

Evaluation of the Effect of Planting Distance on Row on Growth and Yield of Different Cultivars of Greenhouse Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

Bardya Bayat¹, Mohammad Hossein Ansari^{2*}, Marjan Diyanat³ and Ali Mohammadi Torkashvand³

1- Ph.D Student, Department of Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Associated Professor, Department of Agronomy, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

3- Associated Professor, Department of Agricultural Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding author: mansari@iaurasht.ac.ir

(Received: 26 April 2021

Revise: 22 July 2021

Accepted: 26 July 2021)

Extended Abstract

1. Introduction: Cucumber (*Cucumis sativus* L.) belonging to the family *Cucurbitaceae* is a warm-season vegetable, grown throughout the world under tropical and subtropical conditions. Extensive production of this plant is done not only in the outdoor, but also in the greenhouse, so to achieve maximum yield, especially in greenhouse crops, in addition to creating a favorable environment for plant growth, it is necessary to use appropriate farming techniques. The protected vegetable cultivation technology can be utilized for the year-round production of high-value quality vegetable crops, with high yields. Increased harvesting efficiency and greater yields, improved pest management, straighter fruits and, more number of plants per unit due to closer rows are major advantages of adequate spacing; it is of vital importance for healthy and luxuriant growth of crop plants. Plant spacing is one of the agronomic techniques in achieving optimum yield. A recommended number of plants per unit area contributes to adequate utilization of the available planting space, thus ensuring an even distribution of water, nutrient, light, and air. However, an unregulated plant spacing may result in a relatively lower yield and poor fruit quality. Planting spacing depend on the cultivar and growth method. Although greenhouse cucumber has been produced using various cultivars for more than three decades, producers still do not have accurate information about greenhouse cucumber cultivars. Therefore, the present study was performed to evaluate the effect of plant spacing in the rows on the growth and yield of cucumber cultivars.

2. Materials and Methods: A greenhouse study was conducted as a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications in 2018 and 2019 in Pakdasht city, Tehran province, Iran. The experimental treatments included plant spacing (37, 42 and 47 cm) and five cultivars of greenhouse cucumber (Viola, Yazan, Kadir, Saturn, and Yekta). The Viola and Yazan are multiple-flowers cultivars, Kadir is medium-flowers cultivar (more than four flowers per node), Yekta is few-flowers cultivar (between two to three flowers per node) and Saturn is single-flower cultivar. During the plant growth period, sampling of the midline of each plot was performed according to the margins and between competing plants. In this study, the measured traits included plant height, number of stem nodes, number of flowers per node, leaf weight, fruit number, mean of fruit weight, firmness of fruit, total wet and dry biomass and root dry weight. In addition, fruit yield was measured from middle rows of each experiment plot with 1 m² area. Experimental data were analyzed statistically using SAS software version 9.2. Means comparison was done using the least significant difference (LSD) adjustment at P = 0.05.

3. Results and Discussion: The results of variance analysis of data showed that all traits except firmness of fruit and number of stem nodes were affected by cultivar × plant distance interaction. Comparison of means showed that by reducing the distance between plants from 47 to 37 cm, although the mean of fruit weight increased by 11.4-34.8% and the total biomass weight per m² increased in all of the cultivars, but their single plant biomass decreased. In both years, the highest number of fruits was obtained in Saturn cultivar from a distance of 47 cm and in other cultivars from a distance of 42 cm. Also, the maximum yield of Saturn cultivar was obtained from 47 cm (217.38 t ha⁻¹) and in other cultivars at a distance of 42 cm was produced (the average yield of Viola, Kadir, Yekta and Yazan cultivars was 270.03, 252.31, 238.83 and 216.03 t ha⁻¹, respectively). Therefore, multi-flowered cultivars at a distance of 42 cm and single-flowered cultivar at a distance of 47 cm showed the highest yield. Saturn cultivar dropped by 37 cm. However, in the case of flowering cultivars, this trend was different and the highest yield was observed at a distance of 42 cm, and with a decrease or increase from a distance of 42 cm, the yield decreased, which could be due to high intra-plant competition between fruits at a distance of 47 cm Between plants to absorb light and nutrients at a distance of 37 cm.

4. Conclusion: Based on the obtained results, the distance on the row is 47 cm for single-flowered cultivars such as Saturn and the distance on the row 42 cm is recommended for multi-flowered cultivars to achieve the highest cucumber yield in the greenhouse. For future studies, similar to the present study, it is suggested that in addition to plant density, different planting arrangements, measuring the concentration of some elements in the leaves and light dissipation coefficient to measure the penetration of light into the lower part of the plant canopy.

Keywords: Firmness of fruit, Number of flowers, Plant density, Single plant yield.

Citation: Bayat, B., Ansari, M. H., Diyanat, M. & Mohammadi Torkashvand, A. (2021). Evaluation of the effect of planting distance on row on growth and yield of different cultivars of greenhouse Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 5(1), 77-91. doi: 10.22034/iuvs.2021.527625.1154

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>).



ارزیابی اثر تغییر فاصله کاشت روی ردیف بر رشد و عملکرد ارقام متفاوت خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus* L.)

بردیا بیات^۱، محمدحسین انصاری^{۲*}، مرجان دیانت^۳ و علی محمدی ترکشوند^۳

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۳- دانشیار گروه زراعت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: mansari@iaurasht.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۴/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۶

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تغییر فاصله کاشت روی ردیف بر رشد و عملکرد ارقام مختلف خیار گلخانه‌ای آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌ای در شهرستان پاکدشت در دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل فاصله بوته‌ها روی ردیف در سه سطح (۳۷، ۴۲ و ۴۷ سانتی‌متر) و پنج رقم خیار گلخانه‌ای (ویولا، یازان، کادیر، ساتورن و یکتا) بودند. از ارقام مورد مطالعه رقم ویولا و یازان جزء ارقام پر گل، رقم کادیر متوسط گل (بیش از سه گل در هر بند)، رقم یکتا کم گل (بین یک تا دو گل در هر بند) و رقم ساتورن تک‌گل، می‌باشند. نتایج نشان داد با کاهش فاصله بوته‌ها از ۴۷ به ۳۷ سانتی‌متر، وزن متوسط میوه ۳۴/۸-۱۱/۴ درصد و وزن زیست‌توده کل در واحد سطح ۴۱/۵-۷/۹۲ درصد، در همه ارقام مورد مطالعه افزایش یافت. در هر دو سال بیشترین تعداد میوه در رقم ساتورن (۶۴/۱ میوه) از فاصله ۴۷ سانتی‌متر و در سایر ارقام از فاصله ۴۲ سانتی‌متر، به دست آمد و همچنین بیشترین عملکرد رقم ساتورن در فاصله ۴۷ سانتی‌متر (۲۱۷/۳۸ تن در هکتار) و در سایر ارقام در فاصله ۴۲ سانتی‌متر تولید شد (میانگین عملکرد ارقام ویولا، کادیر، یکتا و یازان به ترتیب ۲۷۰/۰۳، ۲۵۲/۳۱، ۲۳۸/۸۳ و ۲۱۶/۰۳ تن در هکتار بود)؛ بنابراین بر اساس نتایج به دست آمده برای رقم تک‌گل مثل ساتورن فاصله روی ردیف ۴۷ سانتی‌متر، ولی برای ارقام چند گل فاصله روی ردیف ۴۲ سانتی‌متر، برای حصول بیشترین عملکرد خیار در گلخانه توصیه می‌شود. همچنین اختلاف عملکرد بین فاصله‌های کاشت، ضرورت رعایت تراکم مطلوب توسط گلخانه‌داران را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، تعداد گل، سفتی میوه، عملکرد تک‌بوته.

استناد: بیات، ب.، انصاری، م. ح.، دیانت، م. و محمدی ترکشوند، ع. (۱۴۰۰). ارزیابی اثر تغییر فاصله کاشت روی ردیف بر رشد و عملکرد ارقام متفاوت خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus* L.). علوم سبزی‌ها، ۵(۱)، ۷۷-۹۱.

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

عملیات به‌زراعی است که نقش زیادی در جهت بهینه‌سازی فاصله بوته در واحد سطح و افزایش تولید در شرایط گلخانه‌ای ایفا می‌کند (Sonawane *et al.*, 2018; Hamayoun *et al.*, 2011). اعتقاد بر این است که عملکرد محصول در واحد سطح با بالا رفتن تراکم گیاه تا آستانه معینی تمایل به افزایش داشته و پس از آن به‌علت رقابت بین گیاهان روند کاهش در پیش می‌گیرد (Khalid, 2010; Aniekwe & Colle *et al.*, 2017). در اغلب ارقام خیار به‌ویژه ارقام گلخانه‌ای، افزایش تراکم فراتر از حد مطلوب، کیفیت و عملکرد میوه را کاهش داده در حالی که تراکم کم عملکرد و سودآوری را کاهش می‌دهد. ضمن آن که تراکم بیش از حد گیاهان باعث همپوشانی بوته‌ها بر یکدیگر شده و با کاهش نفوذ نور و جریان هوا به داخل پوشش گیاهی، کم‌رنگ شدن میوه‌ها و توسعه بیماری را به‌دنبال خواهند داشت (Lopez *et al.*, 2019; Singh *et al.*, 2015; *al.*). در بسیاری از محصولات سبزی، تراکم بوته علاوه بر رشد و عملکرد، بازارپسندی محصول را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد به‌طوری‌که گزارش‌های متعدد حاکی از آن است که تغییر تراکم کاشت در خیار تعداد میوه تولید شده، شکل میوه، وزن متوسط میوه و عملکرد در واحد سطح را تغییر داده است (Hamayoun *et al.*, 2015; Kumari *et al.*, 2020). همچنین در بین ارقام خیار به‌دلیل وجود تنوع بالا از نظر سطح برگ، تعداد برگ، زاویه برگ، حجم ریشه، تعداد میانگره و ارتفاع بوته و تعداد گل، تراکم مطلوب برای رسیدن به عملکرد پتانسیل هر رقم، متفاوت است؛ بنابراین تراکم کاشت مطلوب به نوع رقم، شرایط گلخانه و فصل کاشت بستگی دارد (Dhillon *et al.*, 2017; Cruz-Coronado & Monge-Perez, 2019; Sanni & Adenubi, 2020).

از این‌رو مطالعه حاضر در جنوب‌شرقی استان تهران، منطقه ورامین، انجام شد که سطح زیر کشت گلخانه‌های خیار این منطقه به بیش از ۲۰۰۰ هکتار می‌رسد، در حالی است که کل سطح زیر کشت گلخانه‌های خیار

خیار (*Cucumis sativus* L.) متعلق به خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae) بوده و در بسیاری از مناطق کشور به‌ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشت می‌شود (Peyvast, 2006) و بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی جهانی، ایران به‌عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان کدوئیان در دنیا، رتبه سوم را به خود اختصاص داده است (FAO, 2019). خیار در اغلب نقاط دنیا به‌صورت تازه‌خوری مورد توجه بوده و در مجموعه گیاهان سالادی و سبزیجات استفاده می‌شود (Pilling *et al.*, 2020). تولید گسترده این گیاه نه‌تنها در فضای باز، بلکه در گلخانه نیز انجام می‌شود، بنابراین برای حصول بیشترین عملکرد و تولید موفق به‌ویژه در کشت‌های گلخانه‌ای، علاوه بر ایجاد یک بستر مطلوب برای رشد گیاه و استفاده از تکنیک‌های زراعی مطابق با آن، باید به راهکارهای مدیریتی نیز برای مواجهه با تنش‌ها و مشکلات احتمالی در طول دوره رشد دست پیدا کرد (Kishor *et al.*, 2010; Maragal *et al.*, 2018; Soltani *et al.*, 2020). در این ارتباط انتخاب ارقام پر محصول، متحمل به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی از جمله کمبود آب، نوسانات نور، اختلاف زیاد دمای روز و شب در اولویت هستند. اگرچه بیش از سه دهه است که تولید خیار گلخانه‌ای با استفاده از ارقام متنوع صورت گرفته است اما هنوز تولیدکنندگان اطلاعات درستی از ارقام خیار گلخانه نداشته (Colle *et al.*, 2017; Feng *et al.*, 2020) و تنها به‌علت پر گل بودن رقم اقدام به کشت آن در فصلی می‌نمایند که مناسب آن فصل نبوده و در نتیجه با مشکلات و افت عملکرد مواجه می‌شوند (Soleimani *et al.*, 2009; Golabadi *et al.*, 2015; Amirian *et al.*, 2020).

از طرف دیگر به‌دلیل بالا بودن هزینه‌های نگهداری گلخانه تمایل به استفاده از کشت‌های متراکم افزایش یافته است (Solgi & Haghghi, 2015). تنظیم فواصل گیاه یا مدیریت تراکم گیاه یکی از مهمترین

ارقام خیار مورد مطالعه، ارقام غالب مورد کشت توسط پرورش‌دهندگان خیار گلخانه‌ای در کشور است و از نظر تعداد گل در بوته متفاوت می‌باشند به طوری که رقم ویولا و یازان جزء ارقام پر گل، رقم کادیر متوسط گل (بیشترین سه گل در هر بند)، رقم یکتا کم گل (بین یک تا دو گل در هر بند) و رقم ساتورن تک گل می‌باشند که از شرکت به‌رویش خریداری شدند.

آزمایش در یک گلخانه ۵۰۰۰ متری با سازه فلزی با دما و نور کنترل شده انجام شد. میانگین دمای روزانه و شبانه گلخانه در طول دوره رشد گیاه به ترتیب 24 ± 3 و 18 ± 3 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵-۷۵ درصد بود. شدت نور داخل گلخانه با یک لوکس متر قابل حمل (E-Corp، مدل TES 1339، ساخت کشور تایوان) اندازه‌گیری شد و بسته ساعات روشنایی روزانه و شدت نور بین ۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لوکس بود. قبل از شروع آزمایش یک نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک گلخانه تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

کشور ۶۵۵۵ هکتار است (Ministry of Jihad-e Agriculture, 2019).

هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی اثر فاصله‌های کاشت روی ردیف بر عملکرد و صفات مرتبط با عملکرد ارقام متنوع خیار گلخانه‌ای در دو سال بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت کشت خارج از فصل گلخانه‌ای (از پاییز تا ابتدای بهار) در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در شهرستان پاکدشت، روستای جمال‌آباد با طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه و ۶۴ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۲۱ متر بالاتر از سطح دریا انجام شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل فاصله بوته‌ها روی ردیف در سه سطح شامل ۳۷، ۴۲ و ۴۷ سانتی‌متر (که بر اساس بررسی منابع و تجربیات گلخانه‌داران تعیین شد) و ارقام خیار (ویولا، یازان، کادیر، ساتورن و یکتا)، بود.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک)

Table 1- Physical and chemical characteristics of experimental field soil (soil depth 0-30 cm)

سال	بافت خاک	نیترژن کل (درصد)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کربن آلی (درصد)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
Year	Soil texture	Total N (%)	K (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	OC (%)		EC (dS m ⁻¹)
2018	لومی رسی	0.68	228	21.2	0.80	7.6	0.83
2019	Loam Clay	0.80	200	24.3	0.93	7.8	1.04

(۱۳۹۷) ۲۰ آبان ماه، انجام شد. به منظور افزایش دقت آزمایش، حفظ تراکم بوته مورد نظر، اجتناب از واکاری و تنک کردن و یکنواختی رشد بوته‌ها، از شیوه کشت نشایی، استفاده شد. نشاءهای ۱۵ روزه، به گلخانه منتقل شدند و سپس کاشت به کمک یک تخته مدرج شده بر اساس فاصله دقیق بوته‌ها در تراکم‌های مورد نظر، انجام شد.

آبیاری به صورت قطره‌ای و کوددهی بر اساس تجزیه خاک برای همه تیمارها به صورت یکسان انجام شد.

قبل از آزمایش کرت‌هایی به طول شش متر با چهار خط کاشت با فاصله یک متر تهیه شد (عرض هر پشته ۰/۵ متر، برای کشت دو ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی پشته، در نظر گرفته شد)، ضمن آن‌که فاصله بین بوته‌ها روی ردیف نیز بر اساس تیمارهای یاد شده مشخص شد؛ بنابراین با فاصله ۳۷، ۴۲ و ۴۷ سانتی‌متر بوته‌ها روی ردیف، به ترتیب ۵/۴، ۴/۸ و ۴/۳ بوته در مترمربع، کشت شد. شایان ذکر است کاشت بذرها در سال اول (۱۳۹۶) کشت در ۱۶ آبان ماه و در سال دوم

Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد گره در ساقه و ارتفاع بوته

مقایسه تعداد گره ساقه نشان داد در بین ارقام خیار، رقم ویولا و ساتورن به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد گره در ساقه را نشان دادند (شکل ۱). با کاهش تراکم بوته تعداد گره ساقه به طور معنی‌دار افزایش یافت (شکل ۲). مقایسه میانگین ارتفاع بوته نیز نشان داد که در رقم‌های ساتورن، کادیر و ویولا با افزایش فاصله بوته‌ها، ارتفاع آن‌ها افزایش یافت و بیشترین ارتفاع بوته در فاصله ۴۷ سانتی‌متر مشاهده شد؛ اما در ارقام یازان و یکتا، بیشترین ارتفاع بوته به ترتیب در ۳۷ و ۴۲ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۲).

ارتفاع بوته از جمله صفاتی است که با تغییر تراکم بوته، تغییر می‌کند به طوری که با افزایش تراکم بوته، رقابت بین بوته‌ها افزایش یافته و ارتفاع بوته‌ها تغییر می‌کند (Tahmasebi *et al.*, 2020; Kumari *et al.*, 2020)؛ ولی در این مطالعه در اغلب ارقام مورد بررسی با کاهش فاصله بوته روی ردیف، ارتفاع بوته افزایش یافت زیرا به دلیل انتخاب فاصله مناسب ۳۷ تا ۴۷ سانتی‌متری بوته‌ها، رقابت بین بوته‌ها کم یا قابل چشم‌پوشی است و بوته‌ها برای دستیابی به نور رقابت نکردند و ممکن است افزایش ارتفاع در تراکم کمتر صرفاً به دلیل فراهم بودن بیشتر مواد غذایی اتفاق افتاده باشد. با این وجود در رقم یازان به دلیل حساسیت خود رقم به نور، افزایش رقابت در فاصله کشت ۳۷ سانتی‌متری مشاهده شد. مشاهدات مشابهی نیز توسط Lopez (۲۰۱۵) و Wahid و Jaffar (۲۰۱۴) گزارش شده است. افزایش ارتفاع بوته نیز به تراکم کاشت، آرایش کاشت، ژنتیک و تعداد میانگه، بستگی دارد. Bahlgardi و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که برای رسیدن به بیشترین عملکرد در واحد سطح، برخی از ارقام را می‌توان با تراکم بالاتری کشت کرد، به عبارت دیگر تراکم‌پذیری بالاتر و رقابت درون‌گونه‌ای پایین‌تر دارند. از طرف دیگر ارتفاع نهایی بوته از طریق طول

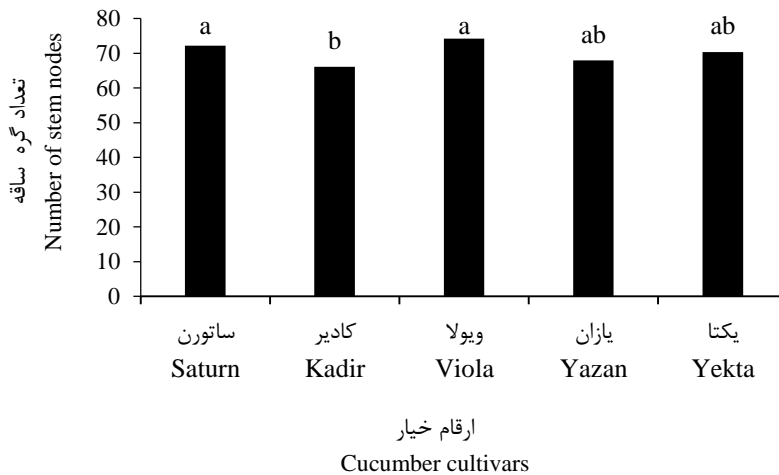
همچنین مراقبت‌های زراعی برای همه تیمارها در طول رشد گیاهان اعمال شد و خسارتی ناشی از آفت و بیماری بر روی گیاهان مورد مطالعه مشاهده نشد. در این مطالعه صفات اندازه‌گیری شده‌ی مربوط به عملکرد میوه (طی شش ماه و در حدود ۶۵ چین خیار) که شامل تعداد میوه، وزن متوسط میوه و عملکرد میوه بود با برداشت میوه پنج بوته از یک مترمربع، به صورت تصادفی، از خطوط میانی و رعایت حاشیه انجام شد. به این ترتیب که میوه‌های برداشت شده از هر بوته شمارش شده و توزین گردید و به عنوان عملکرد تک‌بوته در نظر گرفته شد. وزن متوسط میوه از تقسیم وزن میوه‌های یک بوته به تعداد میوه‌های همان بوته، به دست آمد. همچنین سفتی میوه (با دستگاه سفتی‌سنج میوه دیجیتال STEP SYSTEM مدل RSj300، ساخت آلمان) انجام شد.

علاوه بر این صفات، تعداد گل در هر بند (میانگه)، تعداد میانگه و ارتفاع بوته، وزن برگ، زیست‌توده تر و خشک کل و وزن خشک ریشه از ۱۰ بوته برداشت شده با ریشه، در طول دوره رشد گیاه، اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد گیاه، برای اندازه‌گیری زیست‌توده تر و خشک کل، ابتدا نمونه‌ها به طور کامل همراه با میوه در کیسه‌های نایلونی قرار داده شد و توزین گردید، سپس نمونه‌ها از کیسه‌های نایلونی خارج شد و به ریشه، برگ و ساقه تفکیک و به طور جداگانه درون پاکت‌های کاغذی قرار داده و با استفاده از ترازوی دیجیتالی (R & D، مدل WI3000، ساخت ژاپن) با دقت ۰/۰۰۱ گرم، توزین شدند. برای اندازه‌گیری زیست‌توده خشک کل، نمونه‌ها در داخل آون (TecknoLab مدل KJ25، ساخت آلمان)، در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت، قرار داده شد و سپس توزین گردیدند. ارتفاع بوته نیز با استفاده از متر انجام شد.

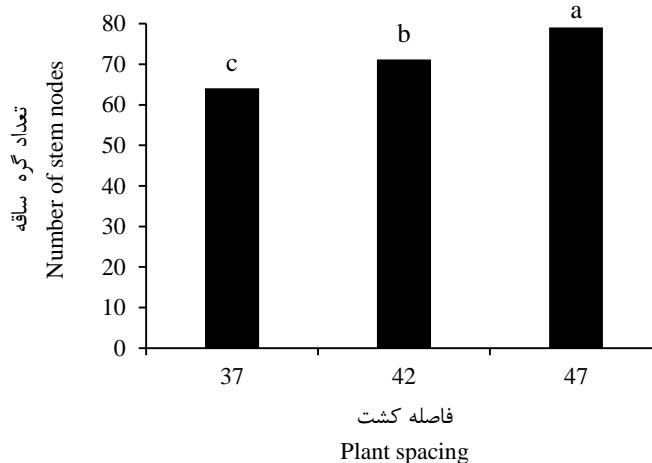
برای تحلیل نتایج، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ تجزیه شد و مقایسه میانگین با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)، در سطح احتمال پنج درصد، انجام شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار

پارتنوکاری تقریباً در همه گره‌ها میوه می‌دهند؛ بنابراین ارقامی که دارای طول میانگره کمتر و تعداد گره بیشتری هستند، برای عملکرد بالاتر بیشتر مورد توجه هستند.

میانگره‌ها و تعداد آن‌ها کنترل می‌شود، ولی نقش طول میانگره‌ها بیشتر از تعداد میانگره بر ارتفاع بوته است (Yılmaz *et al.*, 2014). Sharma و همکاران (۲۰۱۸) به این نتیجه رسیدند که هیبریدهای خیار



شکل ۱- تعداد گره در ساقه ارقام مختلف خیار
Figure 1- Number of nodes in the stem of different cucumber cultivars



شکل ۲- اثر تراکم بر تعداد گره ساقه خیار
Figure 2- The effect of density on the number of nodes of cucumber stems

۴۲ به ۴۷ سانتی‌متر، وزن خشک کل بوته را در این ارقام کاهش داد. در رقم ساتورن افزایش فاصله بوته‌ها از ۳۷ به ۴۲ سانتی‌متر وزن خشک کل بوته ۴/۹ درصد در سال اول و ۵/۶ درصد در سال دوم، افزایش داد و برخلاف دیگر ارقام افزایش فاصله بوته‌ها از ۴۲ به ۴۷ سانتی‌متر وزن خشک کل بوته را ۵۸/۳ درصد در سال اول و ۹/۷ درصد در سال دوم، افزایش داد (جدول ۲).

وزن خشک کل

با افزایش فاصله بوته‌ها از ۳۷ به ۴۲ سانتی‌متر، وزن خشک کل بوته در رقم کادیر ۷۳/۵ درصد در سال اول و ۱۷/۱ درصد در سال دوم، در رقم ویولا ۱۱/۶ درصد در سال اول و ۱۶/۸ درصد در سال دوم، در رقم یازان ۶/۴ درصد در سال اول و ۸/۶ درصد در سال دوم و در رقم یکتا ۷/۵ درصد در سال اول و ۱۲/۵ درصد در سال دوم، افزایش یافت؛ در حالی که افزایش فاصله بوته از

جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش سال × تراکم × رقم بر ارتفاع بوته و وزن خشک خیار

Table 2- Comparison of mean interaction of year × density × cultivar on plant height and dry weight of cucumber

ارقام خیار Cucumber cultivars	فاصله کشت Plant spacing	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)		وزن خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total dry weight (kg ha ⁻¹)	
		۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸
		2018	2019	2018	2019
ساتورن Saturn	37	590 ^{g-l}	699 ^{b-d}	2164 ^l	6506 ^h
	42	613 ^{f-h}	748 ^a	2225 ^{kl}	6681 ^{gh}
کادیر Kadir	47	619 ^{fg}	759 ^a	4200 ⁱ	6993 ^{f-h}
	37	540 ^{mn}	596 ^{g-j}	2408 ^{j-l}	7450 ^{d-f}
ویولا Viola	42	567 ^{j-l}	651 ^{de}	4658 ⁱ	8729 ^b
	47	574 ^{i-l}	668 ^{de}	2642 ^{j-l}	7825 ^{cd}
یازان Yazan	37	524 ⁿ	569 ^{j-l}	2517 ^{j-l}	8021 ^c
	42	542 ^{mn}	602 ^{g-i}	2809 ^j	9407 ^a
یکتا Yekta	47	563 ^{k-m}	642 ^{ef}	2722 ^{jk}	8895 ^{ab}
	37	605 ^{g-i}	730 ^{ab}	2203 ^{kl}	6596 ^h
	42	586 ^{h-l}	693 ^{cd}	2345 ^{j-l}	7169 ^{e-g}
	47	591 ^{g-l}	703 ^{bc}	2316 ^{j-l}	7026 ^{f-h}
	37	560 ^{lm}	638 ^{ef}	2359 ^{j-l}	7218 ^{e-g}
	42	593 ^{g-k}	705 ^{bc}	2538 ^{j-l}	8124 ^c
	47	585 ^{h-l}	690 ^{cd}	2454 ^{j-l}	7638 ^{c-e}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test (P<0.05).

(۲۰۱۵) و Singh و همکاران (۲۰۱۹) از تراکم مناسب به بعد با افزایش تراکم نه تنها زیست‌توده کل تغییری نمی‌کند بلکه عملکرد میوه به شدت به دلیل فشار رقابت درون بوته‌ای و بین بوته‌ها، کاهش می‌یابد. توجه به اینکه وزن برگ‌ها که بخش عمده‌ای از زیست‌توده را شامل می‌شوند، رابطه‌ی بین عملکرد و وزن زیست‌توده نیز نزولی بود به نحوی که ارقام تک‌گل به دلیل داشتن برگ‌هایی طولی‌تر، عریض‌تر و سنگین‌تر، وزن زیست‌توده آن‌ها تا ۲۷۰۰ گرم نیز می‌رسد ولی در ارقام پر گل وزن زیست‌توده بین ۲۳۰۰ تا ۲۴۰۰ گرم قرار دارد. به‌طور کلی وزن زیست‌توده اغلب ارقام در محدوده‌ی ۲۴۵۰ گرم تا ۲۶۰۰ گرم (۶۶ تا ۷۰ تن در هکتار) است که این دامنه نیازمند صرف انرژی فتوسنتزی بیشتری برای زنده نگهداشتن هر بوته است و متعاقب آن انرژی بیشتری برای تولید محصول نیازمند خواهد بود زیرا علاوه بر صرف انرژی برای رساندن هر میوه خیار باید انرژی مورد نیاز برای حجم زیست‌توده بالای بوته نیز تأمین شود.

وزن ریشه

نتایج به‌دست آمده با نتایج Lata و همکاران (۲۰۱۷) بر روی کدو (*Cucurbita pepo* L.) و Adeyeye و همکاران (۲۰۱۷) بر روی خربزه (*Cucumis melo* L.) که افزایش زیست‌توده بوته در واحد سطح با افزایش تراکم بوته را گزارش کردند در تناقض می‌باشد؛ اما با نتایج ELnager (۲۰۱۸) و Sanni و Adenubi (۲۰۲۰) بر روی خیار هماهنگ می‌باشد. علت پایین‌تر بودن زیست‌توده کل در ارقام پر گل در فاصله ۳۷ سانتی‌متر نسبت به ۴۲ سانتی‌متر ممکن است ناشی از افزایش رقابت بین بوته‌ها، عدم توانایی کافی در جذب عناصر غذایی و نیز افزایش تنفس منجر به کاهش زیست‌توده کل در فاصله ۳۷ سانتی‌متر بوده است. Kumari و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که در گیاه خیار با افزایش تراکم، زیست‌توده کل در واحد سطح تا حدی که میزان فتوسنتز از میزان تنفس بیشتر باشد افزایش می‌یابد. در واقع با افزایش تراکم، سایه‌اندازی روی برگ‌های پایینی بیشتر شده و با کاهش فتوسنتز، نسبت تنفس به فتوسنتز در برگ‌های پایینی، افزایش می‌یابد و بنا به عقیده Lopez و همکاران

شد. در رقم ساتورن نیز بیشترین گل در هر بند (۱/۲۸ گل)، از فاصله ردیف ۴۷ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۳).

صفت تعداد گل در هر بند در گیاه خیار بیشتر یک صفت تحت کنترل ژنتیک است اما تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار می‌گیرد برای مثال طول روز یا ساعات روشنایی، تأثیر مستقیم روی آن دارد و با کاهش طول روز، گلدهی در ارقام حساس کاهش می‌یابد (Sharma *et al.*, 2018; Sonawane *et al.*, 2011). بنا به گزارش Sanni و Adenubi (۲۰۲۰) و Qian و همکاران (۲۰۱۹)، افزایش تراکم بوته در واحد سطح، منجر به افزایش سایه‌اندازی بر روی برگ‌های پایینی شده و تعداد گل در بوته را کاهش می‌دهد که می‌تواند مبین نتایج به‌دست آمده باشد. همچنین گزارش شده است که در تراکم‌های بوته بالاتر تعداد گل، تعداد میوه و عملکرد بوته کاهش می‌یابد، در حالی که در تراکم کمتر تعداد گل و تعداد میوه در بوته افزایش می‌یابد (Chaudhary & More, 2002). تحقیقات انجام شده با سایر گونه‌های گیاهی، واکنش‌های مشابه خیار را نشان داده‌اند. در کدو (Bahlgardi *et al.*, 2014) و هندوانه (Nagala *et al.*, 2019)، بیشترین تعداد غنچه گل در بوته با افزایش فاصله روی ردیف افزایش یافت، اما بعد از باز شدن کامل گل‌ها و گرده‌افشانی، ریزش گل‌ها در تراکم‌های کمتر نسبت تراکم‌های بیشتر، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Jaffar & Wahid, 2014).

متوسط وزن خیار

مقایسه میانگین نشان داد که فاصله روی ردیف ۳۷ سانتی‌متر وزن متوسط خیار را در همه ارقام مورد مطالعه نسبت به فاصله ۴۲ و ۴۷ سانتی‌متر، افزایش داد و این افزایش متوسط وزن به جزء رقم ویولا، در سایر ارقام معنی‌دار بود. بیشترین متوسط وزن در رقم ساتورن تحت فاصله ردیف ۳۷ سانتی‌متر (۱۱۶/۱ گرم) مشاهده شد (جدول ۳).

خیار برای عرضه به بازار و بازاری‌پسندی، باید قبل از رسیدگی کامل برداشت شود تا در زمان مصرف کیفیت مناسبی دارا باشد، و برداشت زودتر یا دیرتر، بازاری‌پسندی

مقایسه میانگین نشان داد که وزن ریشه با کاهش فاصله ردیف کاشت از ۴۷ به ۴۲ سانتی‌متر، ۵/۵-۱۳/۶ درصد و از ۴۲ به ۳۷ سانتی‌متر، ۱۴/۸-۲۴/۴ درصد، افزایش یافت. علاوه بر این با مقایسه ارقام در هر فاصله کشت مشخص شد که در فاصله ردیف ۳۷ و ۴۲ سانتی‌متر، رقم ساتورن و در فاصله ردیف ۴۷ سانتی‌متر رقم یازان، بیشترین وزن ریشه را تولید کردند (جدول ۳). همچنین بین وزن ریشه و عملکرد خیار همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۵).

با توجه به اینکه ریشه‌های خیار گلخانه‌ای سطحی بوده و بیشتر حجم ریشه در ۱۵ الی ۲۰ سانتی‌متری سطح خاک قرار دارد، بنابراین وجود ریشه قوی و گسترده در بهبود جذب آب و مواد غذایی مورد توجه است و فاصله کشت انتخابی اثر مستقیم روی این موضوع دارد (ELnager, 2018). در حالی که برخی از محققین معتقدند افزایش حجم ریشه بخش زیادی از موادی که گیاه می‌تواند به اندام‌های زایشی و میوه اختصاص دهد را به رشد ریشه اختصاص داده و منجر به کاهش شاخص برداشت می‌شود (Nweke *et al.*, 2013; Lopez *et al.*, 2015; Dhillon *et al.*, 2017). در این آزمایش نیز بیشترین وزن ریشه‌ها در ارقام تک‌گل که دارای زیست‌توده بالای سطح خاک بیشتری بودند، مشاهده شد از طرف دیگر بیشترین وزن ریشه (در ارقام تک‌گل ۳۸ گرم و در ارقام پر گل ۳۱ گرم) تحت فاصله ۳۷ سانتی‌متر، به‌دست آمد، یعنی با کاهش فاصله بوته رقابت برای جذب آب و مواد غذایی افزایش یافته و گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به رشد ریشه اختصاص داده است. این نتیجه با نتایج Kapuriya و همکاران (۲۰۱۲) و ELnager و همکاران (۲۰۱۸) و Kumari و همکاران (۲۰۲۰) هماهنگ می‌باشد.

تعداد گل در هر بند

نتایج نشان داد که ارقام خیار مورد مطالعه به جزء رقم ساتورن، فاصله بوته ۴۲ سانتی‌متر بیشترین گل در هر بند را نشان دادند و بیشترین تعداد گل در هر بند توسط رقم ویولا (۳/۲۵ گل) تحت فاصله ۴۲ سانتی‌متر، تولید

که افزایش تراکم گیاه منجر به کاهش میانگین وزن میوه شد که با نتایج ما متناقض است.

سفتی میوه

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین سفتی میوه از رقم ویولا (۴/۱۳ کیلوگرم بر سانتی مترمربع) به دست آمد که البته با رقم کادیر (۳/۸۱ کیلوگرم بر سانتی مترمربع)، تفاوت معنی دار نداشت و کمترین سفتی میوه نیز از رقم ساتورن (۳/۲۳ کیلوگرم بر سانتی مترمربع)، مشاهده شد (شکل ۳).

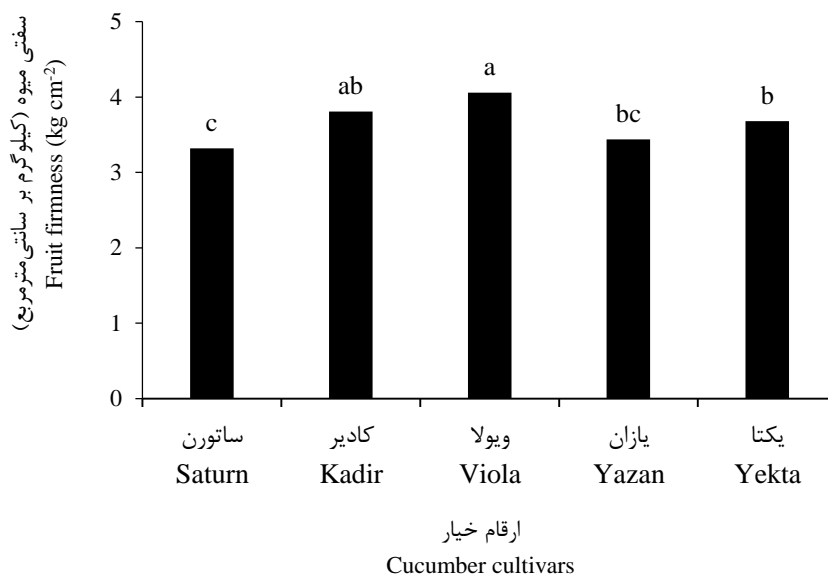
بنا به گزارش Abubaker و همکاران (۲۰۱۰) و Sharma و همکاران (۲۰۱۸) مطابق نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که سفتی میوه ارقام خیار متفاوت بوده و هر رقم سفتی خاصی دارد. در حالی که Dhillon و همکاران (۲۰۱۷)، برخلاف نتیجه مطالعه حاضر، اثر تراکم بوته بر سفتی میوه خیار را معنی دار گزارش کردند و آن‌ها علت را ناشی از تغییر وزن و طول میوه در واکنش به تراکم‌های مختلف بوته معرفی کردند.

را به شدت کاهش می‌دهد. بر این اساس صفت متوسط وزن میوه از نظر قابلیت فروش، از اهمیت زیادی برخوردار است. علت بالاتر بودن متوسط وزن میوه خیار با کاهش فاصله روی ردیف، ناشی از بروز بیشترین رقابت بین بوته‌ها در مرحله قبل از گلدهی می‌باشد که منجر به تولید گل کمتر و در نتیجه تعداد کمتر میوه می‌شود که منتهی به رقابت پایین‌تر درون بوته در مرحله پر شدن میوه‌ها و در نتیجه تولید میوه کمتر با وزن بالاتر می‌شود (Hamayoun *et al.*, 2018). نتایج این آزمایش مبنی بر افزایش وزن میوه در بوته به علت افزایش تراکم، با نتایج برخی از محققان (Wahid & Jaffar, 2014; Sharma *et al.*, 2018) هماهنگ بوده، در حالی که در تناقض با نتایج Kishor و همکاران (۲۰۱۰) و Nemati و همکاران (۲۰۱۱) است که گزارش کردند که تراکم‌های مختلف خیار تأثیر معنی دار بر متوسط وزن میوه نداشت. Amr و Abu-Rayyan (۲۰۰۷) نیز در مطالعه روی کدو و خیار گزارش کردند

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش تراکم × رقم بر وزن متوسط میوه، تعداد کل هر بند، وزن برگ و وزن ریشه خیار
Table 3- Comparison of mean interaction of density × cultivar on average fruit weight, total number of each section, leaf weight and root weight of cucumber

ارقام خیار Cucumber cultivars	فاصله کشت Plant spacing	وزن برگ (گرم در بوته) Leaf weight (g plant ⁻¹)	وزن ریشه (گرم در بوته) Root weight (g plant ⁻¹)	تعداد گل در هر بند Number of flowers in each section	وزن متوسط میوه (گرم) Average weight of fruit (g)
ساتورن Saturn	37	19.20 ^a	43.45 ^a	0.893 ⁱ	116.1 ^a
	42	18.01 ^b	39.76 ^b	1.106 ^j	90.5 ^b
	47	16.13 ^{c-e}	31.70 ^e	1.280 ^{gh}	79.0 ^{bc}
کادیر Kadir	37	16.80 ^{b-d}	39.70 ^b	1.960 ^{de}	65.6 ^c
	42	15.00 ^e	34.48 ^d	2.850 ^b	43.3 ^g
	47	15.93 ^{c-e}	33.18 ^{de}	2.168 ^{dc}	50.1 ^{fg}
ویولا Viola	37	15.66 ^{c-e}	38.93 ^{bc}	2.250 ^c	49.0 ^g
	42	15.13 ^e	33.63 ^d	3.255 ^a	40.3 ^g
	47	15.33 ^{de}	31.85 ^e	2.881 ^b	43.8 ^g
یازان Yazan	37	18.36 ^{ab}	42.00 ^a	1.098 ^{hi}	89.1 ^b
	42	17.01 ^{bc}	37.20 ^c	1.446 ^g	75.5 ^d
	47	16.70 ^{b-d}	34.50 ^d	1.300 ^{gh}	77.8 ^{cd}
یکتا Yekta	37	16.80 ^{b-d}	40.50 ^b	1.530 ^{fg}	66.0 ^{de}
	42	15.71 ^{c-e}	35.33 ^{cd}	2.240 ^c	50.6 ^{fg}
	47	16.63 ^{c-e}	33.30 ^{de}	1.810 ^{ef}	59.1 ^f

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.
Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test (P<0.05).



شکل ۳- سفتی میوه در ارقام مختلف خیار

Figure 3- Fruit firmness of different cucumber cultivars

تعداد میوه
در هر دو سال بیشترین تعداد میوه در رقم ساتورن (۶۴/۹ و ۶۳/۲ میوه به ترتیب در سال اول و دوم) از فاصله ۴۷ سانتی‌متر و در سایر ارقام از فاصله ۴۲ سانتی‌متر، به دست آمد. بیشترین تعداد میوه در بین ارقام و تراکم‌ها در رقم ویولا تحت فاصله کاشت ۴۲ سانتی‌متر (۱۴۴/۹ میوه و ۱۴۷/۴ میوه به ترتیب در سال اول و دوم)، مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش سال × تراکم × رقم بر تعداد میوه، عملکرد تک بوته و عملکرد کل خیار
Table 4- Comparison of mean interaction of year × density × cultivar on number of fruits, yield per plant and total yield of cucumber

ارقام خیار Cucumber cultivars	فاصله کشت Plant spacing	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant		عملکرد تک بوته (کیلوگرم در هکتار) Plant yield (Kg ha ⁻¹)		عملکرد کل (کیلوگرم در بوته) Total yield (Kg ha ⁻¹)	
		۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019
		ساتورن Saturn	37	31.43 ⁱ	32.07 ⁱ	4.003 ^{l-n}	3.313 ^p
	42	48.20 ^{g-i}	48.27 ^{g-i}	4.673 ^{hi}	3.866 ^{l-n}	222527 ^{i-l}	184062 ^{pq}
	47	64.90 ^{gh}	63.23 ^{gh}	5.413 ^e	4.526 ⁱ	235913 ^{f-i}	198862 ^{no}
کادیر Kadir	37	67.87 ^{fg}	68.43 ^{efg}	4.453 ^j	3.800 ^{mn}	240762 ^{e-h}	205243 ^{m-o}
	42	122.40 ^{a-c}	125.20 ^{ab}	5.546 ^{c-e}	5.050 ^{fg}	264157 ^{bc}	240460 ^{e-h}
	47	108.50 ^{b-d}	109.30 ^{b-d}	5.860 ^{bc}	5.066 ^{fg}	249342 ^{d-f}	215582 ^{k-m}
ویولا Viola	37	89.10 ^{d-f}	89.50 ^{d-f}	4.656 ^{hi}	4.086 ^{k-m}	251742 ^{c-e}	220975 ^{j-l}
	42	144.90 ^a	147.40 ^a	5.900 ^b	5.440 ^{de}	280922 ^a	259143 ^{b-d}
	47	137.30 ^a	140.70 ^a	6.396 ^a	5.762 ^{b-d}	272279 ^{ab}	245048 ^{d-g}
یازان Yazan	37	42.20 ^{hi}	42.33 ^{hi}	4.076 ^{k-m}	3.363 ^{op}	220380 ^{j-l}	181724 ^q
	42	64.37 ^{gh}	64.60 ^{gh}	4.923 ^{gh}	4.146 ^{j-l}	234541 ^{g-j}	197511 ^{n-p}
	47	62.67 ^{gh}	63.07 ^{gh}	5.443 ^{de}	4.550 ⁱ	231611 ^{g-j}	193561 ^{o-q}
یکتا Yekta	37	61.90 ^{gh}	61.80 ^{gh}	4.363 ^{i-k}	3.680 ^{no}	230287 ^{h-k}	192650 ^{o-q}
	42	100.30 ^{cd}	101.2 ^{b-d}	5.330 ^{ef}	4.696 ^{hi}	253863 ^{c-e}	223801 ^{i-l}
	47	92.40 ^{de}	92.97 ^d	5.773 ^{b-d}	4.946 ^{gh}	245452 ^{d-g}	210434 ^{l-n}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. Means followed by the same letters in each column are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test (P<0.05).

در سایر ارقام فاصله ۴۲ سانتی‌متر بیشترین عملکرد خیار تولید شد. بیشترین عملکرد در هر دو سال از رقم ویولا تحت فاصله ۴۲ سانتی‌متر (سال اول ۲۸۰۹۲۲ کیلوگرم در هکتار و سال دوم ۲۵۹۱۴۳ کیلوگرم در هکتار)، به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج همبستگی ساده بین عملکرد با سایر صفات نیز نشان داد که عملکرد میوه با همه صفات اندازه‌گیری شده، به‌جز وزن ریشه، همبستگی معنی‌دار داشت اما بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار را با تعداد میوه و سپس با تعداد گل نشان داد؛ اما عملکرد میوه با وزن تر برگ و وزن متوسط میوه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت (جدول ۵).

این نتایج با یافته‌های Jaffar و Wahid (۲۰۱۴) و Singh و همکاران (۲۰۱۹) مبنی بر اینکه ژنوتیپ بر تغییر عملکرد خیار در تراکم‌های مختلف نقش مهمی ایفا می‌کند، مطابقت دارد؛ اما Nemati و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که اثر ارقام (ارقام خیار کالیفرنیا و رویال) بر عملکرد خیار معنی‌دار نبود و نسبت به تغییر تراکم بوته واکنش مشابهی داشتند. افزایش فاصله بوته و کاهش تراکم منجر به افزایش عملکرد تک‌بوته می‌گردد، در حقیقت کاهش تراکم بوته و افزایش فضا برای گیاه با کاهش رقابت همراه بوده و گیاه توان بهره‌برداری از محیط بیشتری خواهد داشت (Dhillon *et al.*, 2017; Hamayoun *et al.*, 2018). به‌طوری‌که بر اساس گزارش Anieke و Anike (۲۰۱۵)، با کاهش تراکم بوته در واحد سطح، افزایش عملکرد تک‌بوته مشاهده شد، بدین صورت که در تراکم ۲/۴، ۲/۱ و ۱/۸ بوته در مترمربع، عملکرد تک‌بوته به‌ترتیب ۴/۴۹، ۵/۸۶ و ۶/۹۳ کیلوگرم در بوته، بود. برعکس با افزایش تراکم بوته و کاهش فاصله بوته‌ها در خطوط کشت رقابت بوته‌های خیار بر سر آب، مواد غذایی، نور و فضای مناسب برای تولید شاخ و برگ و ریشه افزایش می‌یابد، از این‌رو افزایش رقابت بین گیاهان، با کاهش میانگین وزن میوه و عملکرد تک‌بوته همراه خواهد بود (Lopez *et al.*, 2015; Adeyeye *et al.*, 2017). علاوه بر این نتایج حاصل از این تحقیق مبنی بر افزایش عملکرد خیار در مترمربع به‌دلیل

تفاوت ارقام خیار از نظر تعداد میوه تحت تراکم‌های مختلف توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Gaikwad *et al.*, 2011; Singh *et al.*, 2012). تعداد میوه مهمترین صفت تأثیرگذار بر عملکرد نهایی خیار معرفی شده است (Kulture *et al.*, 2017)، در حالی‌که Anieke و Aniekwe (۲۰۱۵)، اظهار داشتند که با افزایش تراکم تعداد میوه در مترمربع افزایش یافت اما میانگین وزن میوه کاهش و تعداد میوه بد شکل، افزایش یافت و عملکرد مطلوب را کاهش داد. در حالی‌که در این مطالعه بین عملکرد میوه و تعداد میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جدول ۵). Singh و همکاران (۲۰۱۹) ضمن به‌دست آوردن نتایج مشابه، در بررسی‌های خود بر روی سطوح مختلف تراکم (فاصله روی ردیف ۳۵، ۴۵، ۵۵ و ۶۵ سانتی‌متر) در گیاه خیار بیان داشتند که در فاصله ۳۵ سانتی‌متر تعداد میوه در بوته نسبت به سایر فاصله‌ها به‌طور معنی‌دار کاهش یافت و بیشترین میوه در بوته در فاصله ۶۵ سانتی‌متر مشاهده شد ولی بیشترین تعداد میوه و عملکرد در واحد سطح از فاصله ۴۵ سانتی‌متر به‌دست آمد. Nemati و همکاران (۲۰۱۱) نیز با بررسی تراکم‌های مختلف کاشت خیار گلخانه‌ای ارقام متوسط گل گزارش کردند که با افزایش فاصله بین گیاهان تعداد میوه در مترمربع کاهش یافت. همچنین در تحقیق به عمل آمده روی کدو (*Cucurbita pepo* L.) مشخص شد که تراکم زیاد گیاه به‌طور معنی‌داری تعداد میوه در واحد سطح را کاهش داد (Lata *et al.*, 2017).

عملکرد خیار

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد تک‌بوته در همه ارقام از فاصله بین بوته ۴۷ سانتی‌متر به‌دست آمد، اگرچه در برخی از ارقام بین فواصل کاشت به لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. بیشترین عملکرد تک‌بوته از رقم ویولا تحت فاصله ۴۷ سانتی‌متر (۶/۳۹۶ کیلوگرم) به‌دست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین عملکرد کل نیز نشان داد که در هر دو سال در رقم ساتورن بیشترین عملکرد کل از فاصله ۴۷ سانتی‌متر و

در واحد سطح افزایش می‌یابد که این افزایش ناشی از افزایش تعداد میوه در واحد سطح و خود مربوط به افزایش تعداد بوته در واحد سطح می‌باشد به عبارت دیگر کاهش وزن و تعداد میوه در بوته در تراکم‌های بالاتر با افزایش تعداد میوه در واحد سطح جبران می‌شود. Aveni و همکاران (۲۰۲۰) با آزمایشی روی تراکم‌های مختلف (فاصله داخل ردیف ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر) بر ارقام خربزه طلایی (*Cucumis melo* L.) گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاه تعداد میوه در بوته در واحد سطح افزایش نشان داد ولی وزن و اندازه میوه‌ها به‌طور چشمگیری کاهش یافت و فاصله ۶۰ سانتی‌متر را بهترین فاصله، برای حصول بیشترین عملکرد، معرفی کردند.

افزایش تراکم در واحد سطح با نتایج Kapuriya و همکاران (۲۰۱۲) و Sanni و Adenubi (۲۰۲۰)، مطابقت دارد، آن‌ها گزارش کردند که عملکرد خیار با افزایش تعداد بوته از ۲/۰ به ۳/۳ و ۱۶/۴۴ به ۱۹/۴۲ و ۲۷/۸۳ کیلوگرم در مترمربع، افزایش یافت. افزایش تراکم ممکن است سبب بهبود شاخص سطح برگ و به‌دنبال آن افزایش جذب نور شود. عملکرد میوه در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی‌دار با تعداد میوه در واحد سطح و وزن میوه داشت (جدول ۵)، در حقیقت افزایش عملکرد در واحد سطح بیشتر مربوط به افزایش تعداد میوه در واحد سطح بوده تا وزن میوه هر چند که در تراکم‌های بالاتر وزن میوه و تعداد میوه در بوته کاهش یافته، اما با این وجود عملکرد

جدول ۵- همبستگی صفات اندازه‌گیری شده خیار

Table 5- Correlation of measured traits of cucumber

صفات Traites	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X2	0.39*									
X3	0.83**	0.03 ^{ns}								
X4	-0.874**	-0.39*	-0.78**							
X5	0.751**	-0.46*	0.77**	-0.51**						
X6	0.515**	0.58**	0.72**	0.36 ^{ns}	-0.85**					
X7	0.72**	0.05 ^{ns}	0.83**	-0.82**	0.72**	-0.68**				
X8	-0.47**	0.49*	-0.68**	0.42**	-0.81**	0.93**	-0.74**			
X9	0.19 ^{ns}	0.57**	0.67**	0.31 ^{ns}	-0.82**	0.98**	-0.61**	0.93**		
X10	-0.36*	0.60**	-0.26 ^{ns}	0.25 ^{ns}	-0.80**	0.97**	-0.56**	0.93**	0.99**	
X11	0.94**	0.61**	0.72**	-0.93**	0.33 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	0.68**	-0.22 ^{ns}	-0.12 ^{ns}	-0.07 ^{ns}

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5 and 1% probability levels, respectively; ns: non significant

↓ عملکرد میوه (X1)، ماده خشک (X2)، تعداد گل (X3)، وزن متوسط میوه (X4)، سفتی میوه (X5)، ارتفاع بوته (X6)، تعداد گره در ساقه (X7)، وزن

تر برگ (X8)، وزن ریشه (X9)، وزن زیست‌توده (X10)، تعداد میوه (X11).

Fruit yield (X1), Dry matter (X2), Number of flowers (X3), Average fruit weight (X4), Fruit firmness (X5), Plant height (X6),

Number of nodes per stem (X7), Leaf fresh weight (X8), Root weight (X9), Biomass weight (X10), Number of fruits (X11).

ارقام مورد مطالعه رقم ویولا و یازان جزء ارقام پر گل، رقم کادیر متوسط گل (بیش از سه گل در هر بند)، رقم یکتا کم گل (بین یک تا دو گل در هر بند) و رقم ساتورن تک‌گل، بودند؛ بنابراین نتایج به‌دست آمده از تغییر عملکرد ارقام خیار تحت تراکم‌های مختلف مورد مطالعه را تا حدودی می‌توان به تغییر تعداد گل هر رقم تعمیم داد. از طرف دیگر مشاهده شد که ارقام چند گل

نتیجه‌گیری کلی

در هر دو سال، بیشترین عملکرد رقم ساتورن در فاصله ۴۷ سانتی‌متر (۲۱۷/۴ تن در هکتار) و در سایر ارقام در فاصله ۴۲ سانتی‌متر تولید شد (میانگین عملکرد دوساله ارقام ویولا، کادیر، یکتا و یازان به ترتیب ۲۷۰/۰، ۲۵۲/۳، ۲۳۸/۸ و ۲۱۶/۰ تن در هکتار بود) و بیشترین عملکرد در رقم ویولا تحت فاصله ۴۲ سانتی‌متر، به‌دست آمد. از

فاصله ۴۷ سانتی‌متر و رقابت بین بوته‌ای برای جذب نور و عناصر غذایی در فاصله ۳۷ سانتی‌متر، باشد؛ بنابراین بر اساس نتایج به‌دست آمده برای ارقام تک‌گل مثل ساتورن فاصله روی ردیف ۴۷ سانتی‌متر و برای ارقام چند گل فاصله روی ردیف ۴۲ سانتی‌متر برای حصول بیشترین عملکرد خیار در گلخانه توصیه می‌شود. برای مطالعات آینده، مشابه مطالعه حاضر، نیز پیشنهاد می‌شود که علاوه بر تراکم بوته، آرایش‌های کاشت مختلف، اندازه‌گیری غلظت برخی از عناصر در برگ و ضریب استهلاک نوری، برای اندازه‌گیری نفوذ نور به قسمت پایین سایه‌انداز گیاهی، مورد بررسی قرار بگیرد.

در فاصله ۴۲ سانتی‌متر و رقم تک‌گل در فاصله ۴۷ سانتی‌متر، بیشترین عملکرد را نشان دادند که نتیجه به‌دست آمده نشان می‌دهد در ارقام تک‌گل حساسیت زیادی به کاهش فاصله‌ی کاشت و افزایش رقابت بین بوته‌ها وجود داشت به‌طوری‌که عملکرد رقم ساتورن در ۴۷ سانتی‌متر از ۲۱۷/۳۸ به ۱۹۷/۸۰ تن در هکتار در فاصله ۳۷ سانتی‌متر کاهش یافت. ولی در مورد ارقام پر گل این روند متفاوت است و در فاصله ۴۲ سانتی‌متر بیشترین عملکرد مشاهده شد و با کاهش یا افزایش از فاصله ۴۲ سانتی‌متری، عملکرد کاهش یافت که این امر می‌تواند ناشی از رقابت درون بوته‌ای بالا بین میوه‌ها در

References

- Abubaker, S., Al-Zubi, Y. & Aburayan, A. (2010). The influence of plant spacing on yield and fruit nitrate concentration of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 6(4), 527-532.
- Adeyeye, A. S., Akanbi, K. K., Olalekan, W. A., Lamidi, H. J., Othman, W. B. & Ishaku, M. A. (2017). The growth and yield performance of sweet melon as affected by planting spacing in north east Nigeria. *Journal of Agriculture and Forest Research*, 4(8), 17-21.
- Amirian, R., Hojati, Z. & Azadi, P. (2020). Male flower induction significantly affects androgenesis in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 95(2), 183-191.
- Amr, A. & Abu-Rayyan, A. (2007). Effect of some cultural practices on the nitrate reductase activity in cucumber and squash. 5th International congress on Food Technology Thessaloniki, Greece, 3, 470-475.
- Aniekwe, N. L. & Anike, N. T. (2015). Effects of different mulching materials and plant densities on the environment, growth and yield of Cucumber. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 8(11), 64-72.
- Ayeni, O. S., Makinde, E. A., Odeyemi, O. M. & Sobukola, O. P. (2020). Plant density due to intra-row spacing on growth, weed control, and yield of Golden melon. *International Journal of Vegetable Science*, 20(1), 1-12.
- Bahlgard, M., Arojee, H. & Azizi, M. (2014). The study of plant density and planting methods on some growth characteristics, seed and oil yield of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* var. styriaca, cv. kaki[®]). *American Journal of Life Science*, 2(5), 319-324.
- Chaudhary, S. M. & More, T. A. (2002). Fertigation, fertilizer and spacing requirement of tropical gynoecious cucumber hybrids. *Acta-Horticulturae*, 588, 233-240.
- Colle, M., Weng, Y., Kang, Y., Ophir, R., Sherman, A. & Grumet, R. (2017). Variation in cucumber fruit size and shape results from multiple components acting pre-anthesis and post-pollination. *Planta*, 246(4), 641-658.
- Cruz-Coronado, J. A. & Monge-Perez, J. E. (2019). Production of mini cucumber (*Cucumis sativus*) grown under greenhouse conditions: evaluation of two genotypes. *Cuadernos de Investigacion UNED*, 11(3), 410-417.
- Dhillon, N. S., Sharma, P., Sharma, K. D. & Kumar, P. (2017). Effect of plant

- density and shoot pruning on yield and quality of polyhouse grown cucumber. *Environment and Ecology*, 35(4), 3023-3026.
- ELnager, M. M. (2018). Effect of nutrition and pruning methods on productivity and quality of Cucumber Hybrids in Greenhouse. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 56(3), 697-708.
 - Faostat, F. A. O. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations-Statistic Division <https://www.Fao.org/faostat/en/#data>.
 - Feng, S., Zhang, J., Mu, Z., Wang, Y., Wen, C., Wu, T. & Wang, H. (2020). Recent progress on the molecular breeding of *Cucumis sativus* L. in China. *Theoretical and Applied Genetics*, 133(5), 1777-1790.
 - Golabadi, M., Golkar, P. & Eghtedary, A. (2015). Combining ability analysis of fruit yield and morphological traits in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 95(2), 377-385.
 - Hamayoun, H., Darwiash, M. O., Tajzadh, A. W., Akramzoi, I. & Aslami, Z. (2018). Response of growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to staking and plant spacing under protected culture. *E-Planet*, 16(2), 147-152.
 - Jaffar, A. & Wahid, F. (2014). Effect of row spacing on growth, yield and yield components of cucumber varieties. *Science Letter*, 2, 33-38.
 - Kapuriya, V. K., Ameta, K. D., Teli, S. K., Chittora, A., Gathala, S. & Yadav, S. (2012). Effect of spacing and training on growth and yield of polyhouse grown cucumber under modified naturally ventilated greenhouse in mid hills of western Himalayas. M. Sc.Thesis, CSKHPKV, Palampur. 122 p.
 - Khalid, A. A. S. (2010). Growth and yield of some cucumber cultivars as affected by plant density and royal jelly application. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 2(2), 131-137.
 - Kishor, S., Tomar, B. S., Balraj, S. & Munshi, A. D. (2010). Effect of season, spacing and planting time on seed yield and quality in cucumber. *Indian Journal of Horticultural Science*, 67, 66-69.
 - Kishor, S., Tomar, B. S., Singh, B. & Munshi, A. D. (2010). Effect of season, spacing and planting time on seed yield and quality in cucumber. *Indian Journal of Horticulture*, 67(1), 66-69.
 - Kulture, F., Bolar, A. N. & Subaes, M. K. (2017). Spacing and genotype affect fruit sugar concentration, yield, and fruit size of muskmelon. *Horticultural Science*, 139, 409-406.
 - Kumari, S., Singh, P., Bhardwaj, A., Kumar, R. & Sharma, R. J. (2020). Effect of fertigation levels and spacing on growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) cv. KPCH-1 grown under polyhouse. *International Journal of Chemical Studies*, 8(3), 1065-1070.
 - Lata, H., Khandekar, R. G., Haldavanekar, P. C., Salvi, V. G. & salvi, B. R. (2017). Effect of spacing and fertilizer levels on growth and yield of zucchini (*Cucurbita pepo* L.). *Journal Coastal Agricultural Research*, 35(2), 25-29.
 - Lopez, J., Leon, J. J. & Amafor, B. M. (2015). Production of cucumber (*Cucumis sativus* L.) depending on the density plantation under greenhouse. *Euro-Scientific Journal*, 11, 24-30.
 - Maragal, S., Singh, A. K., Behera, T. K. & Munshi, A. D. (2018). Planting date and nutrients level affecting flowering, yield and quality of gynococious cucumber under nethouse condition. *Vegetable Science*, 45(1), 38-41.
 - Ministry of Jihad-e Agriculture. (2019). Cultivation database, annual statistics of the Agricultural Jihad Organization of Iran. <http://www.agri-jahad.ir/Statistic>.
 - Nagala, A. M., Gad, A. A., Bardisi, A. & Zyada, H. G. (2019). Effect of plant spacing and apical shoot pinching on growth and productivity of watermelon plants under sandy soilconditions.

- Zagazig Journal of Agricultural Research*, 46(2), 357-365.
- Nemati, S. H. Esmaili, A. A., Davarynejad, G. H. & Persian, M. (2011). The effect of pruning and spacing on yield related traits of three greenhouse cucumber cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 25(1), 9-17. (In Persian)
 - Nweke, I. A., Orji, E. C. & Ijearu, S. I. (2013). The effect of staking and plant spacing on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus*). *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 3(4), 26-31.
 - Peterson, C. J., Moffatt, M. & Erickson, J. R. (1997). Yield stability of hybrid vs. pure line hard winter wheats in regional performance trials. *Crop Science*, 37, 116-120.
 - Peyvast, G. (2006). Vegetable Production. Fourth Edition. Danesh Pazir Press. Rasht, Iran. 485P.
 - Pilling, D., Belanger, J. & Hoffmann, I. (2020). Declining biodiversity for food and agriculture needs urgent global action. *Nature Food*, 1(3), 144-147.
 - Qian, T., Zheng, X., Guo, X., Wen, W., Yang, J. & Lu, S. (2019). Influence of temperature and light gradient on leaf arrangement and geometry in cucumber canopies: Structural phenotyping analysis and modelling. *Information Processing in Agriculture*, 6(2), 224-232
 - Saei, M. (2019). Examining barriers and problems of greenhouse vegetables production in the south of Kerman province. *Journal of Vegetables Sciences*, 3(1), 67-81. (In Persian)
 - Sanni, K. O. & Adenubi, O. O. (2020). Influence of intra row spacing on weed suppression in cucumber (*Cucumis sativus*) production in humid rainforest agro-ecological zone of Lagos, Nigeria. *Global Journal of Ecology*, 5(1), 38-43.
 - Sharma, D., Sharma, V. K. & Kumari, A. (2018). Effect of Spacing and Training on Growth and Yield of Polyhouse Grown Hybrids Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(5), 1844-1852.
 - Singh, B., Singh, D. & Jamwal, V. P. S. (2019). Effect of cultivar, spacing and dose of NPK on vegetative growth, yield, quality and cost benefit ratio of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under naturally ventilated poly house. *The Pharma Innovation Journal*, 8(6), 527-530.
 - Soleimani, A., Ahmadihah, A. & Soleimani, S. (2009). Performance of different greenhouse cucumber cultivars (*Cucumis sativus* L.) in southern Iran. *African Journal of Biotechnology*, 8(17), 1-16.
 - Solgi, M. & Haghghi, M. (2015). Evaluation of pot cultivation of different cultivars of greenhouse cucumber in comparison with cultivation in soil bed. *Journal of Vegetables Sciences*, 1(2), 9-18. (In Persian)
 - Soltani, A., Alimagham, S. M., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E. & van Ittersum, M. K. (2020). Modeling plant production at country level as affected by availability and productivity of land and water. *Agricultural Systems*, 183, 102859.
 - Sonawane, A. G., Dhumal, S. S. & Musmade, A. M. (2011). Variability studies in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Asian Journal Horticulture*, 6(1), 121-125.
 - Tahmasebi, M., Hamidoghli, Y., Rezaei, M. & Hoseini, A. (2020). Effect of different irrigation levels and planting density on yield, yield components and morphological traits of Artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 3(2), 123-134. (In Persian)
 - Yılmaz, E., Sonmez, I. & Demir, H. (2014). Effects of zeolite on seedling quality and nutrient contents of cucumber plant (*Cucumis sativus* L. cv. Mostar F1) grown in different mixtures of growing media. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45(21), 2767-2777.