Effect of Different Level, Method and Time of Application of Different Levels of Calcium Carbide on the Growth and Yield of Monoicous Cucumber

H. Bagherian lemraski[1], K. Mashayekhi[1*], S. A.R. Movahedi Naeini[2] and S. J. Mousavizadeh[1]

Abstract

Calcium carbide (CaC_2) is a good source of acetylene and ethylene, these compounds have an effective role on the physiological processes of plants and the expression of sex in cucumber. To investigate the effect of the method, amount and time of consumption of different levels of calcium carbide on the growth indicators and yield of monoecious cucumber (*Cucumis sativus* L.), a factorial experiment was conducted in the form of a randomized complete block design in three replications in a farm located in Galugah city of Mazandaran province. The treatments included different amounts of calcium carbide (zero, 5, 10, 15 g m^{-2}) which were applied in three forms (solid, liquid and gas) and in three growth stages of the plant (4, 6 and 8 leaves). The results showed that the highest number of fruits and fruit yield was obtained for the treatment of calcium carbide of 15 g m^{-2} by liquid method and at the six leaves level (30.4 and 3.08 kg $plant^{-1}$, respectively). Also, the highest fresh weight of shoots and roots, plant height, leaf area, leaf nitrogen content and total chlorophyll content were observed in the calcium carbide treatment of 10 g m^{-2} by gas method and at the time of six leaves. According to the obtained results, applying calcium carbide at the six-leaf stage with concentrations of 10 g m^{-2} as a gas and 15 g m^{2-} as a liquid method increased the vegetative indicators and the yield of monoecious cucumber, respectively.

Keywords: Fruit number, Leaf area, Nitrogen, Vegetative indices, Yield.

Introduction: Cucumber (*Cucumis sativus*) is one of the most important products of the Cucurbitaceae family. Calcium carbide is a rich source of acetylene and ethylene. This compound reacts with soil moisture and leads to the production of acetylene gas and delays the availability of NH^{+}_4 and NO^{-}_3 in the plant, acetylene acts as a controller of NH^{+}_4 and NO^{-}_3 in the soil. Also, as a result of the activity of natural microorganisms in the soil, especially different strains of Azotobacter, acetylene is converted into ethylene ($C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_4$) (Shakar et al., 2015). As a result, acetylene increases the efficiency of nitrogen consumption due to its role in inhibiting nitrification and reduces the amount and frequency of fertilizer consumption, which in addition to positive effects on plant growth leads to many economic and environmental benefits (Mastorakis and Iqbal, 2014). This research was conducted to investigate the effect of

1- Department of Horticulture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Department of Soil Science, Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

* Corresponding author, Email: kambizm@yahoo.com

the type and time of application of different levels of calcium carbide on the growth and yield of monoicous cucumber.

Methods: The experiment was conducted in 2019 in an area located in Galugah city of Mazandaran province and implemented in a factorial arrangement in the form of a randomized complete block design in three replications. The treatments included different amounts of calcium carbide (zero, 5, 10, 15 g m^{2-}) which were applied in three ways (solid, liquid and gas) and in three growth stages (4, 6 and 8 leaves). Victor (F1) cucumber seeds were planted inside the tray in April. Calcium carbide treatment was applied at intervals of about 7 to 10 days including stages of four, six and eight visible leaves. Sampling and evaluation of traits was done 5 days after the beginning of flowering until the end of harvest. Traits of shoot and root fresh weight, shoot length, internode length, number of lateral branches, leaf area, fruit number, fruit yield, total leaf chlorophyll and leaf nitrogen were evaluated.

Results: The results showed that the treatments had a significant effect on the evaluated traits. Thus, the highest number of fruits per plant (30.4) and fruit yield (3.08 kg $plant^{-1}$) were obtained in the treatment of calcium carbide 15 g $m^{2-}$by liquid method and at the time of six leaves. Also, the highest fresh weight of shoots (1951 g) and roots (150g), plant height (220 cm), leaf area (336 cm^{-2}), leaf nitrogen content (42 mg g^{-1}) and total chlorophyll content (35 mg g^{-1}) were observed in the calcium carbide treatment of 10 g $m^{2-}$by gas method and at the time of six leaves.

Conclusion: According to the obtained results, applying calcium carbide at the six-leaf stage and with concentrations of 10 g m^{2-}as gas and 15 g m^{2-}as liquid, respectively, increased the vegetative indices and yield of monoecious cucumber.

References:

1. Mastorakis, N., Iqbal, S. 2014. Effect of Humic Acid and Calcium Carbide on Growth and Yield of Tomato. Recent Advances in Urban Planning. 174–179.
2. Shakar, M., Yaseen, M., Arshad, M., Rizwan, A. 2015. Soil applied calcium carbide-mediated changes in morpho-physiology, femaleness and fruit yield of cucumber plants and their relationship with endogenous plant ethylene. J. Anim. Plant Sci. 25, 1685–1692.

نسخه پیش از انتشار

بررسی اثر سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم بر رشد و عملکرد خیار تک‌پایه (*Cucumis sativus* L.)

حسن باقریان لمراسکی[1]، کامبیز مشایخی[1*]، سید علیرضا موحدی نائینی[2] و سید جواد موسوی‌زاده[1]

چکیده

کاربید کلسیم (CaC_2) منبع خوبی از استیلن و اتیلن بوده و این ترکیبات نقش مؤثری بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان و بیان جنسیّت گل در خیار دارد. به‌منظور بررسی اثر روش، مقدار و زمان مصرف سطوح مختلف کاربید کلسیم بر شاخص‌های رشدی و عملکرد خیار تک پایه (*Cucumis sativus* L.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان گلوگاه استان مازندران اجرا شد. تیمارها شامل مقادیر مختلف کاربید کلسیم (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ گرم بر مترمربع) بودند که به سه روش (جامد، مایع و گاز) و در سه مرحله رشدی گیاه (۴، ۶ و ۸ برگی) اعمال شدند. نتایج نشان داد، بیش‌ترین تعداد و عملکرد میوه به‌ترتیب با ۳۰/۴ عدد و ۳/۰۸ گیلوگرم در بوته در تیمار کاربید کلسیم ۱۵ گرم در زمان شش برگی و با روش مایع حاصل شد. همچنین بیش‌ترین وزن تر اندام هوایی و ریشه، ارتفاع بوته، سطح برگ، میزان نیتروژن برگ و محتوای کلروفیل کل تیمار کاربید کلسیم ۱۰ گرم در مترمربع در زمان شش برگی و با روش گازی مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده کاربرد کاربید کلسیم در مرحله شش برگی و با غلظت‌های ۱۰ گرم در مترمربع به‌صورت گاز و ۱۵ گرم در مترمربع مایع به‌ترتیب موجب افزایش شاخص‌های رویشی و عملکرد خیار تک‌پایه گردید.

واژه‌های کلیدی: تعداد میوه، سطح برگ، شاخص رویشی، عملکرد، نیتروژن.

مقدمه

خیار با نام علمی (*Cucumis sativus*) یکی از مهم‌ترین محصولات خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae) است که از محبوبیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، تولید سالیانه این گیاه در جهان حدود ۹۵ میلیون تن می‌باشد و ایران با تولید ۴۱۱۰ تن در جایگاه چهاردهم قرار دارد (FAO, 2022). میوه این گیاه حدود ۹۶ درصد آب دارد و به علت فراوانی انواع ویتامین‌ها از جمله C، B و K، املاح معدنی و اسیدهای آلی، در تغذیه مدرن امروزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Sharma et al., 2020).

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- گروه علوم خاک، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shirmardi@ardakan.ac.ir

نسخه پیش از انتشار

کاربرد خارجی هورمون‌های رشد گیاهی یکی از تکنیک‌های مهم در تولید محصولات باغبانی است. اتیلن به‌عنوان یک هورمون گیاهی نقش مهمی در کلیه فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل تحریک جوانه‌زنی بذر، رشد اندام هوایی و ریشه و رسیدگی محصولات کشاورزی دارد (Khan et al., 2024). استفاده از اتیلن به‌صورت طبیعی به دلیل ماهیت گازی آن، محدودیت‌هایی در تولیدات محصولات کشاورزی دارد. کشف ترکیبات آزادکننده اتیلن مانند اتفون (۲-کلرواتیل فسفونیک اسید) در دهه ۱۹۶۰ این مشکل را حل کرد، اما به دلیل هزینه بالای اتفون استفاده از آن برای کشاورزان مقرون به صرفه نیست و از سوی دیگر، میزان اتیلن تولید شده توسط این ماده در موارد حساس به غلظت قابل کنترل نیست. بنابراین برای رفع این مشکل می‌توان از ترکیبات آزادکننده اتیلن مانند کاربید کلسیم استفاده نمود (Abbasi et al. 2012).

کاربید کلسیم CaC_2 منبع غنی استیلن و اتیلن است. این ترکیب با رطوبت خاک واکنش می‌دهد و منجر به تولید گاز استیلن می‌شود و مدت در دسترس بودن NH^+_4 و NO^-_3 را در گیاه به تأخیر می‌لندازد، به‌عبارتی استیلن به‌عنوان کنترل‌کننده NH^+_4 و NO^-_3 در خاک، عمل می‌نماید. ضمن این‌که در اثر فعالیت میکروارگانیزم‌های طبیعی موجود در خاک به‌ویژه سویه‌های مختلف ازتوباکتر استیلن به اتیلن ($C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_4$) تبدیل می‌شود (Shakar *et al*., 2015). در نتیجه استیلن به دلیل نقش آن در مهار نیتریفیکاسیون کارایی مصرف نیتروژن را افزایش داده و در نتیجه مقدار و تعداد دفعات مصرف کود را کاهش می‌دهد که این امر اثرات مثبتی بر رشد گیاه دارد. همچنین سنگ کاربید کلسیم به دلیل ارزان بودن و دسترسی آسان آن دارای مزایای اقتصادی و زیست محیطی فراوانی می‌باشد (Mastorakis and Iqbal, 2014). Mashayekhi و همکاران (۲۰۱۷)، در تحقیقات خود نشان دادند، کاربرد کاربید کلسیم با غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ ppm موجب افزایش تعداد گل‌های ماده، تعداد میانگره، سطح برگ، محتوای کلروفیل میوه و عملکرد در گیاه خیار (*Cucumis sativus* L.) گردید. در گیاه سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) نیز کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کلسیم کاربید وزن خشک ساقه، تعداد گل، عملکرد میوه را افزایش داد (Mastorakis and Iqbal, 2014). در پژوهشی دیگر بر فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.) کاربرد کاربید کلسیم ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، تعداد میوه، گل و عملکرد میوه را افزایش داد (Ahmed et al., 2014).

با توجه به پرمصرف بودن محصول خیار در دنیا و اثرات کاربرد کاربید کلسیم بر بهبود رشد گیاهان و همچنین نقش مؤثر آن در تعیین جنسیت گل از طریق بیان ژن‌های مداخله گر بر تولید گل‌های ماده خیار و افزایش عملکرد آن این پژوهش به‌منظور بررسی اثر نوع و زمان کاربرد سطوح مختلف کاربید کلسیم بر رشد و عملکرد خیار تک پایه انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۹ در منطقه‌ای (روستای لمراسک) واقع در شهرستان گلوگاه استان مازندران (طول جغرافیایی ۱۳ درجه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ارتفاع از سطح دریا ۱۵ متر) انجام شد. این آزمایش در آرایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل، مقادیر مختلف کاربید کلسیم (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ گرم بر مترمربع) بود که به سه روش مصرف (جامد، مایع و گازی) و در سه مرحله رشدی (۴، ۶ و ۸ برگی) اعمال شدند. برای شروع آزمایش در فروردین ماه بذرهای خیار رقم ویکتور (F_1) در داخل سینی کشت که شامل کوکوپیت و پیت ماس کشت شدند. زمین مزرعه تسطیح و نمونه‌ای یکنواخت از خاک آن از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر جهت آنالیز برداشت شد (جدول ۱). بر اساس آزمایش خاک مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاس خاک به‌صورت کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰، ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد. بر اساس نتایج آزمون خاک به جهت کمبود پتاس و همچنین به جهت واکنش تقریباً قلیایی خاک از کود سولفات پتاسیم استفاده شد تا pH خاک اصلاح شود و عناصر کم مصرف در خاک قابلیت جذب

نسخه پیش از انتشار

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1. Physicochemical characteristics of research soil

بافت Soil Texture	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	pH	نیتروژن Nitrogen (%)	پتاسیم Potassium (mg kg^{-1})	فسفر Phosphorus (mg kg^{-1})	کربن آلی Organic Carbon (%)
Sandy clay loam	27.6	32.4	41	1.2	7.3	0.05	110	11.5	0.60

نسخه پیش از انتشار

داشته باشند. گیاهچه‌ها در مرحله ۲ برگی در فواصل ۵۰ در ۱۵۰ سانتی‌متر به زمین اصلی انتقال یافتند. تیمار کاربید کلسیم با فواصل حدود ۷ الی ۱۰ روز شامل مراحل چهار، شش و هشت برگ قابل رؤیت اعمال شد.

در روش کپسوله (جامد)، پودر سنگ کاربید کلسیم (CaC_2) در کپسول‌های ژلاتینی تعبیه و سپس کپسول‌ها به‌صورت مستقیم در زیر خاک و در محدوده ریشه قرار داده شد. روش مایع، از طریق انحلال کاربید کلسیم در آب مقطر و انتقال محلول حاصله از طریق مجاری آبیاری زیر سطحی به زیرخاک اعمال شد. در روش گازی نیز انحلال سنگ کاربید در آب مقطر در مخزن مجزا انجام شد و سپس گاز حاصل از واکنش سنگ کاربید و آب، از طریق لوله‌های از پیش طراحی شده بر روی همان مخزن به عمق خاک انتقال یافت. در هر سه روش، تیمارها در عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک و در محدوده ریشه اعمال شدند.

لازم به ذکر است با توجه به نیاز آبی خیار و به دلیل استفاده از روش مایع (یکی از روش‌های اعمال تیمار) و به جهت یکسان‌سازی اثر آب قابل دسترس، بعد از اعمال تیمار در هر مرحله، تمام بوته‌ها مورد آبیاری قرار گرفت. مبارزه با علف هرز به‌صورت مکانیکی انجام شد. نمونه‌برداری و ارزیابی صفات نیز ۵ روز بعد از آغاز گلدهی تا پایان برداشت انجام شد.

صفات مورفولوژیک

اندازه‌گیری وزن تر اندام هوایی و ریشه بلافاصله پس از نمونه‌برداری توسط ترازوی دیجیتال با دقت صدم گرم انجام شد (Mashayekhi et al., 2017). جهت اندازه‌گیری طول اندام هوایی (از محل طوقه تا بلندترین شاخساره) و فاصله میانگره‌ها از متر فلزی استفاده شد (Haghighi et al., 2021). ارزیابی تعداد میوه در بوته و تعداد شاخه جانبی از طریق شمارش ثبت گردید (Mashayekhi et al., 2017) و اندازه‌گیری سطح برگ به وسیله دستگاه سطح برگ‌سنج (England Delta-T Device LTD) انجام شد (Najafi et al., 2021). عملکرد در بوته نیز از طریق توزین میوه‌های برداشت شده تا مدت ۴۵ روز بعد از اعمال تیمارها از هر بوته به‌دست آمد و بر حسب کیلوگرم بیان شد (Javan and Nazarideljou, 2018).

صفات فیزیولوژیک

کلروفیل کل برگ: استخراج کلروفیل کل برگ با استفاده از دی‌متیل سولفوکساید (DMSO) انجام شد و جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتوفتومتر (UV Visible مدل Spectro Flex 6600) در طول موج ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b قرائت شدند و درنهایت میزان کلروفیل کل از طریق رابطه (۱) برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ محاسبه گردید (Soroori et al., 2023).

$$\text{Total Chl} = 20.2\,(A645) + 8.02\,(A663) \times V/(1000 \times W) \quad (1)$$

نیتروژن برگ: برای اندازه گیری غلظت نیتروژن در برگ از روش میکروکجلدال طی ۳ مرحله هضم، تقطیر و عیارسنجی (تیتراسیون) انجام شد و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ بیان شد (Eleduma, 2023).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۳) و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج

وزن تر اندام هوایی: نتایج این پژوهش نشان داد، اثر ساده، دو گانه و سه گانه سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم تأثیر معنی‌داری بر وزن تر اندام هوایی در سطح ۱ درصد نشان داد (جدول ۲). اثر ساده تیمارها نشان داد، غلظت کاربید کلسیم در سطح ۱۰ گرم در مترمربع موجب افزایش وزن تر اندام هوایی شد. همچنین کاربرد کلسیم کاربید به فرم گاز در مرحله شش برگی بیش‌ترین تأثیر را در وزن تر اندام هوایی داشت (جدول ۳)، به‌طور کلی مقایسه میانگین تیمارها نشان داد

نسخه پیش از انتشار

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم بر رشد و عملکرد خیار تک پایه

Table 2. Analysis of variance of effect of different levels, method and time of application of calcium carbide on the growth and yield of monoecious cucumber

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	وزن تر اندام هوایی Fresh weight of areal part	وزن تر ریشه Fresh weight of root	طول اندام هوایی Plant height	طول میان‌گره Internode length	تعداد شاخه جانبی Number of lateral shoot	سطح برگ Leaf surface	تعداد میوه Fruit number	عملکرد میوه Fruit yield	کلروفیل کل برگ Total chlorophyll	نیتروژن برگ Leaf nitrogen
بلوک Block	2	2563.59*	8.80ns	9.12ns	3.70*	0.59ns	836.49ns	1026.67**	2.46*	2.04ns	1.98ns
روش اعمال Method	2	116175.2**	1102.6**	2129.86**	5.77**	4.11*	578.23ns	3757.27**	6.07*	88.68**	76.21**
زمان اعمال Time	2	328786.2**	2421.5**	3601.64**	0.11ns	1.77ns	772.45ns	4.30ns	1.84*	78.39**	65.09**
غلظت Concentration	2	454650.7**	1237.4**	1803.12**	1.77ns	0.44ns	6706.71*	571.01*	3.07*	50.61**	41.32**
روش * زمان M*T	4	614194.6**	1381.7**	1977.42 **	1.11ns	3.94**	5885.93ns	159.45ns	1.66*	35.85**	24.89**
روش * غلظت M* C	4	143614.1**	980.4**	1211.23**	0.77ns	0.61ns	1999.75ns	789.8**	3.48*	50.74**	40.43**
زمان * غلظت T * C	4	461031.6**	1045.7**	1517.12**	1.11ns	2.77*	13804.1**	286.64ns	4.65*	86.46**	83.85**
روش * زمان * غلظت M *T * C	8	422722.4**	581.8**	660.98**	1.36ns	1.19ns	612.02**	337.67*	2.83*	30.00**	21.90**
خطا Error	52	517.25	110.31	148.86	0.85	0.97	0.93	153.47	1.59	1.99	1.50
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	–	18.37	11.44	13.26	18.56	18.69	18.03	18.07	14.12	9.32	8.9

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱، ۵ درصد و غیر معنی‌دار

**, * and ns indicate significance at 1% , 5% level and *non significant*

نسخه پیش از انتشار

جدول ۳. اثر ساده سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم بر خصوصیات رشدی و عملکرد خیار تک پایه

Table 3. Effect of different levels, method and time of application of calcium carbide on some growth indices of monoecious cucumber

نیتروژن برگ (میلی‌گرم در گرم) Leaf nitrogen (mg g^{-1})	کلروفیل کل برگ (میلی‌گرم در گرم) Total chlorophyll (mg g^{-1})	عملکرد میوه (کیلوگرم در بوته) Fruit yield (kg $Plant^{-1}$)	تعداد میوه در بوته Fruit Number per plant	سطح برگ (سانتی‌متر مربع) Leaf surface (cm^2)	تعداد شاخه جانبی Number of lateral shoot	طول میانگره (سانتی‌متر) Internode Length (cm)	ارتفاع اندام هوایی (سانتی متر) Plant height (cm)	وزن ریشه (گرم) Fresh weight of root (g)	وزن تر اندام هوایی (گرم) Fresh weight of areal part (g)	تیمار Treatment	
20.14^{d}	12.6^{d}	1.08^{d}	13.2^{d}	160.50^{d}	4^{a}	4^{a}	128^{c}	32.01^{d}	200^{d}	0	
30.15^{c}	25.10^{b}	2.16^{b}	21.89^{a}	265^{a}	4.33^{a}	4.33^{a}	190.51^{a}	79.00^{b}	1056.48^{c}	5	غلظت Concentration
33.63^{b}	21.91^{c}	2.17^{b}	19.04^{b}	250.62^{ab}	4.11^{a}	4.77^{a}	184.62^{a}	93.23^{a}	1299.18^{a}	10	
35.74^{a}	26.48^{a}	2.48^{a}	22.11^{a}	233.51^{a}	4.33^{a}	4.33^{a}	174.37^{b}	56.00^{c}	1098.22^{b}	15	
26.14^{c}	27.54^{a}	2.38^{ab}	21.26^{b}	250.96^{a}	4.22^{ab}	4.11^{b}	174.74^{c}	84.51^{c}	916.74^{c}	جامد Solid	روش اعمال Method
36.32^{a}	22.72^{b}	2.07^{b}	17.59^{c}	244.59^{a}	3.88^{b}	4.33^{b}	182.33^{b}	115.50^{b}	1310.59^{a}	گاز Gas	
34.97^{b}	23.23^{b}	2.49^{a}	25.19^{a}	253.59^{a}	4.66^{a}	5.00^{a}	1992.44^{a}	138.00^{a}	1226.55^{b}	مایع Liquid	
48.09^{a}	23.66^{b}	2.38^{a}	21.63^{a}	254.81^{a}	4.11^{a}	4.44^{a}	178.66^{b}	101.02^{a}	1146.11^{b}	۴ برگی 4 Leaves	زمان اعمال Time
34.56^{c}	27.45^{a}	2.39^{a}	20.89^{a}	250.18^{a}	4.55^{a}	4.44^{a}	196.29^{a}	99.01^{b}	1264.14^{a}	۶ برگی 6 Leaves	
36.03^{b}	22.38^{b}	2.17^{b}	21.89^{a}	244.14^{a}	4.11^{a}	4.55^{a}	174.55^{b}	95.46^{c}	1043.62^{c}	۸ برگی 8 Leaves	

حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $P\leq0.05$ است.

Values marked by different letters are significantly different ($P< 0.05$).

نسخه پیش از انتشار

بیش‌ترین وزن تر انـدام هوایی بـا ۱۹۵۱ گرم در تیمـار گـازی کاربید کلســـیم در مرحله شـــش برگی و با غلظت ۱۰ گرم در مترمربع و کم‌ترین با ۲۲۴/۶۶ در شاهد به‌دست آمد (جدول ۴).

وزن تر ریشـه: نتایج نشـان داد، اثر سـاده، دو گانه و سـه گانه ســـطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلســـیم تأثیر معنی‌داری در سـطح ۱ درصـد بر وزن تر ریشـه داشـت (جدول ۲). اثرات ساده تیمارها نشان داد، وزن تر ریشه با افزایش غلظت کاربید کلســـیم تا ســـطح ۱۰ گرم در مترمربع افزایش یـافت. همچنین کاربرد کلســـیم کاربید به فرم مایع و در مرحله چهار برگی بیش‌ترین تأثیر را در وزن تر ریشـه نشـان داد (جدول ۳)، به‌طور کلی مقایســه میانگین اثرات ســه گانه تیمارها نشــان داد بیش‌ترین وزن تر لندام هوایی با ۱۵۰ گرم در تیمار مایع کاربید کلسیم در مرحله شـش برگی و با غلظت ۱۰ گرم در مترمربع و کم‌ترین با ۳۵ گرم در شاهد به‌دست آمد (جدول ۴).

ارتفاع اندام هوایی: نتایج نشان داد، اثر ساده، دو گانه و سه گانه ســـطوح مختلف کاربید کلســـیم و روش و زمان اعمال آن تأثیر معنی‌داری در ســطح ۱ درصــد بر ارتفاع اندام هوایی نشــان داد (جدول ۱). اثر سـاده غلظت کاربید کلسیم نشـان داد سـطح ۵ و ۱۰ گرم در مترمربع تـأثیر مثبتی بر ارتفاع انـدام هوایی داشـــت همچنین کاربرد کاربید کلســـیم به فرم مایع و در مرحله شـــش برگی موجب افزایش ارتفاع گیاه گردید (جدول ۳). به‌طور کلی بیش‌ترین ارتفاع اندام هوایی با ۲۲۰ سانتی‌متر در تیمار گازی در مرحله شـش برگی و با غلظت ۱۰ گرم در مترمربع مشـاهده شـد که با تیمار مایع در مرحله شـــش برگی و غلظت ۱۰ گرم در مترمربع اختلاف معنی‌داری نـداشـــت و کم‌ترین بـا ۲۲۴/۶۶ سانتی‌متر در تیمار شاهد بود (جدول ۴).

طول میانگره: یافته‌ها نشـــان داد، اثر ســـاده روش اعمال کاربید کلســـیم بر طول میانگره در ســـطح ۱ درصـــد معنی‌دار شـــد، درحالی‌که سـایر اثرات سـاده، دوگانه و سـه گانه معنی‌دار نشـد (جدول ۲ و ۴). بیش‌ترین طول میانگره در روش اعمال کاربید کلســـیم به فرم مایع (۵ ســـانتی‌متر) و کم‌ترین در روش جامد (۴/۱۱ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۳).

تعداد شاخه جانبی: نتایج این آزمایش نشان داد، اثر ساده روش اعمال کاربید کلسیم در سطح ۵ درصد و اثر دوگانه زمان اعمال و غلظت کاربید کلسیم و اثر دو گانه روش و زمان اعمال کاربید کلسیم به‌ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار شد، درحالی‌که سایر اثرات ساده، دوگانه و سه گانه معنی‌دار نشد (جدول ۲ و ۳). بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی در روش اعمال کاربید کلسیم به فرم مایع (۴/۶۶) و کم‌ترین در روش گاز (۳/۸۸) به‌دست آمد (جدول ۳).

سطح برگ: نتایج نشان داد، اثر ساده غلظت کاربید کلسیم در سطح ۵ درصد و اثر دوگانه زمان و غلظت و همچنین اثرات سه گانه تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). اثر ساده تیمار کاربید کلســـیم ۱۰ گرم در مترمربع بیش‌ترین تأثیر را در افزایش ســـطح برگ گیاه نشـــان داد (جدول ۳). به‌طوری‌که بیش‌ترین ســـطح برگ با ۳۳۶ ســـانتی‌مترمربع در تیمار کاربید کلسیم ۱۰ گرم در مترمربع مایع در مرحله شش برگی بود که با تیمار کاربید کلســـیم ۱۰ گرم در مترمربع کاربید کلســـیم گاز در مرحله شـــش برگی اختلاف معنی‌داری نداشـــت و کم‌ترین با ۱۶۵/۶۶ سانتی‌مترمربع در تیمار شاهد بود (جدول ۴).

تعداد میوه در بوته: نتایج نشـان داد، اثر سـاده روش اعمال در سـطح ۱درصـد و اثر غلظت کاربید کلسـیم در سـطح ۵ درصـد معنی‌دار شـد. اثر دوگانه روش و غلظت در سـطح ۱ درصـد و اثرات سه گانه آن‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). اثر سـاده غلظت کاربید کلسیم و روش اعمال نشـان داد غلظت ۱۵ گرم در مترمربع و فرم مایع بیش‌ترین تأثیر را بر تعداد میوه داشـــت (جدول ۳). به‌طور کلی بیش‌ترین تعداد میوه با ۳۰/۴ عدد در تیمار ۱۵ گرم در مترمربع کاربید کلســـیم مایع و در مرحله شـــش برگی و کم‌ترین با ۱۳/۲ عدد در تیمار شـــاهد به‌دست آمد (شکل ۱).

عملکرد میوه در بوته: یافته‌ها نشـان داد، اثر سـاده روش اعمال کاربید کلســـیم و اثرات دوگانه روش و زمان اعمال و غلظت و زمان اعمال و اثرات سـه گانه آن‌ها بر عملکرد میوه در سـطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). اثر ساده غلظت کاربید

نسخه پیش از انتشار

جدول ۴. اثر متقابل سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم بر برخی خصوصیات رشدی خیار تک‌پایه

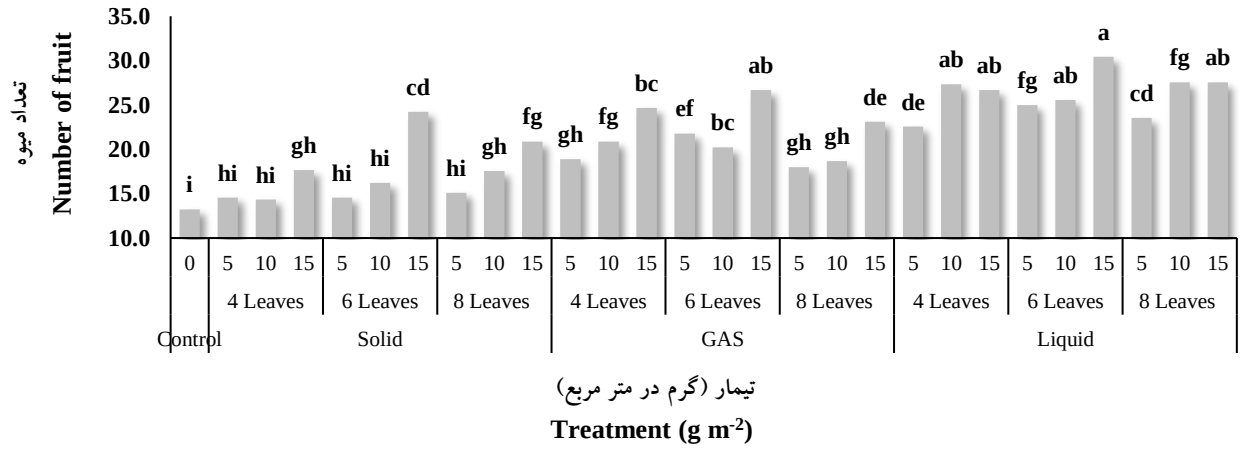
Table 4. The interaction effect of different levels, method and time of application of calcium carbide on some growth indices of monoecious cucumber

سطح برگ (سانتی‌مترمربع) Leaf surface (cm^2)	تعداد شاخه جانبی Number of lateral shoot	طول میانگره (سانتی‌متر) Internode Length (cm)	ارتفاع اندام هوایی (سانتی‌متر) Plant height (cm)	وزن ریشه (گرم) Fresh weight of root (g)	وزن تر اندام هوایی (گرم) Fresh weight of areal part (g)	غلظت کاربید کلسیم (گرم در مترمربع) Calcium carbide Concentration (g m^{-2})	زمان اعمال Time	روش اعمال Method
165.66^{f}	4.00^{a}	4.00^{a}	135^{i}	35.01^{j}	224.66^{s}	Zero		شاهد Control
185.00^{ef}	5.00a	5.00^{a}	194.33^{bc}	65.00^{g}	703.33^{q}	5	۴ برگی 4 Leaves	جامد Solid
300.66^{ab}	5.00a	5.00^{a}	140.00^{hi}	86.31^{e}	1170.00^{i}	10		
223.66^{cd}	6.00a	6.00^{a}	163.00^{fg}	45.54^{i}	840.00^{o}	15		
244.33^{bc}	5.00a	5.00^{a}	185.00^{cd}	70.97^{f}	756.33^{p}	5	۶ برگی 6 Leaves	
285.33^{ab}	5.00a	5.00^{a}	202.30^{ab}	97.55^{g}	1499.00^{e}	10		
233.00^{cd}	4.00a	4.00^{a}	165.00^{fg}	60.00^{g}	931.00^{n}	15		
277.00^{ab}	5.00a	5.00^{a}	194.01^{bc}	91.80^{g}	576.00^{r}	5	۸ برگی 8 Leaves	
285.66^{ab}	6.00^{a}	6.00^{a}	194.00^{bc}	108.00^{e}	1000.00^{m}	10		
224.00^{cd}	4.00^{a}	4.00^{a}	159.66^{gh}	44.03^{i}	721.66^{pq}	15		
228.33^{cd}	4.00^{a}	4.00^{a}	170.00^{fg}	110.00^{e}	1121.66^{k}	5	۴ برگی 4 Leaves	گاز Gas
215.33^{de}	4.00^{a}	4.00^{a}	165.00^{fg}	127.02^{cd}	1275.63^{g}	10		
238.66^{bc}	4.00^{a}	4.00^{a}	167.00^{fg}	92.00^{g}	1211.00^{h}	15		
227.33^{cd}	4.00^{a}	4.00^{a}	215.00^{ab}	131.21^{c}	1700.00^{c}	5	۶ برگی 6 Leaves	
336.00^{a}	4.00^{a}	4.00^{a}	220.00^{a}	140.00^{b}	1951.00^{a}	10		
214.00^{de}	5.00^{a}	5.00^{a}	215.00^{ab}	88.00^{g}	1620.00^{d}	15		
171.00^{f}	5.00^{a}	5.00^{a}	163.00^{fg}	100.32^{ef}	830.33^{o}	5	۸ برگی 8 Leaves	
231.00^{cd}	5.00^{a}	5.00^{a}	161.33^{g}	125.04^{cd}	1164.66^{i}	10		
222.00^{cd}	4.00^{a}	5.00^{a}	174.66^{ef}	80.00^{g}	921.00^{n}	15		
212.66^{de}	3.00^{a}	3.00^{a}	210.00^{ab}	99.00^{ef}	1500.33^{e}	5	۴ برگی 4 Leaves	مایع Liquid
255.00^{bc}	5.00^{a}	5.00^{a}	185.66^{cd}	135.09^{c}	1420.00^{f}	10		
316.33^{ab}	4.00^{a}	4.00^{a}	195.00^{bc}	65.11^{h}	1073.00^{l}	15		
270.00^{ab}	4.00^{a}	4.00^{a}	195.33^{bc}	120.00^{d}	755.00^{p}	5	۶ برگی 6 Leaves	
336.00^{a}	5.00^{a}	5.00^{a}	205.33^{ab}	150.00^{a}	1903.66^{b}	10		
213.33^{de}	4.00^{a}	4.00^{a}	181.66^{de}	76.00^{g}	1164.00^{i}	15		
293.66^{ab}	4.00^{a}	4.00^{a}	170.00^{fg}	120.00^{d}	1450.00^{f}	5	۸ برگی 8 Leaves	
273.66^{ab}	4.00^{a}	4.00^{a}	206.00^{ab}	140.04^{b}	1121.00^{k}	10		
216.66^{de}	4.00^{a}	4.00^{a}	173.00^{ef}	53.63^{i}	1055.00^{l}	15		

Values marked by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

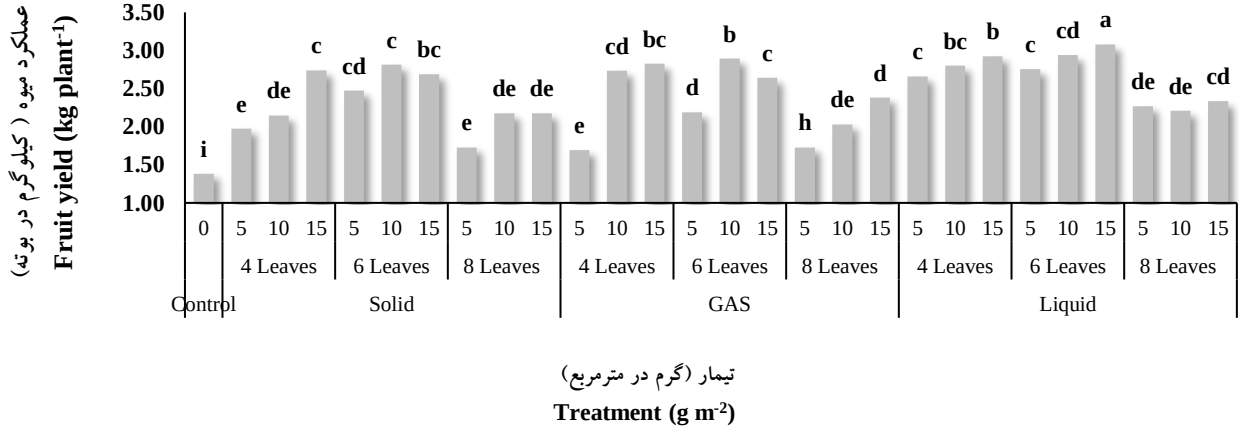
حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $p \leq 0.05$ است.

نسخه پیش از انتشار



شکل ۱. تأثیر سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم بر تعداد میوه خیار تک‌پایه (p <۰/۰۵)

Figure 1. The effect of different levels, method and time of application of calcium carbide on number of fruit of monoecious cucumber (P< 0.05)

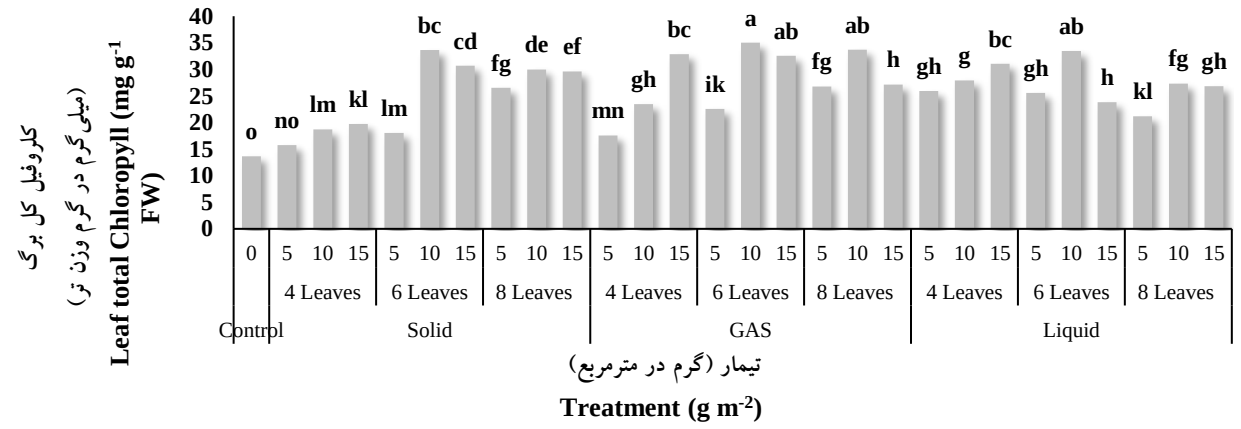


شکل ۲. تأثیر سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم بر عملکرد میوه خیار تک‌پایه (p<۰/۰۵)

Figure 2. The effect of different levels, method and time of application of calcium carbide on fruit yield of monoecious cucumber (P< 0.05)

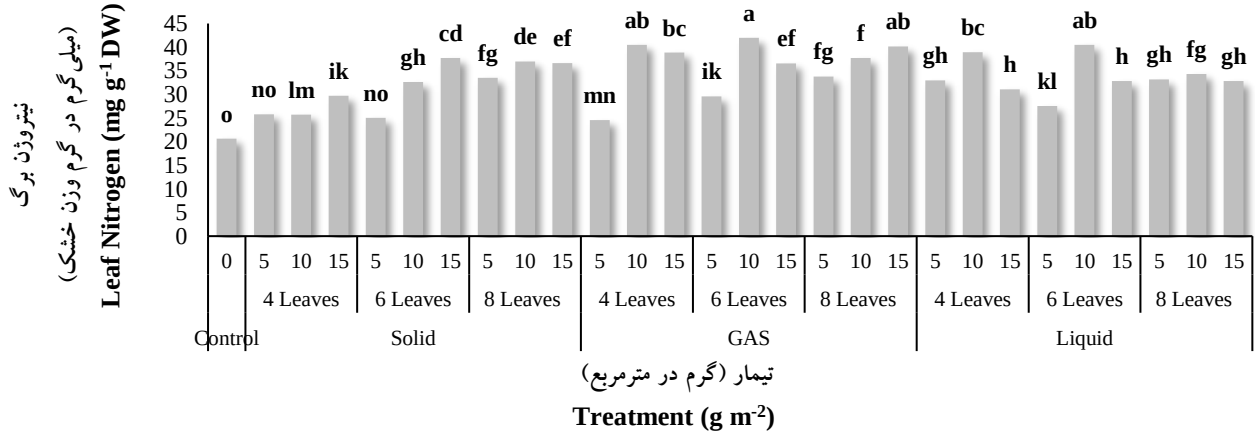
کلسیم در تیمار ۱۵ گرم در مترمربع بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش عملکرد میوه نشـان داد، همچنین اثر سـاده روش اعمال نیز در تیمار مایع بیش‌ترین بود و اثر ساده زمان اعمال در مرحله شش برگی و چهار برگی نیز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشـتند (جدول ۳). همان‌طور که از شـکل (۲) نمایان اسـت بیش‌ترین عملکرد میوه با ۳/۰۸ کیلوگرم در بوته در تیمار کاربید کلسـیم مایع با غلظت ۱۰ گرم در مترمربع در مرحله شـش برگی بود و کم‌ترین با ۱/۳۸ کیلوگرم در بوته در تیمار شاهد مشاهده شد.

کلروفیل کل: یافته‌ها نشـان داد، اثر سـاده، دو گانه و سـه گانه روش، زمان اعمال و غلظت کاربید کلسـیم تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل کل در سـطح ۱ درصـد معنی‌دار نشـان داد (جدول ۱). اثر سـاده غلظت، روش اعمال و زمان اعمال نشـان داد بیش‌ترین کلروفیل کل به‌ترتیب در غلظت ۱۵ گرم در مترمربع، به‌صـورت جامد و در مرحله شش برگی حاصل شد (جدول ۳). در نمودار اثرات سـه گانه تیمارها بیش‌ترین کلروفیل کل با ۳۵/۰۰ گرم در میلی‌گرم وزن خشک در تیمار کاربید کلسیم ۱۰ گرم در مترمربع



شکل ۳. تأثیر سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم بر میزان نیتروژن برگ خیار تک‌پایه (p<۰/۰۵)

Figure 3. The effect of different levels, method and time of application of calcium carbide on total chlorophyll of monoecious cucumber (P< 0.05)



شکل ۴. تأثیر سطوح مختلف، روش و زمان اعمال کاربید کلسیم بر میزان نیتروژن برگ خیار تک‌پایه (P<۰/۰۵)

Figure 4. The effect of different levels, method and time of application of calcium carbide on leaf nitrogen of monoecious cucumber (P< 0.05)

گازی در مرحله شش برگی و کم‌ترین با ۱۳/۶۴گرم در میلی‌گرم در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳).

نیتروژن برگ: نتایج نشـــان داد اثر ســـاده، دو گانه و ســـه گانه روش، زمان اعمال و غلظت کاربید کلســـیم تأثیر معنی‌داری بر محتوای نیتروژن برگ در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۱). اثر ساده غلظت کاربید کلسیم نشان داد بیش‌ترین محتوای نیتروژن برگ در تیمار ۱۵ گرم در مترمربع به‌دســت آمد. همچنین کاربرد کاربید کلســیم به‌صــورت گاز و در مرحله چهار برگی محتوای نیتروژن برگ را افزایش داد (جدول ۳). همان‌طور که از نمودار اثرات ســه گانه تیمارها نمایان اســت، بیش‌ترین میزان نیتروژن برگ با ۴۲ میلی‌گرم در گرم در تیمار ۱۰ گرم در مترمربع کاربید کلســیم در روش گازی در مرحله شــش برگی و کم‌ترین با ۲۰/۶۴ میلی‌گرم در گرم در شاهد مشاهده شد (شکل ۴).

بحث

نتایج نشـــان داد، کاربرد کاربید کلســـیم رشـــد و عملکرد خیار تک‌پایه را افزایش داد. کاربرد این ترکیب در مرحله چهار و شـــش برگی بیش‌ترین تأثیر را در بهبود صـــفات مورد ارزیابی

داشت که دلیل آن می‌تواند مربوط به نقش اتیلن در گسترش ریشه و افزایش کارایی جذب عناصر غذایی در مراحل آغازین رشد باشد (Abbasi et al., 2012). همچنین کاربرد فرم مایع به دلیل حلالیت یکنواخت کاربید کلسیم در آب آبیاری دسترسی بهتر ریشه‌ها به محلول و فرم گازی به دلیل سرعت بیش‌تر گسترش گاز در حفرات خاک و اشغال و جایگزینی با هوای درون خاک و نفوذ به اعماق خاک بیش‌ترین تأثیر را در بهبود صفات رشدی خیار نشان داد. کاربرد کاربید کلسیم با آب و واکنش حاصل موجب آزاد شدن کلسیم، یون و استیلن (C_2H_2) می‌شود. میکروارگانیسم‌های خاک با کمک آنزیم نیتروژناز استیلن را به اتیلن (C_2H_4) تبدیل می‌کنند (Mastorakis and Iqbal, 2014). با توجه به این‌که ساختار شیمیایی استیلن تقریباً مشابه با ساختار شیمیایی اتیلن می‌باشد انتظار می‌رود که این دو ترکیب اثرات مشابهی داشته باشند (Mashayekhi et al., 2017).

استیلن و اتیلن تمام مراحل رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند و از طریق افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌گردند (Siddiq et al., 2012). در این پژوهش کاربرد کاربید کلسیم موجب افزایش وزن تر اندام هوایی و ریشه گردید که دلیل آن می‌تواند مربوط به نقش اتیلن در افزایش آنزیم نیترات ردوکتاز و در نتیجه افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و گوگرد باشد که موجب افزایش سرعت فتوسنتز و افزایش سطح برگ و در نتیجه بهبود رشد و گسترش ریشه می‌گردد که افزایش شاخص‌های رویشی را به همراه دارد (Iqbal et al., 2012). همچنین اثر اتیلن بر فتوسنتز بر کارایی مصرف آب نیز تأثیر می‌گذارد و موجب افزایش هدایت روزنه‌ای، فعالیت چرخه روبیسکو و سرعت انتقال الکترون می‌گردد که در نتیجه راندمان بالاتر مصرف آب، رشد رویشی گیاه را بهبود می‌بخشد (*Siddiq et al., 2012*). درحالی‌که در این پژوهش غلظت ۱۵ گرم در مترمربع موجب کاهش وزن تر اندام هوایی، ارتفاع بوته و ریشه گردید زیرا غلظت بالای اتیلن منجر به مهار گسترش ریشه گردیده است (Shakar et al., 2015) و همچنین فعالیت آنتی‌جیبرلینی هورمون اتیلن، موجب توقف تقسیم سلولی میتوزی در ناحیه مریستمی آپیکال ریشه و اندام هوایی گردیده است (Baral et al., 2022). Abbasi و همکاران (۲۰۱۲) نیز تأثیر کاربید کلسیم را بر ارتفاع گیاه و عملکرد سیب زمینی گزارش نمودند، همچنین در طالبی اتیلن آزاد شده توسط اتفن وزن تر برگ و بوته را افزایش داد (Heidari et al., 2018).

در مراحل اولیه نمو گل خیار، پریموردیای گل دوجنسیتی بوده و شامل اشکال اولیه بساک و مادگی است و جنسیت در گل ها با نمو انتخابی پریموردیای پرچم یا مادگی تعیین می‌شود (Bagheri et al., 2022). هورمون اتیلن به‌عنوان عامل افزایش دهنده گل‌های ماده و در نهایت محصول بیش‌تر در اغلب گیاهان خانواده کدوئیان شناخته شده است. در این آزمایش کاربرد بالاترین غلظت کاربید کلسیم موجب افزایش تعداد میوه و عملکرد بوته گردید. دلیل آن می‌تواند مربوط به کاهش رشد رویشی در غلظت‌های بالا نسبت داد که در نتیجه میزان کربوهیدارات گیاه را از طریق کاهش تنفس افزایش داده و منجر به بهبود رشد زایشی در گیاه می‌گردد (Shakar et al., 2015). Polly و همکاران (۲۰۲۲)، عملکرد میوه آناناس را با کاربرد کلسیم کاربید گزارش نمودند. همچنین نتایج این آزمایش با یافته‌های Mashayekhi و همکاران (۲۰۱۷) پیرامون تأثیر کاربید کلسیم بر تعداد گل ماده و میوه خیار مطابقت دارد.

در این پژوهش سطح بهینه اتیلن نقش مثبتی در بزرگ شدن سلول‌ها و در نتیجه افزایش سطح برگ نشان داد که می‌تواند مربوط به نقش آن در جذب نیتروژن و افزایش فتوسنتز باشد (Iqbal et al., 2012). نیتروژن رشد برگ را از طریق تولید پروتئین‌های درگیر در رشد سلول، تقسیم سلولی، دیواره سلول و تولید سیتوکنین تحریک می‌کند که منجر به افزایش سطح فتوسنتز می‌شود (Bassi et al., 2018). Shaker و همکاران (۲۰۱۵) و Mashayekhi و همکاران (۲۰۱۷)، افزایش سطح برگ خیار را در شرایط کاربرد کاربید کلسیم گزارش نمودند.

با توجه به نتایج این آزمایش کاربرد کاربید کلسیم محتوای کلروفیل کل خیار را افزایش داد، زیرا اتیلن با افزایش سطح

نسخه پیش از انتشار

برگ فتوسنتز را افزایش می‌دهد و موجب باز شدن روزنه‌ها و افزایش سرعت انتشار CO_2 از جو به به حفره‌های بین سلولی می‌شود (Iqbal et al., 2012). از سویی دیگر اتیلن با تأثیر بر بیان ژن آنزیم‌های ساخت رنگریزه‌های فتوسنتزی و افزایش جذب نیتروژن محتوای کلروفیل کل برگ را افزایش می‌دهد (Heidari et al., 2018). در چمن *Japonica Zoysia* کاربرد اتیلن تولید شده از اتفن محتوای کلروفیل برگ را از طریق مهار آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل بهبود بخشید (Zhang et al., 2024).

کاربرد کاربید کلسیم میزان جذب نیتروژن برگ خیار را افزایش داد، زیرا اتیلن فعالیت آنزیم اکسیدکننده آمونیاک را که در نیتریفیکاسیون دخیل است، مهار می‌کند و در نتیجه باعث مهار نیتریفیکاسیون و نیترات‌زدایی و افزایش راندمان استفاده از نیتروژن می‌گردد (Khan et al., 2015). همسو با نتایج این آزمایش، در گیاه خردل اتیلن آزاد شده از اتفن میزان نیتروژن گیاه را افزایش داد (Iqbal et al., 2012).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد، کاربرد کاربید کلسیم شاخص‌های رشدی و عملکرد خیار تک‌پایه را افزایش داد، به‌طوری‌که با کاربرد کاربید کلسیم ۱۵ گرم در مترمربع به فرم مایع بیش‌ترین تعداد میوه و عملکرد بوته در زمان شش برگی به‌دست آمد. همچنین بیش‌ترین وزن تر اندام هوایی و ریشه، ارتفاع بوته، سطح برگ، میزان نیتروژن برگ و محتوای کلروفیل کل با کاربرد تیمار کاربید کلسیم ۱۰ گرم در مترمربع به فرم گاز و در زمان شش برگی مشاهده شد. به‌طور کلی کاربرد کاربید کلسیم در مرحله شش برگی و غلظت ۱۵ گرم در مترمربع به‌صورت مایع تعداد میوه و عملکرد خیار تک‌پایه را بهبود بخشید.

تشکر و سپاسگزاری

در انجام این پژوهش، حمایت مالی خاصی از مؤسسات عمومی، صنعتی و غیرانتفاعی دریافت نشده است.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اذعان دارند هیچ‌گونه تضاد منافعی با شخص، شرکت یا سازمانی برای این پژوهش ندارند.

منابع مورد استفاده

1. Abbasi, NA., Zahoor, M., Khan, HA., Qureshi, AA., 2012. Effect of encapsulated calcium carbide application at different growth stage on potato (*Solanum tubersum*L.) growth, yield and tuber quality. Pak. J. Bot. 44(5), 1543–1550.
2. Ahmed, W., Yaseen, M., Arshad, M., Shahid, M., 2014. Effect of polyethylene coated calcium carbide on physiology, photosynthesis, growth and yield of sweet pepper. Pak. J. Agric. Sci. 51, 59–65.
3. Bagheri, M. R., Ghasimi Hagh, Z., Khoshghalb, H., 2022. The Effect of 1-methylcyclopropene and Cobalt chloride on some vegetative and reproductive characteristics of gynoecious Cucumber. Plant produc. Tech. 14(1), 111–121. https://doi.org/10.22084/ppt.2023.26336.2079. (In Persian with English abstract)
4. Baral, B., Shrestha, M., Subedi, S., Dulal, P.R., Joshi, N.R., 2022. Effect of foliar spray of ethephon doses and pruning intensities on growth, sex expression, and yield of cucumber (var- Bhaktapur local) in Kaski, Nepal. Archives Agri. Environ. Sci. 7(3), 347–354, https://dx.doi.org/10.26832/24566632.2022.070307.
5. Bassi, D., Menossi, M. and Mattiello, L., 2018. Nitrogen supply influences photosynthesis establishment along the sugarcane leaf. Sci. Rep. 8, 2327. https://doi.org/10.1038/s41598-018-20653-1
6. Eleduma, A. F., 2023. Agronomic and yield performances of cucumber (*Cucumis sativus*) on soil amended with different rates of cattle manure in derived savannah Agroecological zone of Ondo state, Nigeria. J Plant Sci. 8(2), 056–060. https://dx.doi.org/10.17352/ojps.000057
7. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crop. Prod. Data 2022. Available online: https://www.fao.org/faostat/en/#data/Q CL.
8. Haghighi, M., Nazarri, Z., Sajedimehr, H., 2021. The Effect of chilling and high-temperature stresses on the growth and physiological changes of grafted cucumber in Iranian endemic squash and cucumbers. J. Soil Plant Interac. 11(4), 15–31. https://doi.org/10.47176/jspi.11.4.14918 (In Persian with English abstract)

نسخه پیش از انتشار

9. Heidari, M., Bahremand, N., Mohamadinejad, G., 2018. Effect of plant growth regulators on growth, fruit yield and quality in Cantaloupe plant (*Cucumis melo* Var. Cantaloupensis cv. Shahpasandi). J. Crop Produc. Proc. 7 (4), 15–28. https://doi.org/10.29252/jcpp.7.4.15 (In Persian with English abstract)
10. Iqbal, N., Khan, N. A., Nazar R., Silva, J. A. T., 2012. Ethylene-stimulated photosynthesis results from increased nitrogen and sulfur assimilation in mustard types that differ in photosynthetic capacity. Environ. Exper. Botan. 78, 84–90.https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.12.025
11. Javan, Y., Nazarideljou, M. J., 2018. Growth and developmental parameters, quality and productivity of cucumber as affected by K: Ca ratios of nutrient solution in soilless system. J. Hortic. Sci. 32(3), 383–391. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v32i3.60489
12. Khan, M., Trivellini, A., Fatma, M., Masood, A., Francini, A., Iqbal, N., Ferrante, A., Khan, NA., 2015. Role of ethylene in responses of plants to nitrogen availability. Front. Plant Sci. 6, 927. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00927
13. Khan, S., Alvi, A.F., Khan, N.A., 2024. Role of ethylene in the regulation of plant developmental processes. *Stresses. 4*, 28–53. https://doi.org/10.3390/stresses4010003
14. Mashayekhi, K., Jafari, S., Shomali, A., Mousavizadeh, J., 2017. Applying Calcium carbide solution affect sex expression and increases yield of monoicous cucumber. J. Plant Physiol. Breed. 7(1), 99–104
15. Mastorakis, N., Iqbal, S. 2014. Effect of humic acid and calcium carbide on growth and yield of Tomato. Recent Advanc. Urban Plan. 174–179.
16. Najafi, M., Arouiee, H., Aminifard M.H., 2022. Effects of folic acid and amino acid application on some morphophysiological characteristics of *Cucumis sativus* L. under deficit irrigation conditions. J. Soil Plant Interac. 12(4), 19–36. https://doi.org/10.47176/jspi.12.4.20271 (In Persian with English abstract)
17. Polly, Main Uddin Miah, M., Khairul Mazed, H E M., Eliyachur Rahman, M, Yesmin, K., 2022. Effect of different plant hormons on early production of two commercial Pineapple varieties in Bangladesh. Europe. Academic research. 7, 2354–2382.
18. Shakar, M., Yaseen, M., Arshad, M., Rizwan, A., 2015. Soil applied calcium carbide-mediated changes in morpho-physiology, femaleness and fruit yield of cucumber plants and their relationship with endogenous plant ethylene. J. Anim. Plant Sci. 25, 1685–1692.
19. Sharma, V., Sharma, L., Sandhu, KS., 2020. Cucumber (*Cucumis sativus* L.). In antioxidants in vegetables and nuts-properties and health benefits. 333–340. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_17
20. Siddiq, S., Yaseen, M, Arshad, M., Ahmed, N., 2012. Effect of calcium carbide on photosynthetic characteristics, growth and yield of tomato cultivars. Pak. J. Agric. Sci. 49, 505–510.
Soroori, S., Danaee, E., Hemmati, Kh., Ladan Moghadam A., 2021. The metabolic response and enzymatic activity of *Calendula officinalis* L. to foliar application of Spermidine, Citric Acid and Proline under drought stress and in a Post-Harvest. JAST. 23(06), 1339–1353. https://doi.org/20.1001.1.16807073.2021.23.6.6.9 .
21. Zhang, J., Li, L., Zhang, Z., Han, L., Xu, L., 2024. The effect of ethephon on ethylene and chlorophyll in *Zoysia japonica* leaves. Int. J. Mol. Sci. 25, 1663. https://doi.org/10.3390/ijms25031663.