لیکوپن، ملاس چغندر قند، نیتروژن.

استناد: میراکبری، ر.، مشایخی، ک.، موسوی‌زاده، س.ج. و آتشی، ص. (۱۴۰۴). اثر محلول پاشی ملاس چغندر قند روی صفات رشدی و عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای (*Solanum lycopersicum* L. cv. Dafnis). علوم سبزی‌ها، ۱۷(۱)، ۲۴۲-۲۲۳.

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 به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) متعلق به خانواده Solanaceae، از سبزی‌های مهمی است که به علت داشتن انواع ویتامین‌ها، رنگدانه‌هایی مانند لیکوپن و کاروتن، اسیدهای آلی، قند و املاح معدنی، نقش مهمی را در سلامت انسان ایفا می‌کند (Sousaraei et al., 2021). در حال حاضر گوجه فرنگی ۲۵ درصد از کل تولیدات سبزی جهان را به خود اختصاص می‌دهد که تولید جهانی آن برابر با ۱۸۶/۸ میلیون تن و در سطح کشور ایران نیز برابر با ۵/۷ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ گزارش شده است (FAO, 2020). امروزه گوجه فرنگی محبوبیت زیادی در کشت گلخانه‌ای پیدا کرده است و از این رو، تلاش‌هایی برای افزایش سطح تولید کمی و کیفی گوجه فرنگی در حال انجام است (Mashayekhi et al., 2023). گوجه فرنگی یک گیاه نورپسند است، در نتیجه در تولید گلخانه‌ای آن، نور می‌تواند عامل محدودکننده باشد. در طول ماه‌های زمستان به علت طول روز کوتاه و شدت تابش پایین مجموع نور دریافتی در طول روز به شدت کاهش می‌یابد و عامل کاهش عملکرد گوجه فرنگی گلخانه‌ای می‌شود. اعلام شده است که رابطه نزدیکی بین تولید میوه و مقدار تابش دریافتی بوسیله محصول وجود دارد، و مجموع عملکرد رابطه خطی با مجموع تابش دریافتی دارد (Cockshull et al., 1992). در برخی گیاهان تشکیل کربوهیدرات فتوسنتزی فاکتور محدودکننده در نمو است تا جایی که تغذیه چنین گیاهانی با قند میزان رشد را افزایش می‌دهد. جذب قند از طریق برگ در گیاهان گوجه فرنگی رشد کرده در تاریکی سبب افزایش رشد آن‌ها شد (Taiz & Zeiger, 2010).

از آنجایی که از هدف‌های اصلی متخصصان سبزیکاری بالا بردن مقدار محصول در واحد سطح می‌باشد از این رو تغذیه نقش مؤثری در افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی دارد. در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی روی ترکیبات و مکمل‌های غذایی که در بالا بردن ایمنی موجودات و کارایی تغذیه نقش دارند، صورت گرفته است (Mashayekhi & Shomali, 2010).

(2018). از جمله ترکیباتی که به عنوان مکمل غذایی مطرح می‌باشند می‌توان به ملاس چغندر قند اشاره کرد. در فرآیند تولید قند از چغندر قند بخشی از قندهای غیرقابل تبلور به صورت مایعی تیره رنگ به نام ملاس چغندر جدا می‌گردد که میزان تقریبی ماده خشک آن ۷۷ درصد می‌باشد که دارای ۶۰ درصد ساکارز در ماده خشک است (Palmonari et al., 2020). فراوان‌ترین و مهم‌ترین دی‌ساکارید موجود در گیاهان عالی ساکارز است که از به هم پیوستن گلوکز و فروکتوز به وجود می‌آید. ساکارز یکی از فراوان‌ترین فرآورده‌های طبیعی است و عمده‌ترین شکل قند در نقل و انتقالات مواد در داخل گیاه محسوب می‌شود (Taiz & Zeiger, 2010). ساکارز عمده‌ترین قندی است که در آوند آبکش جابه‌جا می‌شود. ساکارز از طریق برگ و جوانه‌های در حال تورم جذب می‌گردد و انرژی لازم را جهت رشد اندام‌های زایشی و جنینی فراهم می‌نماید. ساکارز محصول اولیه فتوسنتز می‌باشد که برای توزیع کربن در گیاهان عالی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Taiz & Zeiger, 2010). به طور کلی پذیرفته شده است یکی از مناسب‌ترین هیدروکربن‌ها که در اغلب موارد به عنوان یکی از ترکیبات غذایی به گیاه داده می‌شود، ساکارز می‌باشد. ساکارز در تنظیم فرآیندهای مهم متابولیکی از جمله جذب و انتقال کربن و نیتروژن و پاسخ به آسیب اکسیداتیو نقش اساسی دارد و نقش آن با قندهای دیگر مانند گلوکز جایگزین نمی‌شود (Marschner, 1995). در گیاهان، ساکارز عمده‌ترین شکل حمل و نقل برای کربن حاصل از فرآیندهای نوری است. علاوه بر این، شواهد زیادی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد ساکارز به عنوان یک مولکول سیگنال‌دهنده در بسیاری از فرآیندهای رشد شرکت می‌کند (Taiz & Zeiger, 2010). ساکارز یک مولکول نسبتاً پایدار است که بین اندام‌های مختلف گیاه منتقل و حتی برای مدت طولانی ذخیره می‌شود (Marschner, 1995). ساکارز به همراه پتاسیم و ترکیبات آمینو-نیتروژن از ترکیبات اصلی اسمزی در شیر پرورده هستند که از عوامل مؤثر بر

محدودیت منبع فتوسنتزی باعث افزایش رشد، میزان فتوسنتز، محتوای کلروفیل، حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II، قندهای محلول (هگزوزها و ساکارز) و محتویات نشاسته در ریشه و برگ‌های بالغ و جوان در مقایسه با گیاهچه‌های شاهد شد (Van Le *et al.*, 2001). در تحقیقی تأثیر تغذیه برگی ساکارز و عناصر غذایی بر ریزش گل و تسهیم کربوهیدرات مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که بیشترین ریزش گل فلفل دلمه‌ای به میزان ۳۲ درصد در بوته‌های شاهد که ساکارز و تغذیه عناصر معدنی نداشتند مشاهده گردید (Salehi & Ghasemi, 2022).

از آنجایی که در تغذیه برگی، عناصر غذایی خیلی سریع‌تر از جذب آن‌ها از خاک توسط ریشه به مصرف گیاه می‌رسد، علیرغم مطالعات تیمارهای ساکارز به صورت محلول‌پاشی برگی در گیاهان، اطلاعات کمی در ارتباط با تأثیر ملاس چغندر قند در شرایط کشت گلخانه‌ای وجود دارد. بدین منظور مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر غلظت‌های مختلف ملاس چغندر قند بر صفات رشدی و عملکرد گیاه گوجه فرنگی گلخانه‌ای به صورت محلول‌پاشی در کشت بدون خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان آزمایش

عملیات گلخانه‌ای این تحقیق از پاییز ۱۴۰۰ شروع شد و تا انتهای بهار سال ۱۴۰۱ ادامه داشت. تحقیق روی بوته‌های گوجه فرنگی رقم دافنیس ('Dafnis' cv) در شرایط گلخانه هیدروپونیک شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۵۴ درجه شرقی و ارتفاع ۵۲/۵ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط دمای گلخانه بین ۲۱ الی ۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۵۵ تا ۶۵ درصد بود. سیستم گرمایشی در این گلخانه از نوع هیتراگازی فن‌دار بود. به منظور کاهش دمای گلخانه از سیستم مه‌پاش استفاده می‌شد. همچنین به منظور رعایت مسائل بهداشتی به هنگام ورود و خروج پرسنل در گلخانه اتاق ایزوله تعبیه شده بود. بستر کشت از نوع-

سرعت انتقال آوند آبکش محسوب می‌شوند (Trankner *et al.*, 2018).

برخی گزارش‌ها در مورد استفاده از ملاس به منظور بهبود خاک‌های شنی یا ضعیف وجود دارد (Aljabri *et al.*, 2021). علاوه بر این، ملاس چغندر قند می‌تواند به عنوان یک اصلاح کننده خاک عمل کند که خواص فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود می‌بخشد (Aljabri *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2020). ثابت شده است که استفاده از ملاس منجر به سرکوب فعالیت نماتدها در کشت گوجه فرنگی می‌شود (Walker, 2007). در تحقیقی اثر همزمان ملاس چغندر قند در شرایط تنش شوری روی رشد و پارامترهای بیوشیمیایی آویشن بررسی شده است. به طوری که گیاهان آویشن به مدت ۵ هفته با محلول کلرید سدیم و ملاس ۳ درصد با استفاده از دو روش آبیاری خاکی و یا محلول‌پاشی تیمار شدند. به طور کلی گیاهان آبیاری شده توسط ملاس چغندر قند نسبت به شاهد، شاخص تحمل به تنش بالا و محتوای آب ریشه ثابت تحت تنش شوری را نشان دادند (Kozmińska *et al.*, 2021).

نشان داده شده است که محلول‌پاشی اسید بوریک و ساکارز در گیاه گوجه فرنگی مقدار کلروفیل و قندهای برگ را افزایش می‌دهد. نتایج آن‌ها نشان داد که تغذیه نشاء گیاه گوجه فرنگی با ساکارز و بور، طول نشاء و سطح برگ را تا ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش داد که می‌تواند برای تحمل تنش ناشی از فرآیند انتقال مطلوب باشد (Ghorbani *et al.*, 2015). گزارش شده است که تربچه‌های محلول‌پاشی شده با پنج درصد ساکارز، دارای وزن تر و خشک اندام هوایی بالاتری نسبت به شاهد بودند (Salehi *et al.*, 2021). در پژوهشی دیگر استفاده از محلول ساکارز ۲۵ درصد باعث افزایش وزن تر و خشک ساقه‌ها، وزن تر ریشه‌ها و درصد وزن خشک ساقه و ریشه گوجه فرنگی شد (Javanmardi & Emami, 2013). در گزارشی دیگر اثرات محلول‌پاشی طولانی مدت ساکارز ۳ درصد بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گوجه فرنگی نشان داد که کاربرد ساکارز تحت شرایط

گرو بک‌های حاوی کوکوپیت و پرلیت با نسبت ۵۰ درصد بود. روشنایی گلخانه به صورت ۱۴ تا ۱۶ ساعت روشنایی با حداقل ۱۰۰۰۰ لوکس نور بود.

تیمارهای آزمایش

بذرها در اوایل مرداد ماه درون سینی‌های نشاء با محیط کشت کوکوپیت: پرلیت (۱:۱) در گلخانه کشت شدند. نشاءها در گلخانه تحت دمای ۲۶/۲۲ درجه سانتی‌گراد شب/روز و رطوبت نسبی ۶۰٪ رشد داده شدند. آبیاری نشاءها به صورت روزانه با آب معمولی و سه بار در هفته با محلول غذایی هوگلند پایه (با نصف غلظت) تغذیه شدند. در مرحله پنج برگ حقیقی نشاءها به گلخانه منتقل شدند. بوته‌های گوجه‌فرنگی در سیستم کاشت دو ردیفه به فاصله ۱۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۴۵ سانتی‌متری کاشته شدند. این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار در ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ملاس چغندر قند (در غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) بودند. اعمال تیمارهای مورد نظر به صورت محلول پاشی، توسط سم‌پاش پشتی و با فشار یکسان روی شاخ و برگ بوته‌ها صورت پذیرفت. اولین محلول پاشی یک هفته پس از انتقال نشاء به زمین اصلی انجام شد و سپس این عمل هر ۱۰ روز یک بار تکرار گردید به طوری که در مرحله رویشی دو مرحله، مرحله گلدهی سه مرحله و در مرحله میوه دهی سه مرحله محلول پاشی انجام گرفت. محلول پاشی ملاس چغندر قند تا مرحله میوه بستن و تا قبل از رنگ‌گیری میوه‌ها ادامه پیدا کرد.

ترکیبات ملاس چغندر قند مورد استفاده با توجه به کاتالوگ موجود در بسته بندی شامل ۸۰ درصد ماده خشک بود که در آن حدود ۶۰ درصد قند کل شامل ساکارز، گلوکز، فروکتوز، رافینوز، گالاکتوز و غیره وجود داشت. همچنین در ترکیب آن ۱/۹ درصد پتاسیم، ۰/۱ درصد سدیم، ۰/۴ درصد منیزیم و سایر عناصر شناسایی گردید.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گوجه‌فرنگی

به منظور اندازه‌گیری ارتفاع بوته در زمان گل‌دهی از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد و با متر اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری متوسط وزن میوه در بوته، در زمان رسیدگی کامل از هر بوته تمام میوه‌ها برداشت شد و به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از ترازوی دیجیتالی وزن آن‌ها اندازه‌گیری گردید. در مرحله تشکیل میوه، هنگامی که اولین میوه‌های تیمار شاهد به‌طور کامل تشکیل و قرمز گردید از هر کرت به‌طور تصادفی ۵ بوته انتخاب شد و طول و قطر برگ‌ها به وسیله دستگاه کولیس اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ارتفاع بوته و همچنین عملکرد براساس رشد گیاه تا سه خوشه اول گیاه محاسبه گردید.

درجه سفتی میوه‌ها با دستگاه نفوذسنج (Penetrometer) که دارای پیستون است، اندازه گرفته شد. به این صورت که ابتدا مقداری از پوست میوه به اندازه یک سانتی‌متر مربع برداشته شد و سپس از محل پوست‌برداری شده میوه تا محل علامت‌گذاری شده بر روی پیستون فشار آورده و فشار وارده بر حسب کیلوگرم در سانتی‌متر مربع یادداشت گردید (Sousaraei et al., 2021).

اندازه‌گیری صفات فیتوشیمیایی گوجه‌فرنگی

کلیه اندازه‌گیری‌های شیمیایی در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. اندازه‌گیری آنتوسیانین کل بر اساس سیانیدین-۳-گلوکوزاید به روش Wagner (۱۹۷۹)، قندکل به روش McCready و همکاران (۱۹۵۰)، ساکارز به روش Handel (۱۹۶۸)، گلوکز به روش Miller (۱۹۵۹)، مواد جامد محلول به روش AOAC (۱۹۸۴)، اسیدیتته قابل تیتراسیون آب میوه به روش AOAC (۱۹۸۴)، مقدار کلروفیل و کارتنوئید به روش Barnes و همکاران (۱۹۹۲)، اندازه‌گیری ویتامین ث به روش AOAC (۱۹۸۴)، اندازه‌گیری لیکوپن با استفاده از روش Mashayekhi و Atashi (۲۰۱۴)، اندازه‌گیری فلاونوئید با روش کالری‌متری آلومنیوم-کلراید و با استاندارد کوئرسیتین به روش Yisa (۲۰۰۹)، اندازه‌گیری فنول کل با معرف فولین سیوکالتیو و با

با تیمار ۵ درصد ملاس چغندر قند اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین ارتفاع بوته (۴۵ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شاهد بود. طبق نتایج به‌دست آمده، ملاس چغندر قند توانست بر ارتفاع گیاه تأثیرگذار باشد. این مسئله می‌تواند به این دلیل باشد که در این آزمایش، تیمارهای تغذیه‌ای قبل از شروع رشد زایشی بکار رفتند، لذا نقاط زایشی که مقصد فیزیولوژیکی بسیار قوی هستند، اجازه استفاده از منابع غذایی را به نقاط رشدی جدید و یا مریستم انتهایی دادند. براساس نظر Salon و همکاران (۲۰۰۱)، با شروع فاز زایشی، میوه و بذر تبدیل به یک مخزن فیزیولوژیکی قدرتمند می‌شوند. رشد رویشی و ارتفاع بیشتر که در گوجه‌فرنگی دیده شد، هم‌راستا با تولید محصول بیشتر بوده است و این خود می‌تواند گویای پتانسیل بالای گوجه‌فرنگی برای رشد رویشی و زایشی مناسب باشد. بدیهی است که رشد زایشی مطلوب زمانی حاصل می‌شود که گیاه بعد از رشد رویشی مطلوب وارد فاز زایشی گردد، تا سطح فتوسنتزکننده کافی برای تأمین کربوهیدرات مورد نیاز میوه‌ها وجود داشته باشد. افزایش در زیست توده گیاهی کلا، قدرت ریشه و رشد ریشه تحت ملاس محلول نیز گزارش شده است (Li et al., 2020).

استاندارد اسید گالیک به روش Mcdonald و همکاران (۲۰۰۱)، و اندازه‌گیری میزان فعالیت آن‌تی اکسیدانی بوسیله رادیکال^۱ DPPH، به روش Ebrahimzadeh و همکاران (۲۰۱۰) صورت گرفت.

اندازه‌گیری عناصر غذایی

غلظت عناصر منیزیم و کلسیم در عصاره‌های تهیه‌شده اکسیداسیون خشک^۲، توسط دستگاه جذب اتمی (مدل UNICAM 919 AA spectrometer) اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری نیتروژن به روش کجلدال، اندازه‌گیری فسفر توسط دستگاه اسپکتروفتومتری (مدل BRITE) در طول موج ۴۷۰ نانومتر و پتاسیم توسط فلاپم فتومتر (مدل jenway pfp7) انجام گرفت (Mashayekhi & Atashi, 2014).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار در سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسات میانگین مربوط به هر صفت نیز با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

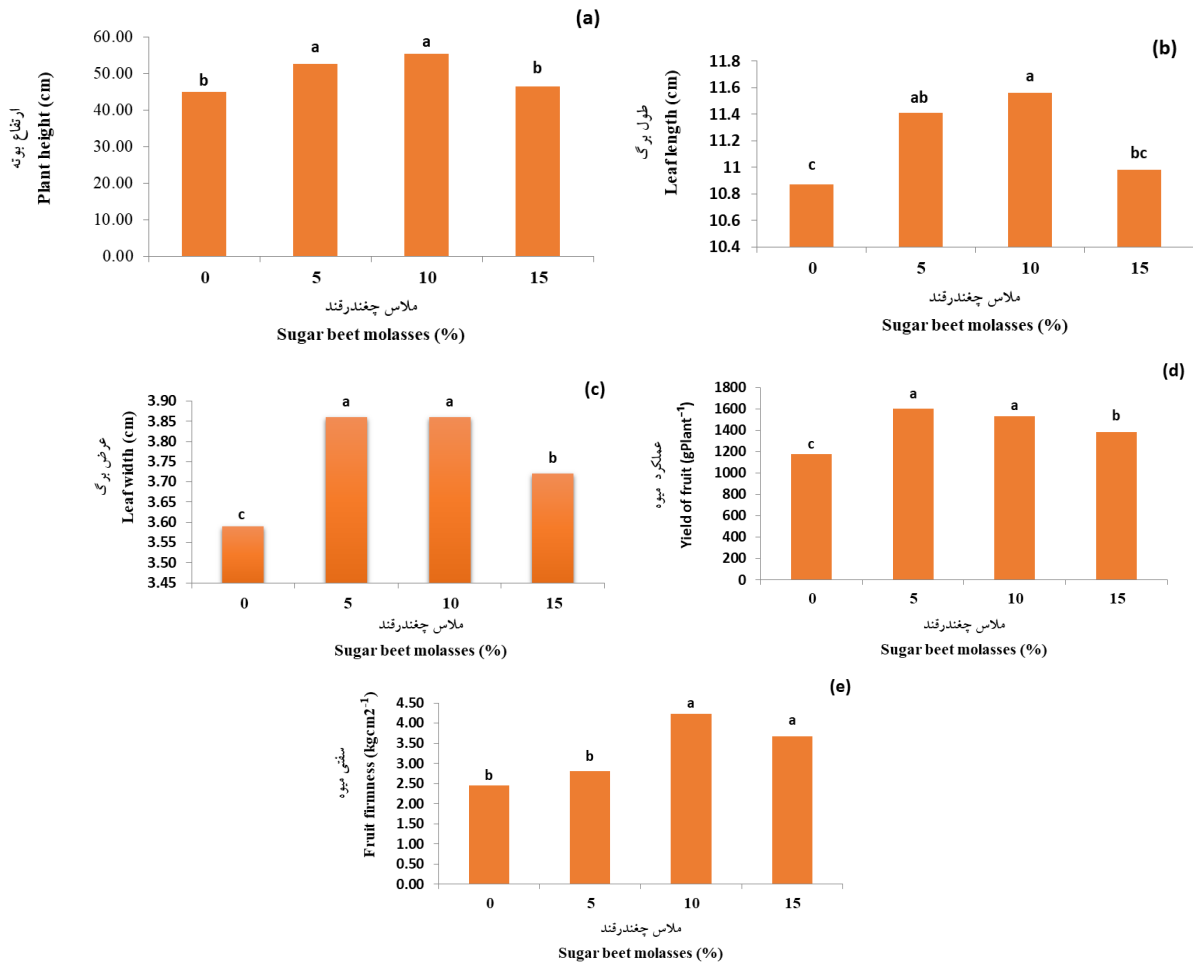
نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج داده‌های بدست آمده از آزمایش حاضر نشان داد که کاربرد ملاس چغندر قند بر ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. لازم به ذکر می‌باشد که ارتفاع بوته تا خوشه سوم مدنظر می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱a) نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع بوته (۵۵/۴۳ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس چغندر قند بود که البته از لحاظ آماری

² Dry ashing

¹ 2, 2 diphenyl-1-pic-rylhydrazyl



شکل ۱- اثر ملاس چغندر قند بر ارتفاع بوته (a)، طول برگ (b)، عرض برگ (c)، عملکرد (d) و سفتی میوه (e) گوجه‌فرنگی. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Figure 1. The effect of sugar beet molasses on plant height (a), leaf length (b), leaf width (c), yield (d), and firmness (e) of tomato. Similar letters indicate a non-significant difference according to Duncan's test at 5 % probability level.

طول و عرض برگ

نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد ملاس چغندر قند بر طول و عرض برگ تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. براساس نتایج مقایسات میانگین (شکل 1b) بیشترین میزان طول برگ (۱۱/۵۶ سانتی‌متر) در ۱۰ درصد ملاس چغندر قند مشاهده شد. همچنین بیشترین عرض برگ با ۳/۸۶ و ۳/۸ سانتی‌متر به ترتیب در ۵ و ۱۰ درصد ملاس چغندر قند ثبت شد. کمترین عرض برگ (۳/۵۹ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شاهد بود (شکل 1c)

در ماه‌های آذر و دی با توجه به شرایط کم نوری و کاهش عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای، محلول پاشی ۰/۲ درصد ساکارز به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک در مقایسه با گیاهان شاهد سبب افزایش طول و عرض برگ گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای شد. همچنین مقدار فتوسنتز گیاه نیز افزایش معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد نشان داد (Mosanaii et al., 2021). در لوپیا چشم بلبلی نیز نشان داده شد که محلول پاشی ساکارز با غلظت ۳۰ گرم بر لیتر در مرحله رشد رویشی، شاخص سطح برگ بالاتری ایجاد نمود. همچنین محلول پاشی با همین غلظت در مرحله پرشدن دانه بیشترین میزان

ساکارز اعلام نمودند. در مطالعه‌ای دیگر اثر محلول‌پاشی توت‌فرنگی سبب تشکیل بیشترین تعداد گل با ۱۱۴/۸۶ و بالاترین تعداد خوشه با ۱۹/۷ عدد شد. بیشترین تعداد میوه نیز (۱۸/۷۰ عدد) برای تیمار ساکارز پنج درصد همراه با اسید بوریک ۰/۱ درصد ثبت گردید (Mashayekhi & Atashi, 2012). گزارش شده است که محلول‌پاشی ۰/۲ درصد ساکارز به همراه ۲۰۰ میلی-گرم در لیتر اسید بوریک در مقایسه با گیاهان شاهد سبب افزایش وزن میوه و عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای شد (Mosanaii *et al.*, 2021). عبور از مرحله گلدهی یک پیش‌شرط لازم برای تولیدمثل موفق در گیاهان هست. ساکارز به‌عنوان یک سیگنال برای کنترل انواع متابولیسم و سایر فرآیندهای رشد عمل می‌کند. یکی از مهمترین انتقال‌ها در چرخه حیات گیاه، انتقال از مرحله رویشی به مرحله زایشی است که در طی آن سطح ساکارز به‌سرعت اما گذرا در آوند آبکش و رئوس شاخه‌ها افزایش می‌یابد. برای چندین گونه، افزودن ساکارز برونزا احتمالاً با نقش سیگنالی، باعث افزایش گلدهی می‌شود (Cho *et al.*, 2018).

سفتی میوه

بر اساس نتایج، کاربرد ملاس چغندر قند بر سفتی میوه تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. بیشترین میزان سفتی میوه (۴/۲۳ کیلوگرم بر سانتی-متر مربع) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس چغندر قند بود که البته از لحاظ آماری با تیمار ۱۵ درصد ملاس چغندر قند اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن در شاهد با ۲/۴۵ کیلوگرم بر سانتی-متر مربع به‌ثبت رسید که البته از لحاظ آماری با تیمار ۵ درصد ملاس چغندر قند اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱e). ساکارز به‌همراه پتاسیم و ترکیبات آمینو-نیترژن از ترکیبات اصلی اسمزی در شیر پرورده هستند که از عوامل مؤثر در سرعت انتقال آوند آبکش محسوب می‌شوند (Trankner *et al.*, 2018). گزارش شده که ملاس چغندر قند می‌تواند به‌عنوان یک محلول هایپرتونیک در آبیگری اسمزی مواد گیاهی استفاده

عملکرد را به‌وجود آورد، لذا به‌نظر می‌آید برای اثرگذاری بهتر ساکارز بر عملکرد حبوبات، بایستی در زمان پرشدن دانه و از غلظت‌های بالای ساکارز استفاده نمود (Azarakhsh *et al.*, 2022).

عملکرد میوه

نتایج داده‌ها مشخص کرد که کاربرد ملاس چغندر قند بر عملکرد تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. براساس نتایج به‌دست آمده بیشترین میزان عملکرد میوه با ۱۶۰۰ و ۱۵۳۳ گرم در بوته به-ترتیب در ۵ و ۱۰ درصد ملاس چغندر قند ثبت شد و کمترین میزان آن (۱۱۷۶/۶۷ گرم در بوته) مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱d). نتایج تحقیقات سایر محققان نشان داده است که افزودن ملاس محلول به خاک اثرات خوبی در مورد کلزا (Li *et al.*, 2020) و بامیه (Singh *et al.*, 2021) داشته است. افزایش تولید زیست‌توده و به‌دنبال آن افزایش عملکرد در گیاهان در زمان مصرف ملاس، می‌تواند به‌دلیل محتوای بالای ساکارز در ملاس چغندر قند باشد که به حفظ تعادل اسمزی، فشار تورژسانس و جذب طولانی‌مدت آب و مواد مغذی کمک می‌کند (Kozmińska *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2020). در مورد اثر مصرف مستقیم ساکارز، در پژوهشی اثر محلول‌های ساکارز (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد) اعمال‌شده بر شاخ و برگ گوجه‌فرنگی ارقام Rio-Grande و Calj-N3 مورد مطالعه قرار گرفت و نشان داده شد که استفاده از ساکارز ۲۵ درصد باعث افزایش وزن تر و خشک ساقه‌ها، وزن تر ریشه‌ها و درصد وزن خشک ساقه و ریشه گوجه‌فرنگی شد (Javanmardi & Emami, 2013). در مطالعه دیگری نیز اثرات مثبت محلول‌پاشی برگی ساکارز بر بهبود رشد کمی و کیفی گوجه‌فرنگی را اعلام کرده‌اند (Ghorbani *et al.*, 2015). در پژوهشی دیگر، Kovacik (۱۹۹۹)، بهبود پارامترهای کمی و کیفی تربچه را در پی محلول-پاشی برگی ساکارز گزارش کرد. Smolen و Sandy (۲۰۰۹)، نیز در پژوهشی بالاترین میزان وزن توده برگ تولیدشده در تربچه را در تیمار محلول‌پاشی برگی

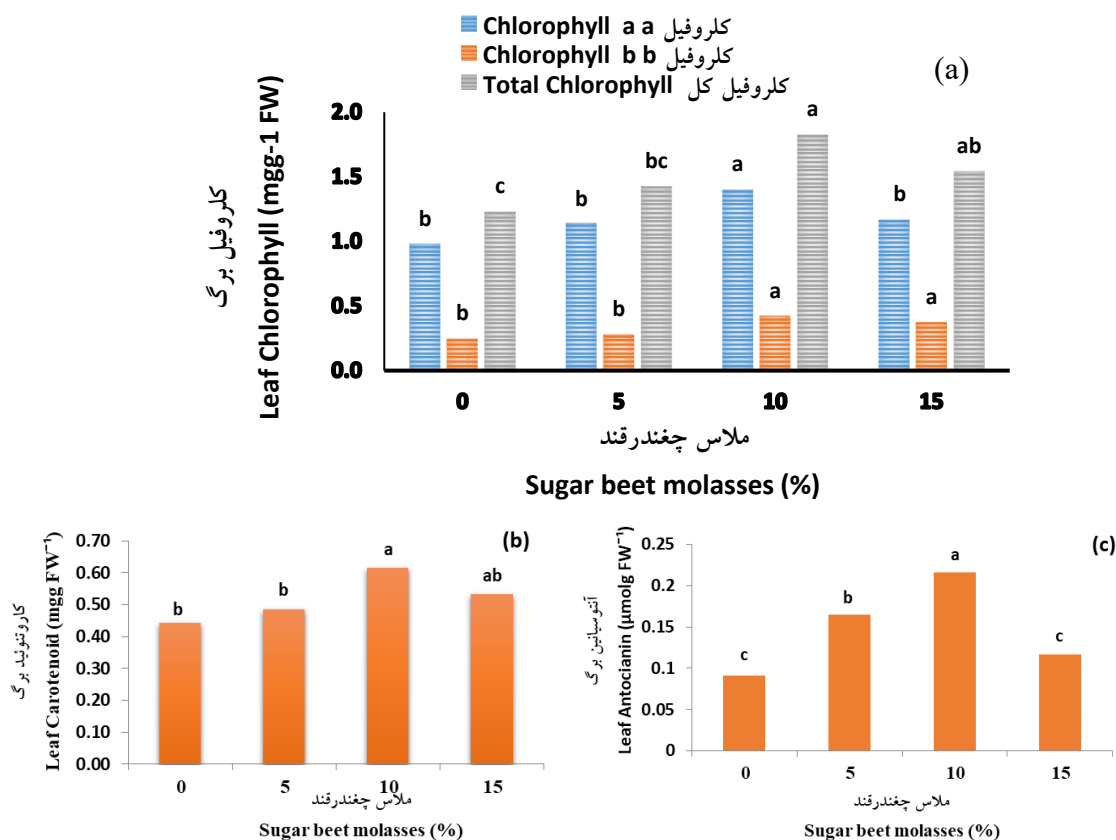
میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان تیمار شده با ساکارز به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاهان شاهد بوده است (Salehi *et al.*, 2021). در مطالعه ای دیگر محلول پاشی نشاءهای توت فرنگی با ترکیب ۱۰ درصد ساکارز همراه با ۰/۱ درصد اسید بوریک، موجب افزایش وزن خشک ساقه نشاء تا ۰/۰۴ گرم و کاروتنوئید تا ۰/۲۱۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر شد (Mashayekhi & Atashi, 2012). از آنجایی‌که تغذیه با ساکارز می‌تواند روی افزایش رنگیزه‌ها تاثیر مثبت بگذارد می‌تواند راهگشای تحقیقات زیادی باشد که با تغییر غلظت ساکارز، از مزیت آن در بهبود غلظت رنگیزه‌ها استفاده نمود و در عین حال بازدارندگی فتوسنتزی را شاهد نبود. گزارش شده است که محلول پاشی ساکارز به غلظت ۵۰ میلی‌مولار (حدود ۱/۷ درصد) در نیشکر به همراه تاریکی نسبی (تمام گیاه به جز جوان‌ترین برگ توسعه‌یافته در تاریکی بودند)، میزان فتوسنتز برابر با حالت بدون ساکارز و نور طبیعی بود (Ribeiro *et al.*, 2017). اثر مصرف طولانی مدت ساکارز (۳ درصد) بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گوجه‌فرنگی نشان داد که کاربرد ساکارز تحت شرایط محدودیت منبع فتوسنتزی باعث افزایش رشد، میزان فتوسنتز، محتوای کلروفیل، حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II، در مقایسه با گیاهچه‌های شاهد شد (Van Le *et al.*, 2001).

شود. محققان نشان دادند که این ماده یک محیط عالی برای شرایط تنش آبی اسمزی میوه‌ها و سبزیجات است که عمدتاً به دلیل محتوای بالای ماده خشک (۸۰ درصد وزن/وزن) و محتوای مواد مغذی خاص است. مزیت مهم استفاده از ملاس چغندر قند به‌عنوان محلول هایپر تونیک، غنی‌سازی مواد گیاهی کم‌آب شده از مواد معدنی و ویتامین‌ها است که از ملاس به بافت گیاه جذب می‌شود (Saric *et al.*, 2016).

محتوای کلروفیل و کاروتنوئید

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که کاربرد ملاس چغندر قند بر کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید برگ تاثیر معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت. مطابق با نتایج مقایسه میانگین، میزان کلروفیل a (۱/۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، میزان کلروفیل b (۰/۴۲۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) و بیشترین میزان کلروفیل کل (۱/۸۲۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس چغندر قند بود و کمترین میزان آن‌ها مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۲a). همچنین براساس نتایج به‌دست آمده بیشترین میزان کاروتنوئید (۰/۶۱۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس چغندر قند بود که البته از لحاظ آماری با تیمار ۱۵ درصد ملاس چغندر قند اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن (۰/۴۴۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۲b).

محتوای کلروفیل به عنوان پارامتری است که منعکس کننده توانایی گیاه در فتوسنتز و به طور غیرمستقیم توانایی حمایت از رشد است (Taiz & Zeiger, 2010). گزارش شده است که شوری و کاربرد ملاس چغندر قند باعث کاهش محتوای کلروفیل در اندام هوایی آویشن شد (Kozmińska *et al.*, 2021). براساس نتایج تحقیقی محلول پاشی تنها یا توام عنصر بُر و ساکارز روی توت فرنگی موجب بیشترین میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنوئیدها و قندهای کل برگ می‌شود (Mashayekhi & Atashi, 2012). در پژوهشی که روی تربچه صورت گرفت مشخص شد که



شکل ۲- اثر ملاس چغندررقند بر میزان کلروفیل (a)، کاروتنوئید (b) و آنتوسیانین (c) برگ گوجه‌فرنگی. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Figure 2. The effect of sugar beet molasses on the leaf chlorophyll (a), leaf carotenoid (b) leaf anthocyanin and (c) content of tomato. Similar letters indicate a non-significant difference according to Duncan's test at 5 % probability level.

دامنه رنگی از قرمز تا بنفش در گونه‌های مختلف است و بخش قندی آنتوسیانین‌ها را اغلب گلوکز و دیگر قندهایی مثل گالاکتوز و رامینوز تشکیل می‌دهد (Taiz & Zeiger, 2010). وجود قند برای تشکیل آنتوسیانین‌ها ضروری می‌باشد در نتیجه با مصرف قندها، تجمع آنتوسیانین‌ها افزایش می‌یابد (Sousaraei *et al.*, 2021). مطالعات پژوهشگران بیان‌گر این امر است که کاربرد ساکارز سبب افزایش رنگ میوه در گوجه‌فرنگی می‌گردد (Ghorbani *et al.*, 2015).

آنتوسیانین کل

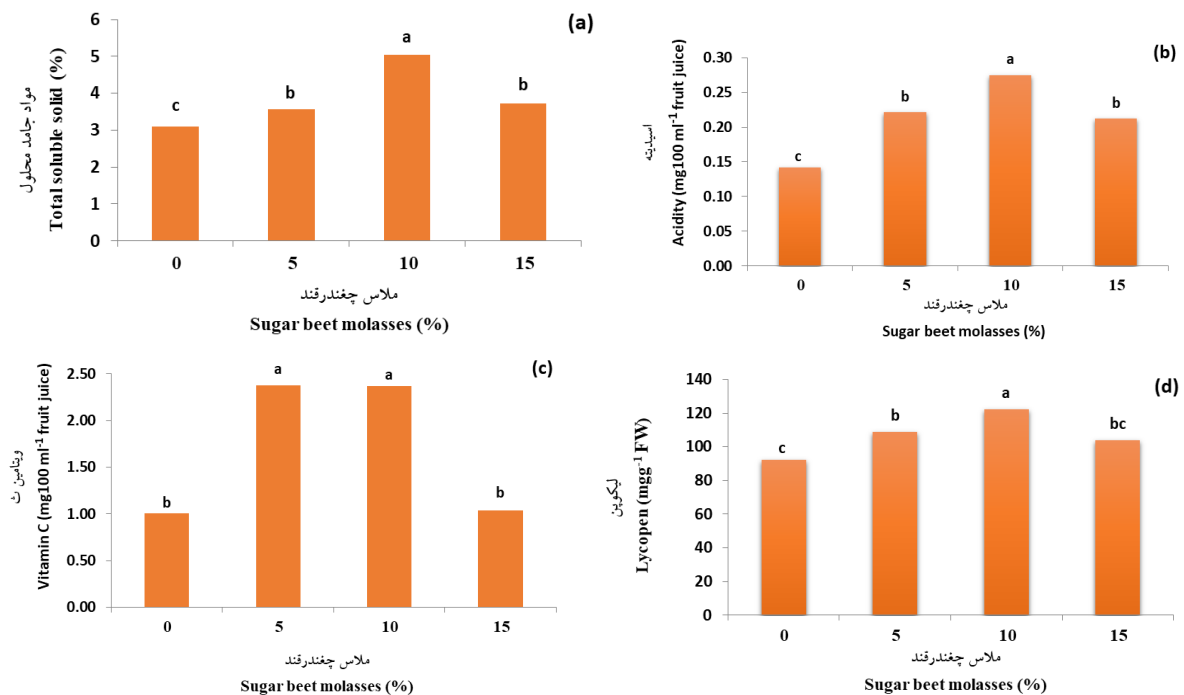
مطابق با نتایج داده‌ها، کاربرد ملاس چغندررقند بر آنتوسیانین برگ تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین (۰/۲۱۶ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به ۱۰ درصد ملاس چغندررقند بود و کمترین میزان آن (۰/۰۹۱ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به تیمار شاهد بود که البته از لحاظ آماری با تیمار ۱۵ درصد ملاس چغندررقند اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۲c).

آنتوسیانین ترکیبی فلاونوئیدی رنگین می‌باشد که در واکوئل سلول‌ها تجمع پیدا می‌کند. این ترکیبات دارای

ترکیبات کیفی میوه

نتایج داده‌های بدست آمده نشان داد که کاربرد ملاس چغندر قند بر مواد جامد محلول، اسیدیتته، ویتامین ث و لیکوپن میوه تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. بالاترین میزان مواد جامد محلول میوه با ۵/۰۳ درصد (شکل ۳a)، اسیدیتته با ۰/۲۷۵ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه (شکل ۳b)، ویتامین ث با ۲/۳۸ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه (شکل ۳c) و لیکوپن میوه با ۱۲۲/۱۱ میلی گرم در گرم (شکل ۳d) در ۱۰ درصد ملاس چغندر قند به دست آمد و کمترین میزان این صفات نیز مربوط به شاهد بود.

گزارش شده است که محلول پاشی ساکارز تحت شرایط محدودیت منبع فتوسنتزی باعث افزایش رشد، میزان فتوسنتز، محتوای کلروفیل و ترکیبات کیفی گوجه فرنگی مانند ویتامین ث و قند کل شد (VanLe *et al.*, 2001). همچنین محلول پاشی ساکارز و اسید بوریک سبب افزایش اندازه و رنگ میوه در توت فرنگی (Mashayekhi & Atashi, 2012) و گوجه فرنگی (Ghorbani *et al.*, 2015) شد. با توجه به تحقیقات انجام شده، محلول پاشی ساکارز تا حدودی قادر به جذب از طریق برگ‌ها می‌باشد و این عمل می‌تواند تا حدودی کاهش کربوهیدرات که نتیجه کاهش نور دریافتی توسط گیاه است را جبران کند و موجب بهبود کیفیت میوه گوجه فرنگی شود.



شکل ۳- اثر ملاس چغندر قند بر میزان مواد جامد محلول (a)، اسیدیتته (b)، ویتامین ث (c) و لیکوپن (d) میوه گوجه-فرنگی. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

Figure 3. The effect of sugar beet molasses on the fruit total soluble solid (a), acidity (b), vitamin C (c) and lycopene (d) content of tomato. Similar letters indicate a non-significant difference according to Duncan's test at 5 % probability level.

ترکیبات قندی

نتایج به دست آمده حاکی از آن است که کاربرد ملاس چغندر قند بر قند کل، گلوکز، ساکارز و فروکتوز تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. بر اساس نتایج

مقایسه میانگین، بیشترین مقدار قند کل با ۲۶/۱۳ میلی گرم در گرم (شکل ۴a)، گلوکز با ۷/۳۶ میلی گرم در گرم (شکل ۴b)، ساکارز با ۴/۱۲ میلی گرم در گرم (شکل ۴c) و فروکتوز با ۱/۹۲ میلی گرم در گرم (شکل

سیب‌زمینی شیرین تحریک می‌گردد؛ این درحالی است که بیان این ژن توسط گلوکز و فروکتوز تنها اندکی افزایش می‌یابد، لذا نتیجه‌گیری می‌شود که ساکارز عامل محرک ترجیحی این ژن می‌باشد (Yoon *et al.*, 2021). کاربرد ساکارز (۳ درصد) بر روی گوجه‌فرنگی نشان داد که این تیمار باعث افزایش قندهای محلول (هگزوزها و ساکارز) و محتویات نشاسته در ریشه و برگ‌های بالغ و جوان شد (Van Le *et al.*, 2001).

محتوای فنل کل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان

نتایج نشان داد که کاربرد ملاس چغندر قند بر فنل کل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. بیشترین میزان فنل کل میوه (۱۵/۹۵ میلی‌گرم در گرم) (شکل ۵a)، فلاونوئید میوه (۲/۷۱ میلی‌گرم در گرم) (شکل ۵b) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه (۶۱/۴۸ درصد) (شکل ۵c) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس چغندر قند بود و کمترین میزان این صفات مربوط به تیمار شاهد بود. از آنجایی که ترکیبات فنلی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی هستند، شاید بتوان افزایش بیشتر قدرت آنتی‌اکسیدانی در گوجه‌فرنگی را ناشی از انباشت ترکیبات فنلی دانست (Kiokias *et al.*, 2020). نتایج پژوهش Benzidia و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که تانن‌ها فعالیت ضدرادیکالی بسیار بالایی دارند، لذا عدم وجود تانن می‌تواند دلیلی باشد که سیستم آنتی‌اکسیدانی در واکنش به محلول‌پاشی خارجی ساکارز یا اسیدهای آمینه پاسخ شدیدتری داده است. انباشت فنل‌ها با خواص آنتی‌اکسیدانی قوی که پیش‌ساز تانن است، می‌تواند قدرت زیاد آنتی‌اکسیدانی را توجیه کند. در تحقیقی روش کاربرد ملاس چغندر قند به صورت برگری یا خاکی، ترکیبات فنلی کل گیاه آویشن را تغییر نداد (Kozmińska *et al.*, 2021). اما استفاده از ملاس با تنظیم سیستم آنزیمی، سرعت رشد نهال‌های نیشکر را افزایش داد (Srivastava *et al.*, 2012). کاربرد خارجی ساکارز نیز تنش اکسیداتیو ناشی از عدم تعادل اسمزی و در نتیجه تجمع گونه‌های فعال اکسیژن را با

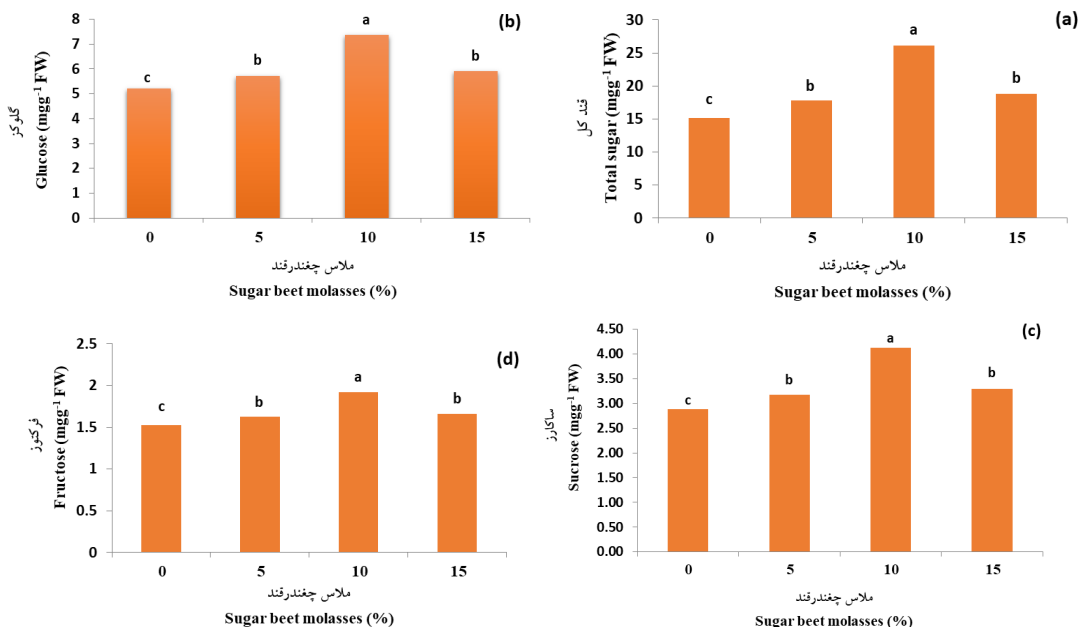
(۴d) مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس چغندر قند بود و کمترین میزان این صفات نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. تیمار ملاس چغندر قند توانست میزان کربوهیدرات کل محلول را در گوجه‌فرنگی به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. از آنجایی که کربوهیدرات‌های محلول، شامل ساکارز، گلوکز و فروکتوز بوده و به‌نوعی فرم قابل انتقال کربوهیدرات محسوب می‌شوند (Farhat *et al.*, 2014)، لذا مشخص می‌شود که محلول‌پاشی خارجی ملاس چغندر موجب جذب برگی آن شده و می‌تواند به‌عنوان یک عملیات موثر به‌ویژه در شرایط کم بودن تولیدات فتوسنتزی به‌کمک گیاه گوجه‌فرنگی بیاید. قندهای محلول، به‌ویژه ساکارز، گلوکز و فروکتوز، نقش مرکزی در ساختار و متابولیسم گیاه در سطوح سلولی و ارگانیزی ایفا می‌کنند. گزارش شده است که تیمار ساکارز + نیترات منیزیم در تربچه به‌صورت معنی‌داری بیشترین درصد کربوهیدرات کل غده را داشت (Salehi *et al.*, 2021). در محلول‌پاشی ملاس چغندر قند در خاک تحت شرایط شوری NaCl، بیشترین محتوای کل کربوهیدرات‌های محلول و قند کل در گیاه آویشن ثبت شد (Kozmińska *et al.*, 2021). تعداد محدودی مطالعه در مورد استفاده از قندهای ساده یا پیچیده در محلول‌های هیدروپونیک و جذب قند از طریق ریشه صورت پذیرفته است. مطالعات نشان داد که تنها ۰/۶ درصد کربوهیدرات خارجی وارد ریشه گیاه می‌شود و بیشتر آن را ریشه هرگز وارد گیاه نمی‌کند. گیاهان به‌صورت مشخص برای انتقال قندها به‌سمت ریشه و میوه تکامل یافته‌اند. این عوامل سبب می‌شود که هرگونه مشارکت ریشه در جذب قند به‌صورت بازخورد نامطلوب، تولید واقعی قند از طریق نور و دی‌اکسید کربن را در بخش مزوفیل برگ کاهش دهد (Marschner, 2011). گزارش شده است که در میان قندها تنها ساکارز می‌تواند بیوسنتز و متابولیسم نشاسته را در بسیاری از گیاهان تنظیم کند. ساکارز بیان ژن سنتز نشاسته (GBSSI) را تحریک می‌کند. رونویسی ژن GBSSI طی ۸ ساعت بعد از اعمال ساکارز در برگ‌های جداشده

گزارش شده است که غلظت یون پتاسیم در ریشه گیاه آویشن آبیاری شده با ملاس چغندر قند نسبت به گیاهان شاهد بیشتر بود (Kozmińska *et al.*, 2021). همچنین، غلظت‌های بالاتری از یون‌های پتاسیم، هنگامی که گیاه نیشکر با ملاس چغندر قند تیمار شدند گزارش شده است. ملاس چغندر، علاوه بر کلسیم، منیزیم و آهن، سرشار از پتاسیم است (Srivastava *et al.*, 2012). محلول پاشی آمینواسیدها به تنهایی موجب افزایش میزان پروتئین دانه لوبیا نشد و صرفاً در ترکیب با ساکارز افزایش پروتئین را نشان داد (Azarakhsh *et al.*, 2022). بارگیری ساکارز، به‌عنوان فرم غالب کربوهیدرات مورد انتقال در گیاه، به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر وضعیت تغذیه پتاسیم و منیزیم قرار می‌گیرد، و کمبود هریک از این عناصر، به وضوح کارایی انتقال کربن را برای فواصل طولانی‌تر تحت الشعاع قرار می‌دهد (Trankner *et al.*, 2018). در بارگیری آپوپلاستی آوند آبکش، ساکارز توسط ترنسپورترهای خود برخلاف شیب غلظت از عرض غشاء پلاسمایی سلول‌های همراه و غربالی بافت آبکش، بصورت فعال عبور می‌کند (Taiz & Zeiger, 2010).

القای دفاع آنتی اکسیدانی کاهش می‌دهد (Cao *et al.*, 2014). فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در آویشن در شرایط تنش شوری افزایش یافت اما فعالیت POD در گیاه آویشن تیمار شده با ملاس چغندر قند در خاک، کمتر بود (Kozmińska *et al.*, 2021). آویشن تیمار شده با ۱۰۰ میلی مولار NaCl و ملاس چغندر قند، فعالیت پراکسیداز کمتر، محتوای پروتئین محلول کل بالاتر و سطح اسیدهای آمینه آزاد یکنواخت‌تری نسبت به شاهد داشت (Kozmińska *et al.*, 2021).

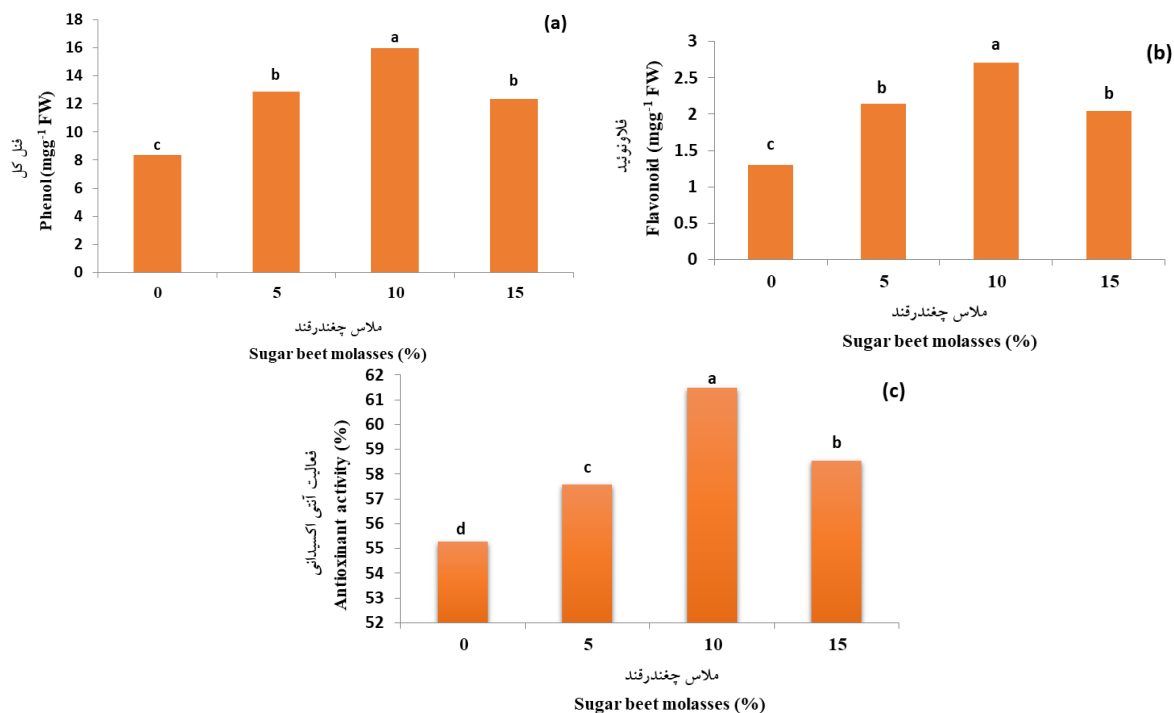
عناصر غذایی میوه

بر اساس نتایج، کاربرد ملاس چغندر قند بر نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم میوه گوجه فرنگی تأثیر معنی داری در سطح یک درصد داشت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن کل (۳/۸ درصد) (شکل ۶a)، فسفر (۰/۳۲۸ درصد) (شکل ۶b)، پتاسیم (۴/۰۴ درصد) (شکل ۶c)، کلسیم (۲/۶۲ میلی-گرم در گرم) (شکل ۶d) و منیزیم (۲/۱۴ میلی-گرم در گرم) (شکل ۶e) در میوه گوجه فرنگی مربوط به تیمار ۱۰ درصد ملاس چغندر قند و کمترین میزان این صفات مربوط به تیمار شاهد بود.



شکل ۴- اثر ملاس چغندر قند بر میزان قند کل (a)، گلوکز (b)، ساکارز (c) و فروکتوز (d) میوه گوجه فرنگی. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Figure 4. The effect of sugar beet molasses on the fruit total sugar (a), glucose (b), sucrose (c), and fructose (d) content of tomato. Similar letters indicate a non-significant difference according to Duncan's test at 5 % probability level.



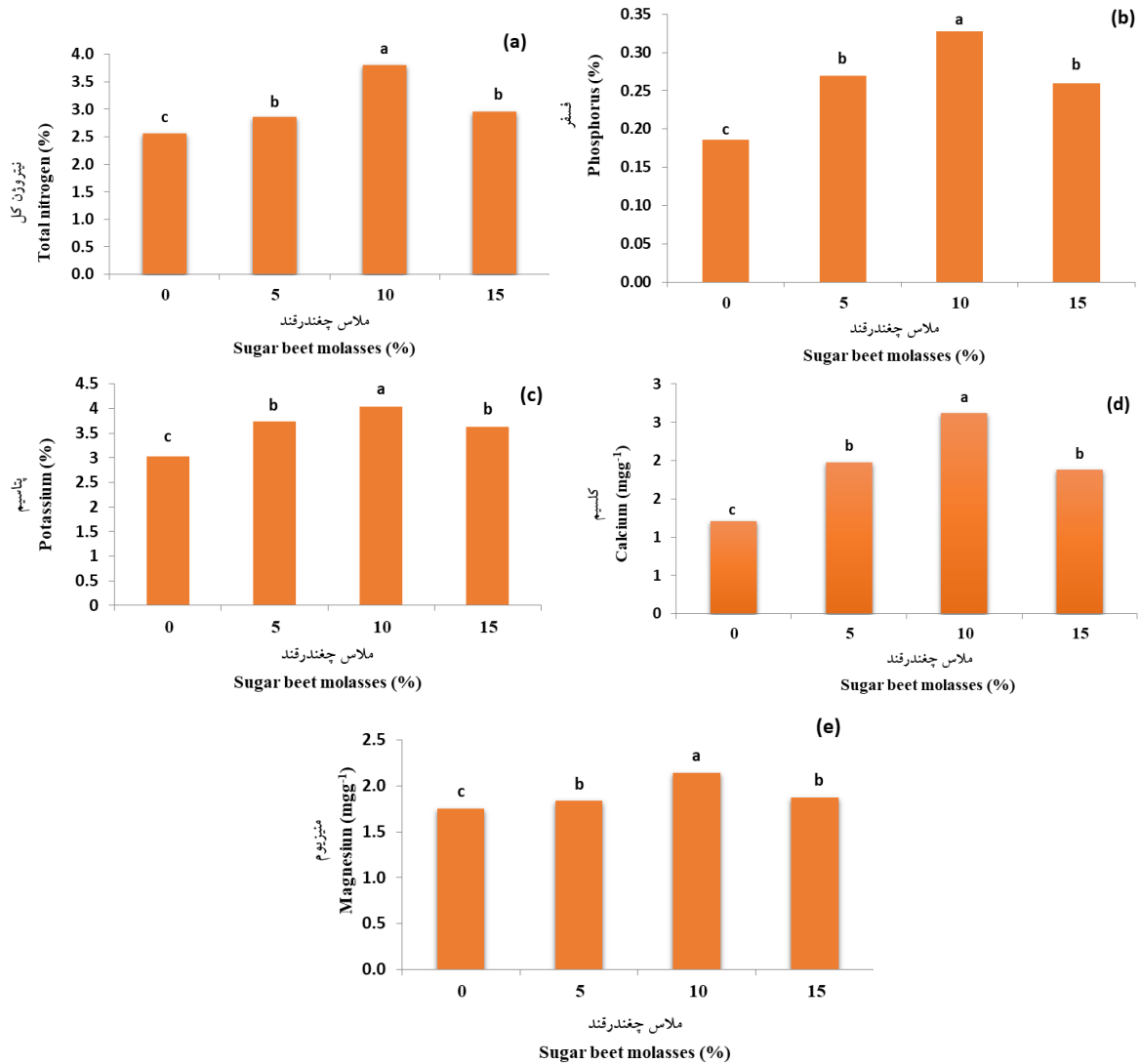
شکل ۵- اثر ملاس چغندر قند بر میزان فنل کل (a)، فلاونوئید (b) و میوه گوجه‌فرنگی. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Figure 5. The effect of sugar beet molasses on the fruit total phenol (a), flavonoid (b), and antioxidant activity (c) content of tomato. Similar letters indicate a non-significant difference according to Duncan's test at 5 % probability level.

گوجه‌فرنگی تیمار شده با ملاس چغندر قند در تحقیق حاضر نیز ممکن است با افزایش عرضه منیزیم موجود در ملاس استفاده شده مرتبط باشد. غلظت پایین منیزیم سلولی، فعالیت پمپ پروتونی H^+ -ATPase غشاء پلاسمایی را کاهش می‌دهد که در این شرایط، نرخ انتقال آبکش، کاهش یافته و انباشت ساکارز را در برگ-ها، سبب می‌شود (Trankner *et al.*, 2018). گزارش شده است که نیترات منیزیم زمانی رشد هوایی را افزایش داده که همراه با ساکارز مورد استفاده قرار گیرد. دلیل این مسئله در درجه اول به نقش مهم منیزیم در بارگیری آوند آبکش و انتقال کربوهیدرات برمی‌گردد (Farhat *et al.*, 2016). به عبارت دیگر عدم وجود عنصر منیزیم به مقدار کافی احتمالاً با تجمع کربوهیدرات ناشی از محلول‌پاشی ساکارز همراه شده و از این طریق رشد را محدود می‌نماید.

در ماه‌های آذر و دی با توجه به شرایط کم نوری و کاهش عملکرد گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای، محلول‌پاشی ۰/۲ درصد ساکارز به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک در مقایسه با گیاهان شاهد سبب افزایش کلسیم گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای شد (Mosanaii *et al.*, 2021). گیاهان آویشن تیمار شده با ملاس چغندر قند برگی، Na^+ بیشتری را در اندام‌های هوایی خود نسبت به گیاهان شاهد تجمع کردند (Kozmińska *et al.*, 2021). گزارش شده است که ملادوئینوئیدین به دست آمده از ملاس چغندر قند برای افزایش تحمل به سطوح بالای سرب در خاک کاربرد دارد و با چنین عملیاتی استخراج سرب از سه گونه گیاهی خانواده Brassicaceae، افزایش یافته است (Hatano & Yamatsu, 2007).

منیزیم یکی از اجزای مولکول کلروفیل است و برای رشد ساختاری طبیعی کلروپلاست مورد نیاز است (Taiz & Zeiger, 2010). سطوح بالاتر کلروفیل



شکل ۶- اثر ملاس چغندر قند بر میزان نیتروژن کل (a)، فسفر (b)، پتاسیم (c)، کلسیم (d) و منیزیم (e) میوه گوجه فرنگی. حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

Figure 6. The effect of sugar beet molasses on the fruit total nitrogen (a), phosphorus (b), potassium (c), calcium (d), and magnesium (e) content of tomato. Similar letters indicate a non-significant difference according to Duncan's test at 5 % probability level.

نتیجه گیری کلی

گرم)، ساکارز (۴/۱۲ میلی گرم در گرم) و فروکتوز (۱/۹۲ میلی گرم در گرم) گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت پنج تا ۱۰ درصد جهت افزایش عملکرد گوجه فرنگی گلخانه‌ای مناسب است. پژوهش‌های آتی استفاده از ملاس چغندر قند می تواند به همراه ترکیبات معدنی انتقال دهنده قند نظیر نیترات پتاسیم و نیترات منیزیم متمرکز شود. به نظر می رسد که نقش ملاس چغندر قند زمانی پررنگ تر می گردد که گیاه در معرض

در این آزمایش، شواهدی ارائه شد که نشان می دهد محلول پاشی ملاس چغندر قند واکنش بیوشیمیایی گوجه فرنگی را به نفع کیفیت میوه و عملکرد کل تغییر می دهد. عملکرد میوه (۱۶۰۰ گرم در بوته) تحت تأثیر تیمار ۵ درصد ملاس چغندر قند قرار محلول پاشی ملاس چغندر قند منجر به افزایش مواد جامد محلول (۵/۰۳ درصد)، ویتامین ث (۲/۳۸ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه)، لیکوپن (۱۲۲/۱۱ میلی گرم در گرم)، قند کل (۲۶/۱۳ میلی گرم در گرم)، گلوکز (۷/۳۶ میلی گرم در

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برای تأمین هزینه‌های طرح حاضر قدردانی می‌گردد.

تنش کمبود نور باشد (مانند شرایط گلخانه‌ای در ماه‌های زمستان) زیرا در شرایط تنش کمبود نور تولیدات فتوسنتزی محدود می‌گردد.

References

- Aljabri, M., Alharbi, S., Al-Qthanin, R.N., Ismaeil, F.M., Chen, J. & Abou-Elwafa, S.F. (2021). Recycling of beet sugar byproducts and wastes enhances sugar beet productivity and salt redistribution in saline soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 45745–45755. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13860-3>
- AOAC. (1984). *Official Methods of Analysis*. Association of official Analytical chemists. Washington, DC., U.S.A. 114p.
- Azarakshsh, M. R., Bagherieh-Najjar, M. B., Sadeghipour, H. R., & Raeisi, S. (2022). Improved grain yield by phytohormones-driven suppression of pod abscission and revitalization of source-sink relationships in soybean. *International Journal of Plant Production*, 16, 3, 467-481. (In Persian) <https://doi.org/10.1007/s42106-022-00196-2>
- Cao, Y.Y., Yanga, M.T., Lia, X., Zhoua, Z.Q., Wang, X.J. & Baia, J.G. (2014). Exogenous sucrose increases chilling tolerance in cucumber seedlings by modulating antioxidant enzyme activity and regulating proline and soluble sugar contents. *Scientia Horticulture*, 179, 67-77. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.016>
- Cho, L.-H., Pasriga, R., Yoon, J., Jeon, J.-S., & An, G. (2018). Roles of sugars in controlling flowering time. *Journal of Plant Biology*, 61, 121-130. <https://doi.org/10.1007/s12374-018-0081-z>
- Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M. & Eslami, B. (2010). Antihemolytic and antioxidant activities of *Allium paradoxum*. *Central European Journal of Biology*, 5(3), 338-345. <https://doi.org/10.2478/s11535-010-0013-5>
- Farhat, N., Rabhi, M., Krol, M., Barhoumi, Z., Ivanov, A.G., McCarthy, A., Abdelly, C., Smaoui, A., & Huner, N.P.A. (2014). Starch and sugar accumulation in *Sulla carnosa* leaves upon Mg²⁺ starvation. *Acta Physiology Plant*, 36, 2157-2165. <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1592-y>
- Ghorbani, D. A., Mashayekhi, K. & Kamkar, B. (2015). Effect of foliar application sucrose, boron, potassium nitrate and salicylic acid on yield and yield components of tomato var. Super A. *Research in Crop Ecosystems*, 2(1), 43-52. (In Persian)
- Handel, E.V. (1968). Direct micro determination of sucrose. *Journal Analytic biochemistry*, 22, 280-283. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(68\)90317-5](https://doi.org/10.1016/0003-2697(68)90317-5)
- Hatano, K. & Yamatsu, T. (2018). Molasses melanoidin-like products enhance phytoextraction of lead through three *Brassica* species. *International Journal of Phytorem*, 20, 552–559. doi: 10.1080/15226514.2017.1393397.
- Javanmardi, J., & Emami, S. (2013). Application of sucrose on tomato seedlings improves transplant

- quality, crop establishment, cold and dark hardiness. *Advances in Horticultural Science*, 27(3), 122-126.
- Kiokiasm, S., Proestosm C., & Oreopouloum V. (2020). Phenolic acids of plant origin- a review on their antioxidant activity *in vitro* (O/W Emulsion Systems) along with their *in vivo* health biochemical properties. *Foods*, 9(4), 534.
<https://doi.org/10.3390/foods9040534>
- Kozmińska, A., Hanus-Fajerska, E., Halecki, W., & Ciarkowska, K. (2021). Beet molasses enhances salinity tolerance in *Thymus serpyllum*—a study under greenhouse conditions. *Plants*, 10(9), 1819.
<https://doi.org/10.3390/plants10091819>
- Li, S., Zhao, X., Ye, X., Zhang, L., Shi, L., Xu, F. & Ding, G. (2020). The effects of condensed molasses soluble on the growth and development of rapeseed through seed germination, hydroponics and field trials. *Agriculture*, 10, 260.
<https://doi.org/10.3390/agriculture10070260>
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Second edition, Academic pressinc, London, 891p.
- Mashayekhi, K. & Atashi, S. (2014). *The analyzing methods in plant physiology (surveys before and after harvest)*. Press Sirang Words, Gorgan, 310 p. (In Persian)
- Mashayekhi, K., & Atashi, S. (2012). Effect of foliar application of boron and sucrose on biochemical parameters of “camarosa” strawberry. *Journal of Plant Production*, 19(4), 157-171. (In Persian)
<https://doi.org/20.1001.1.232220501391.19.4.9.1>
- Mashayekhi, K., & A. Shomali. (2018). *Botany, physiology and culture of vegetable*. Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources press. pp 502. (In Persian)
- Mashayekhi, K., Keykha, Z., Movahedi Naeini, S. A., Kamkar, B., & Mousavizadeh, S.J. (2016). Seedling and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* Var. Super A) in response to spraying sucrose and boric acid. *Journal of Vegetables Sciences*, 2(2), 61-73.
<https://doi.org/10.22034/IUVS.2016.32819>
- Mashayekhi, K., Kiani, Z., Mousavizadeh, S.J., & Rostaghi, M. (2023). *Greenhouse, physiology of cultivated plants*. Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources press. pp 350. (In Persian)
- McCready, R.M., Guggolz, J., Silveira, V., & Owens, H.S. (1950). Determination of search and amylase in vegetables. *Analytical Chemistry*, 22, 1156-1158.
<https://doi.org/10.1021/ac60045a016>
- McDonald, S., Prenzler, P. D., Antolovich, M. & Robards, K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry*, 73(1), 73-84. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00288-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00288-0)
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Journal Analytic Chemistry*, 31, 426-428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- Mosanaii, M., Mashayekhi, K., Mehrabanjoubani, P., & Mousavizadeh, S.J. (2021). Effect of sucrose application and its interaction with boric acid on yield of tomato under greenhouse conditions. *12th Congress of*

- Horticultural Sciences of Iran*, (In Persian)
- Palmonari, A., Cavallini, D., Sniffen, C.J., Fernandes, L., Holder, P., Fagioli, L., Fusaro, I., Biagi, G., Formigoni, A., & Mammi, L. (2020). Short communication: Characterization of molasses chemical composition. *Journal of Dairy Science*, 103 (7), 6244-6249. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17644>
- Ribeiro, R.V., Machado, E.C., Filho, J.R.M., Lobo, A.K.M., Martins, M.O., Silveria, J.A.G., Yin, X. & Struik, P.C. (2017). Increased sink strength offsets the inhibitory effect of sucrose on sugarcane photosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, 208, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.11.005>
- Salehi, M.R., NizamDoust Darestani, D., & Ghasemi, K. (2021). The effect of foliar spraying of sucrose and some nutrients on the distribution of carbohydrates in radish (*Rhaphanus sativus* var. *sativus*). *Journal of Horticultural Plant Nutrition*, 4,1, 79-96. <https://doi.org/10.22070/hpn.2020.5714.1109>
- Salehi, M.R., & Ghasemi, K. (2022). Effect of foliar application of sucrose and certain mineral elements on flower abortion, carbohydrate partitioning and quality of *Capsicum annuum* L.. *Journal of Vegetables Sciences*, 5(2), 19-34. <https://doi.org/10.22034/iuvs.2021.534620.1172>
- Salon, C., Munier-Jolain, N. G., Duc, G., Voisin, A.S., Grandgirard, D., Larmure, A., Emery, R., & Ney, B. (2001). Grain legume seed filling in relation to nitrogen acquisition: a review and prospects with particular reference to pea. *Agronomie*, 21(6-7), 539-552. <https://doi.org/10.1051/agro:2001143>
- Saric, L., Filipcev, B., Simurina, O., Plavsic, D.V., Saric, B., Lazarevic, J. & Milovanovic, I. (2016). Sugar beet molasses: Properties and applications in osmotic dehydration of fruits and vegetables. *Food Feed Research*, 43, 135-144. <https://doi.org/10.5937/FFR1602135S>
- Singh, R., Yavdav, M., Kumar, V., Singh, M., & Upadhyay, S.K. (2021). Effect of molasses on the growth of okra *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (Dicotylenoae: Malvaceae). *Bio-Science Research Bulletin*, 37, 4-11.
- Smolen, S., & Sandy, W. (2009). The effect of foliar nutrition with urea, molybdenum, sucrose and benzyladenine on quantity and quality of radish yield. *Hortorum Cultus*, 8, 45-55. <https://doi.org/10.2478/v10032-010-0009-8>
- Sousaraei, N., Mashayekhi, K., Mousavizadeh, S.J., Akbarpour, V., Medina, J., & S. Aliniaiefard. (2021). Screening of tomato landraces for drought tolerance based on growth and chlorophyll fluorescence analyses. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 62, 521-535. <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00328-5>
- Sousaraei, N., Mashayekhi, K., Mousavizadeh, S.J., & Dadrasi, A. (2020). Evaluation of morpho-physiological fruit traits of some tomato populations in iran using correlation coefficients and cluster analysis. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 21(1), 61-74.

- Srivastava, P.C., Singh, R.K., Srivastava, P., & Shrivastava, M. (2012). Utilization of molasses based distillery effluent for fertigation of sugarcane. *Biodegradation*, 23, 897–905. <https://doi.org/10.1007/s10532-012-9582-5>
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*, Sinauer Associates; 5 edition, 782 p.
- Trankner, M., Tavakol, R., & Jakli, B. (2018). Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation, and photoprotection. *Physiologia Plantarum*, 163, 414–431. <https://doi.org/10.1111/pp1.12747>
- Van Le, Q., Samson, G., & Desjardins, Y. (2001). Opposite effects of exogenous sucrose on growth, photosynthesis and carbon metabolism of *in vitro* plantlets of tomato grown under two levels of irradiances and CO₂ concentration. *Journal of Plant Physiology*, 158, 599–605. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00315>
- Walker, G.E. (2007). Effects of organic amendments, fertilizers and feanamiphos on parasitic and free-living nematodes, tomato growth and yield. *Nematologia Mediterranea*, 35, 131–136.
- Wanger, G.J. (1979). Content and vacuole extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplasts. *Plant Physiology*, 64, 88–93. <https://doi.org/10.1104/pp.64.1.88>
- Yisa, J. (2009). Phytochemical analysis and antimicrobial activity of *Scoparia dulcis* and *Nymphaea lotus*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 3975–3979.
- Yoon, H. S., Cho, C. H., Yun, M. S., Jang, S. J., You, H. J., Kim, J. H., & Ko, G. (2021). *Akkermansia muciniphila* secretes a glucagon-like peptide-1-inducing protein that improves glucose homeostasis and ameliorates metabolic disease in mice. *Nature Microbiology*, 6(5), 563–573. <https://doi.org/10.1038/s41564-021-00880-5>