

Investigating the Production of Onion Set under Hydroponic Cultivation Conditions

Nasser Alamzadeh Ansari^{1✉}, Seyedeh Neda Mousavi²

1- Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2- Master Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Email: Ansari_n@scu.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Soilless cultivation, as one of the modern agricultural methods, can create a balance between world production and consumption per capita and respond to the market's need for food, including onion greens, in a timely manner. The aim of this study was to investigate the possibility of producing onion bulbs under hydroponic conditions. This experiment was conducted in a factorial form and in a randomized complete block design with four planting densities [1, 2, 6, 12] plants per cell and two onion cultivars Ramehramzi and Primavera in three replications in the field of the Horticultural Sciences Department of Shahid Chamran University of Ahvaz during the fall of 2023. The results showed that the main effect of cultivar, density and the interaction effect of cultivar on density on bulb diameter, neck diameter and their ratio to each other, and bulb fresh and dry weight were significant. The highest and lowest bulb diameters were observed in the Primavera cultivar at a density of 1 plant per cell (41.8 mm) and at a density of 12 plants per cell (15.1 mm), respectively. The Primavera cultivar at a density of 1 plant per cell (1.31 g) and the Ramehramzi cultivar at a density of 12 plants per cell (1.9 g) had the highest and lowest fresh bulb weight, respectively. The average production per square meter for the Primavera cultivar at a density of 12 plants per cell was 25411.4 g and for the Ramehramzi cultivar at a density of 12 plants per cell was 17882.35 g. Also, the results of the correlation coefficients between the traits studied in this study showed that there was a significant correlation between the traits studied. According to the results obtained, it can be said that the Primavera cultivar at a density of 1 plant per cell had the highest onion bulb diameter and weight in the hydroponic culture medium.
Article history:	
Received: July 22, 2025	
Revised: Aug 27, 2025	
Accepted: Sep. 01, 2025	
Published: Winter, 2025-2026	
Keywords:	
Cultivation density,	
Onion Cultivar,	
Bulb Diameter,	
Soil Management.	
Cite this article: Alamzadeh Ansari, N., & Mousavi, N. (2025), Investigating the Production of Onion Set under Hydroponic Cultivation Conditions, <i>Soil and Sustainable Development</i> , 1 (3), 236-247.	
DOI: https://doi.org/10.22034/ssd.2025.536286.1034 © The Author(s). Publisher: The University of Jiroft Press	

بررسی تولید سوخچه پیاز تحت شرایط کشت هیدروپونیک

ناصر عالمزاده انصاری^۱✉، سیده ندا موسوی^۲

۱- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. ایمیل: ansari_n@scu.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	کشت بدون خاک به عنوان یکی از روش‌های کشاورزی نوین می‌تواند میان تولید و مصرف سرانه جهان تعادل ایجاد کند و پاسخگوی به موقع نیاز بازار به مواد غذایی از جمله سبزی پیاز باشد. هدف از این پژوهش بررسی امکان تولید سوخچه پیاز تحت شرایط هیدروپونیک بود. این آزمایش به شکل فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تراکم کاشت [۱ و ۲، ۶، ۱۲] بوته در سلول و دو رقم پیاز رامهرمزی و پریمورا در سه تکرار در مزرعه گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز طی پاییز سال زارعی ۱۴۰۲ انجام شد. نتایج نشان داد که اثر اصلی رقم، تراکم و اثر متقابل رقم در تراکم بر قطر سوخچه، قطر گردن و نسبت آن‌ها به هم و وزن تر و خشک سوخچه معنی‌دار بود. به ترتیب بیش‌ترین کم‌ترین قطر سوخچه در رقم پریمورا در تراکم ۱ بوته در سلول (۴۱/۸ میلی‌متر) و در تراکم ۱۲ بوته در سلول (۱۵/۱ میلی‌متر) مشاهده شد. رقم پریمورا در تراکم ۱ بوته در سلول (۳۱/۱ گرم) و رقم رامهرمزی در تراکم ۱۲ بوته در سلول (۱/۹ گرم) به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین وزن تر سوخچه را داشتند. متوسط تولید در متر مربع برای رقم پریمورا در تراکم ۱۲ بوته در سلول ۲۵۴۱۱/۴ گرم و برای رقم رامهرمزی در تراکم ۱۲ بوته در سلول ۱۷۸۸۲/۳۵ گرم بود. هم‌چنین، نتایج ضرایب همبستگی میان صفات بررسی شده در این مطالعه نشان داد همبستگی معنی‌داری بین صفات مورد بررسی وجود دارد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که رقم پریمورا در تراکم ۱ بوته در سلول بیش‌ترین قطر و وزن سوخچه پیاز را در محیط کشت هیدروپونیک به خود اختصاص داد.
واژه‌های کلیدی:	
تراکم کشت،	
رقم پیاز،	
قطر سوخچه،	
مدیریت خاک.	

ارجاع به مقاله: عالمزاده انصاری، ناصر، موسوی، ندا، (۱۴۰۴)، بررسی تولید سوخچه پیاز تحت شرایط کشت هیدروپونیک، مجله خاک و توسعه پایدار، ۱ (۳)، ۲۳۶-۲۴۷.

© نویسندگان، ناشر: انتشارات دانشگاه جیرفت

DOI: <https://doi.org/10.22034/ssd.2025.536286.1034>

مقدمه

کشت و پرورش پیاز یکی از فعالیتهای کشاورزی پرکاربرد در ایران به شمار می‌رود. این فعالیت به دو شیوه کشت مستقیم و غیر مستقیم صورت می‌گیرد (Khan et al., 2021). در روش اول بذر پیاز به‌طور مستقیم در مزرعه‌ای که قرار است رشد و نمو کند، کاشته می‌شود (Khokhar, 2017) و در شیوه کاشت غیرمستقیم از کشت نشاء و سوخ‌چه پیاز استفاده می‌گردد، که نشاء پیاز را می‌توان در خزانه و سینی کشت نیز تولید کرد. در حالی‌که، سوخ‌چه آن از کشت بذر در تراکم زیاد تولید می‌شود (موسوی‌زاده، ۱۳۹۷؛ عالم‌زاده انصاری، ۱۳۸۹). امروزه علم کشاورزی جهت بهبود عملکرد، زودرسی محصول و تنظیم کارآیی مصرف آب و عناصر غذایی، کشت غیرمستقیم پیاز را پیشنهاد می‌کند (عالم‌زاده انصاری، ۱۳۸۹). کاشت سوخ‌چه نسبت به سایر روش‌های تکثیر پیاز حساسیت کمتری به محیط دارد و به دلیل آماده بودن بخشی از فرآیند رشد، زمان کمتری برای برداشت نیاز دارد و در انتها محصول زودرس و قوی‌تری حاصل می‌گردد (O'Connor, 2006). اما با رشد صعودی جمعیت جهان، تولید پیاز با چالش‌هایی نظیر کمبود آب، طولانی بودن فصل رشد و آلودگی و شوری خاک مواجه است. لذا، به‌منظور بهره‌برداری از اراضی غیرقابل کشت و کاهش دوره رشد پیاز می‌توان اقدام به کاشت سوخ‌چه پیاز در سیستم هیدروپونیک کرد. هیدروپونیک یک سیستم کشت کارآمد است که می‌تواند مزایایی برای محیط زیست به همراه داشته باشد (Santos et al., 2021). در این نوع کشت گیاه توسط موادی بی‌اثر مانند پرلیت نگهداری و نیازهای غذایی آن توسط محلول غذایی برطرف می‌گردد که در این صورت عملاً نیاز آن به خاک منتفی می‌گردد (Son et al., 2020). ورما و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای بر رویکردی نوین برای پایداری کشاورزی در شرایط کم‌آبی و محیط شهری، هیدروپونیک را روش کشت عملی و پایدار سبزیجات معرفی کرده‌اند (Verma et al., 2025). محققان گزارش کردند که این سیستم امکان تولید گسترده سبزیجات و سایر محصولات با کیفیت بالا در مناطق شهری و کم‌آب در سطح جهان را فراهم می‌کند. از طرفی، این روش تولید، مصرف آب را بیش از ۵۰ درصد کاهش می‌دهد و بیماری‌های گیاهی را کنترل می‌کند (Sabeh, 2025). لذا، پرورش پیاز در سیستم هیدروپونیک در شرایط مزرعه و تحت نور مستقیم خورشید علاوه بر افزایش بازده و کیفیت این محصول، با بهینه‌سازی و کاهش استفاده از کودهای پرمصرف و سموم کشاورزی، سلامت انسان و حمایت از محیط زیست را نیز در پی خواهد داشت (Karak et al., 2024).

پژوهشگران در مطالعه‌ای، سیستم کشت هیدروپونیک و اثر آن بر رشد، عملکرد و تغذیه پیاز را نسبت به سیستم تولید کشاورزی سنتی (کشت خاکی) مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که توسعه این فناوری جدید برای تولید پیاز اثرات مطلوبی به دنبال دارد. جنبه‌های عملی و اقتصادی کشت پیاز و بازاریابی، نیازمند توجه دقیق به عوامل مختلف دارد. از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به انتخاب رقم و تراکم کاشت اشاره کرد. رقابت درون گونه‌ای بوته‌های ارقام مختلف برای منابع رشدی در تراکم‌های کاشت متفاوت، می‌تواند بر سرعت رشد و توسعه گیاهان تأثیر بگذارد (Dutta et al., 2025). موسوی و عالمزاده انصاری (۲۰۲۵) اثر تراکم کاشت و ژنوتیپ بر تولید نشاء پیاز در شرایط کشت هیدروپونیک را مورد مطالعه قرار دادند. در مطالعه این محققین تراکم کم کاشت در مقایسه با تراکم زیاد تأثیر متفاوتی بر صفات مورفوفیزیولوژی و بیوشیمیایی مورد بررسی داشت. نتایج آن‌ها نشان داد که ارقام مختلف پیاز با توجه به محیط پرورش و ژنتیک خاص، پاسخ متفاوتی به تراکم‌های اعمال شده در یک سلول سینی کشت در سیستم هیدروپونیک داشتند. همچنین، تراکم پایین بوته نسبت به تراکم بالای آن وزن تک بوته پیاز بیشتری داشت (Mousavi & Alemzadeh Ansari, 2025). بنابراین، می‌توان با برگزیدن ژنوتیپ و دامنه تراکم برتر و اتخاذ یک سیستم کشت کم هزینه و بهداشتی، پایداری تولید را ارتقاء و سازگاری با زنجیره اقتصادی را بهبود بخشید (Signore et al., 2024). بر همین اساس هدف از انجام این پژوهش بررسی پتانسیل تولید سوخچه پیاز در شرایط هیدروپونیک بود.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل انجام پژوهش

این پژوهش در فصل پاییز سال ۱۴۰۲ در مزرعه و آزمایشگاه تجزیه کیفی گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز با محدود جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و حدود ۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد.

روش انجام تحقیق

به منظور بررسی اثر تراکم کاشت و رقم بر تولید سوخچه پیاز در محیط کشت هیدروپونیک تحت شرایط مزرعه آزمایشی با دو فاکتور زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت. فاکتور اول تراکم با چهار سطح و فاکتور دوم دو رقم پیاز پریمورا^۱ و

^۱ Primavera

رامهرمزی^۲ انتخاب شد (پیاز پریمورا رقمی وارداتی و روز کوتاه است که بذر آن به رنگ مشکی و محصولش به رنگ زرد روشن می‌باشد. در مناطقی مانند استان کرمان و خوزستان مورد کاشت قرار می‌گیرد؛ در استان خوزستان در پاییز کشت و کار می‌شود و در بهار برداشت می‌گردد. این رقم جز ارقام زودرس بوده و در شمال استان در شهر دزفول، اندیمشک و شوش کشت می‌شود. پیاز رامهرمزی نیز به عنوان رقم ایرانی متوسط رَس بوده که محصول آن به رنگ قرمز می‌باشد. منطقه کشت عمدتاً در اطراف شهرستان رامهرمز بوده، تاریخ کاشت و برداشت آن با پریمورا شباهت دارد، اما برداشت آن حداقل یک ماه پس از پریمورا صورت می‌گیرد؛ از نظر مقاومت به شوری بسیار مقاوم‌تر از ارقام وارداتی است). در تراکم ۱ تعداد یک بذر، در تراکم ۲ تعداد دو بذر، در تراکم ۳ تعداد شش بذر و در تراکم ۴ تعداد دوازده بذر در یک سلول سینی کشت (ابعاد سلول ۳/۵ سانتی‌متر در ۳/۵ سانتی‌متر بود)، کاشت شد. بستر کشت در این آزمایش کوکوپیت + پرلیت به نسبت [۵۰:۵۰] بود که سه مرتبه با آب جوش ضدعفونی و چهار مرتبه با آب خالی شسته شد، سپس جهت خشک شدن بستر به طور کامل به مدت ۴۸ ساعت در آبکش نگهداری شد. آن‌گاه، سینی‌های کشت (۱۰۵ حفره‌ای) ضدعفونی و با بستر کشت پر شد (سطح هر سلول سینی ۱۲/۲۵ سانتی‌متر مربع بود). بذره‌های جوانه‌زده ارقام پیاز با اعمال تراکم درون سینی‌ها کاشت و تا مرحله قلبی شکل گیاهچه‌های پیاز تنها با آب خالی آبیاری شدند و پس از آن به مزرعه انتقال یافتند. سینی‌های کشت در بستر شناور قرار گرفتند. متوسط شدت نور مزرعه حدود ۱۱۶۳ ppfd^۳ بود. گیاهچه‌ها در طول دوره رشد با محلول غذایی هوگلند تغذیه شدند. جدول ۱ مقدار اسیدیت و شوری محلول غذایی هوگلند، بستر کشت و آب تصفیه مورد استفاده را نشان می‌دهد. سوخچه‌ها پس از ۱۳۰ روز برداشت شدند و پس از آن نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و برخی صفات رشدی پیاز مورد بررسی قرار گرفت. قطر سوخچه و قطر گردن توسط کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، وزن تر سوخچه و وزن خشک سوخچه با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) توزین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. مقایسه میانگین‌ها و آنالیزهای آماری بین تیمارها به صورت مجزا صورت گرفت. در انتها، محاسبات آماری داده‌های به‌دست‌آمده در این

^۲ Ramhormozi

^۳ Photosynthetic Photon Flux Density

پژوهش با استفاده نرم‌افزار آماری «SPSS 21» در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون t مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱- میزان اسیدیته و شوری محلول غذایی هوگلند، بستر کشت و آب تصفیه مورد استفاده در تحقیق

بستر و تیمار مورد نیاز	pH	EC (میکرو دسی زیمنس بر متر)
محلول غذایی	۶/۴۹	۲۴۸۲
بستر کشت	۷/۵۶	۵۳/۵
آب تصفیه	۷/۵۹	۱۱۶/۳

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده رقم و تراکم و اثر متقابل رقم در تراکم بر قطر سوخچه، قطر گردن، نسبت قطر سوخچه به قطر گردن، وزن تر سوخچه و وزن خشک سوخچه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات تراکم و رقم بر برخی صفات سوخچه پیاز در شرایط هیدروپونیک

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر سوخچه	قطر گردن	نسبت قطر سوخچه به قطر گردن	وزن تر سوخچه	وزن خشک سوخچه
بلوک	۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۴	۰/۳۴	۱/۴	۰/۰۰۲
رقم	۱	۹**	۳/۴**	۳۹/۸**	۰/۱۱**	۰/۱۲**
تراکم	۳	۶۵۳/۹**	۲۶۸/۸**	۱۶۱۲/۹**	۹۶۸/۱**	۷/۷**
رقم × تراکم	۳	۱۲/۷**	۲/۴**	۱۵۱/۸**	۸/۴**	۰/۱۲**
خطا	۱۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات %		۰/۷۳	۴/۹	۰/۷۶	۱/۷	۱۹

** نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

در جدول ۳ به اثرات اصلی رقم و تراکم بر قطر سوخچه، قطر گردن، نسبت قطر سوخچه به قطر گردن، وزن تر سوخچه و وزن خشک سوخچه اشاره شده است.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تراکم بر قطر سوخچه نشان داد رقم پریمورا در تراکم ۱ بوته در سلول (۴۱/۸ میلی‌متر) و رقم پریمورا در تراکم ۱۲ بوته در سلول (۱۵/۱ میلی‌متر) به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین قطر سوخچه را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۱-الف). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تراکم بر قطر گردن نشان داد بیش‌ترین قطر گردن در رقم رامهرمزی در تراکم ۱ بوته در سلول (۱۵/۴ میلی‌متر) و کم‌ترین آن در رقم پریمورا در تراکم ۶ بوته در سلول (۰/۴۸ میلی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱-ب). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تراکم بر نسبت قطر

سوخچه به قطر گردن نشان داد بیشترین و کمترین نسبت قطر سوخچه به قطر گردن به ترتیب از رقم پریمورا در تراکم ۶ بوته در سلول (۴۴/۱ میلی‌متر) و رقم رامهرمزی در تراکم ۱ بوته در سلول (۲/۵ میلی‌متر) به دست آمد (شکل ۱-پ). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تراکم بر وزن تر سوخچه نشان داد بیشترین و کمترین وزن تر سوخچه به ترتیب در رقم پریمورا در تراکم ۱ بوته در سلول (۳۱/۱ گرم) و رقم رامهرمزی در تراکم ۱۲ بوته در سلول (۱/۹ گرم) مشاهده شد (شکل ۱-ت). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تراکم بر وزن خشک سوخچه نشان داد رقم پریمورا در تراکم ۱ بوته در سلول (۲/۷۴ گرم) بیشترین وزن خشک سوخچه را به خود اختصاص داده است. کمترین وزن خشک سوخچه در رقم رامهرمزی در تراکم ۱۲ بوته در سلول (۰/۲۲ گرم) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با رقم پریمورا در تراکم ۶ و ۱۲ بوته در سلول نداشت (شکل ۱-ث).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات تراکم و رقم بر برخی صفات سوخچه پیاز در شرایط هیدروپونیک

تیمار	قطر سوخچه (mm)	قطر گردن (mm)	نسبت قطر سوخچه به قطر گردن (mm)	وزن تر سوخچه (g)	وزن خشک سوخچه (g)
رقم					
رامهرمزی	۲۷/۹a	۴/۴a	۲۴/۸a	۱۱/۱a	۱/۱a
پریمورا	۲۶/۶b	۳/۶b	۲۷/۴b	۱۱/۲a	۰/۹۷a
تراکم					
۱	۴۰/۵a	۱۴/۰۶a	۲/۹d	۲۹/۶a	۲/۶a
۲	۳۰/۳b	۰/۷۷b	۳۹/۴a	۹/۶b	۰/۹۹b
۶	۲۱/۴c	۰/۶۴c	۳۵/۵b	۳/۲c	۰/۳۰c
۱۲	۱۶/۸d	۰/۶۲c	۲۶/۷c	۲/۳d	۰/۲۳d

ستون‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

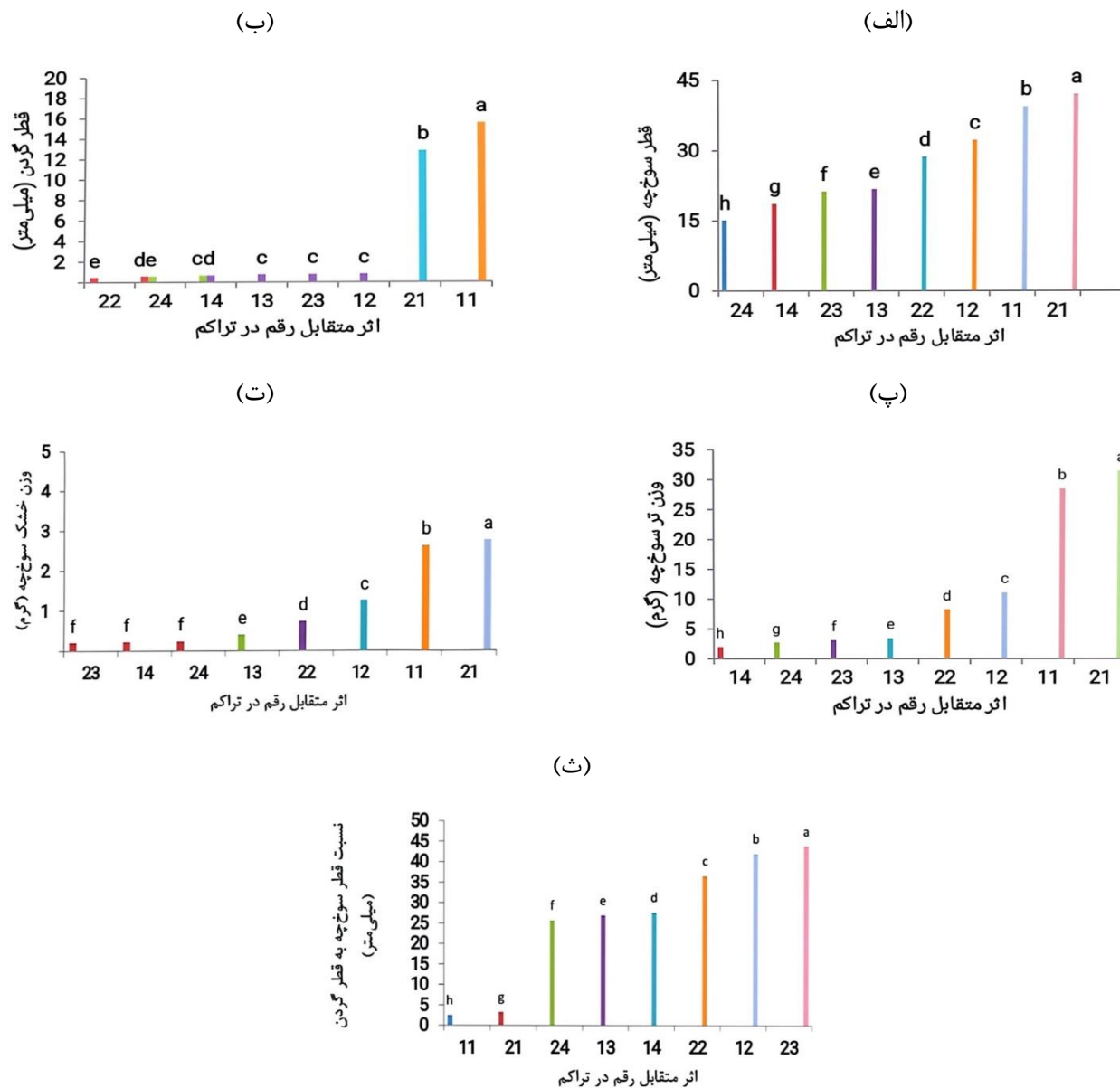
جدول ضرایب همبستگی نیز نتایج همبستگی مثبت و منفی معنی‌دار بین پارامترهای مورد بررسی را نشان داد (جدول ۴).

جدول ۴- ضرایب همبستگی میان برخی از صفات

۵	۴	۳	۲	۱
۱				
			۱	۱
		۱	-۰/۸۹**	-۰/۵۹**
	۱	-۰/۸۰**	۰/۹۵**	۰/۹۴**
۱	۰/۹۹**	-۰/۷۷**	۰/۹۳**	۰/۹۵**

** نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

۱- قطر سوخچه، ۲- قطر گردن، ۳- نسبت قطر سوخچه به قطر گردن، ۴- وزن تر سوخچه و ۵- وزن خشک سوخچه



شکل ۱- تأثیر تراکم بر قطر سوخ‌چه (الف)، قطر گردن (ب)، نسبت قطر سوخ‌چه به قطر گردن (پ)، وزن تر سوخ‌چه (ت) و وزن

خشک سوخ‌چه (ث)

(۱۱) رقم رامهرمزی در تراکم ۱ بوته در سلول، (۱۲) رقم رامهرمزی در تراکم ۲ بوته در سلول، (۱۳) رقم رامهرمزی در تراکم ۶ بوته در سلول، (۱۴) رقم رامهرمزی در تراکم ۱۲ بوته در سلول، (۲۱) رقم پریمورا در تراکم ۱ بوته در سلول، (۲۲) رقم پریمورا در تراکم ۲ بوته در سلول، (۲۳) رقم رامهرمزی در تراکم ۶ بوته در سلول و (۲۴) رقم پریمورا در تراکم ۱۲ بوته در سلول.

بحث

نتایج نشان داد که تفاوت‌های زیادی بین ارقام پیاز وجود دارد. رقم پریمورا علیرغم اینکه یک رقم اصلاح شده در سطح جهانی است، ولی زمانی بهترین رشد و نمو را دارد که به تنهایی رشد کند و زمانی که، گیاهی دیگر حتی از همان رقم در کنار آن قرار می‌گیرد، قادر به رشد مناسبی نسبت به رقم دیگر نیست. مقایسه میانگین‌ها این امر را به خوبی نشان می‌دهد (جدول ۳ و شکل ۱). شاید یکی از دلایل این تفاوت‌ها را بتوان قدرت رقابت این دو رقم با هم دانست. پتانسیل تولید پیاز در شرایط ما بسیار بیش‌تر از مقداری است که هم‌اکنون برداشت می‌شود. در حال حاضر متوسط تولید در ایران ۳۴ تن، اما حداکثر تولید در ایران ۱۳۸ تن می‌باشد (Ansari, 2007). در کشورهای اروپایی کم‌ترین میزان متوسط تولید در هکتار مربوط به کشور بوسنی و هرزگوین با ۹/۵ تن و بیش‌ترین آن مربوط به اسپانیا با ۵۴ تن در هکتار است (Rud et al., 2023)، و پتانسیل تولید در کشور هند ۲۹/۶ تن بیان شده است (Gupta et al., 2024). ارقام مورد ارزیابی در این پژوهش واکنش متفاوتی به تراکم‌های کاشت بررسی شده نشان دادند. این تفاوت‌ها می‌تواند حاصل از تنوع در ساختار ژنتیکی ارقام باشد. از طرفی، خواص فیزیکی محیط رشد، پاسخ ارقام به تراکم‌های مختلف و محیط کشت هیدروپونیک می‌توانند تأثیر بسزایی بر رشد گیاهان داشته باشند که با یافته‌های اکثر محققین در این زمینه سازگار است (Siagian et al., 2022; Seth et al., 2025; Shi et al., 2025; Baruwa et al., 2025).

پژوهشگران در بررسی خود بر تولید آندیو، تحت سیستم‌های مختلف هیدروپونیک و چند محلول غذایی متفاوت بیان کردند که کاربرد محلول غذایی در کشت بدون خاک بر تمام اجزای گیاه نظیر قطر ساقه، اثر افزایشی دارد. هم‌چنین، در این محیط کشت، گیاهان با کیفیت‌تر و مطلوب‌تر به دست آمد (Oliveira et al., 2025). حسن‌زاده خانکهدانی و همکاران (۱۳۹۸) در کتاب راهنمای پیاز خوراکی ذکر کردند اساسی‌ترین فاکتور مؤثر در تولید پیاز از طریق سوخ‌چه، قطر آن می‌باشد. در صورتی که قطر سوخ‌چه به بیش از ۲/۵ سانتی‌متر برسد، پس از کشت تولید شاخه گل‌دهنده می‌کند. بنابراین این عارضه از لحاظ فیزیولوژیکی اهمیت فراوانی دارد و نباید قطر سوخ‌چه از حد معینی بیش‌تر شود. از طرفی جونز (۲۰۱۶) بیان کرد تراکم بالا جذب مواد معدنی را مختل می‌کند (Jones, 2016). به طوری که، بروس‌تر (۲۰۰۸) در پژوهش‌های خود دریافت کم‌ترین قطر سوخ‌چه در بالاترین تراکم کاشت بوته در واحد سطح مشاهده شد، و با کاهش تراکم قطر سوخ‌چه پیاز افزایش یافت (Brewster, 2008) که با نتایج آزمایش ما مطابقت داشت. این محقق بیان داشت به

دلیل سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها، دسترسی آسان‌تر بوته‌ها به CO_2 و منبع نوری جهت رشد و توسعه گیاهچه‌ها، افزایش فرآیند فتوسنتز و در نتیجه نبود محدودیت ذخیره‌سازی مواد در سوخچه‌ها در تراکم‌های کم باعث افزایش قطر سوخچه و گردن می‌گردد.

محققان در مطالعه‌ای با چهار رقم پیاز و سه سطح تراکم (فاصله بین ردیف‌ها ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر) نشان دادند که بزرگ‌ترین قطر پیاز در تراکم کم و کوچک‌ترین آن‌ها در تراکم زیاد به‌دست آمد، اما بیش‌ترین عملکرد سوخ پیاز در تراکم زیاد و کم‌ترین آن در تراکم کم به‌دست آمد. تراکم بیش‌تر بوته موجب افزایش وزن کلی گیاهان در واحد سطح شد. در عین حال، وزن تک بوته در واحد سطح کاهش یافت. آن‌ها بیان داشتند ممکن است این امر به دلیل کاهش میزان غذاسازی تک بوته‌ها همراه با کاهش سطح برگ به سبب دسترسی سخت بوته‌ها به منابع تغذیه‌ای در تراکم‌های بالا اتفاق افتاده باشد (Yeshiwas et al., 2024). نتایج همبستگی میان صفات مورد بررسی در این پژوهش نشان داد که صفات، همبستگی مثبت و منفی چشمگیری با یک‌دیگر داشتند (جدول ۴). نتایج رش (۲۰۲۲) بر تولید پیاز در تراکم‌های مختلف کشت در سیستم هیدروپونیک نشان داد همبستگی معنی‌داری بین تراکم کاشت و صفات مورفولوژیکی مختلف پیاز وجود دارد. این محقق بیان داشت در تراکم‌های بالاتر، رقابت برای مواد مغذی منجر به کاهش سایز قطر پیاز و به دنبال آن کاهش وزن تازه و خشک کلی گیاه شده است (Resh, 2022). هم‌چنین، موسوی و عالمزاده انصاری (۲۰۲۵) از طریق تجزیه و تحلیل همبستگی میان صفات مورد مطالعه در بررسی تأثیر تراکم و رقم بر تولید نشاء پیاز در سیستم کشت شناور نشان دادند که ارقام ایرانی و وارداتی پیاز در تراکم کاشت مختلف اثر معنی‌داری بر صفات رشدی و بیوشیمیایی آن داشتند. تراکم کم کاشت بر وزن تک بوته اثر افزایشی داشت (Mousavi and Alemzadeh Ansari, 2025).

نتیجه‌گیری

تراکم گیاهان نقش مهمی در تولید سوخچه‌های تولیدی دارد. تراکم کم‌تر بوته‌ها (۱ بوته در سلول) منجر به افزایش قطر سوخچه، قطر گردن و وزن تر و خشک سوخچه پیاز شد. در مقابل، تراکم‌های بیش‌تر (۱۲ بوته در سلول) باعث کاهش صفات رشدی پیاز شد. درواقع دسترسی راحت بوته‌ها به مواد مغذی کافی و جریان مناسب هوا موجب بهبود رشد شده است. رقم پریمورا عملکرد برتری نسبت به رقم رامهرمزی از لحاظ صفاتی مانند قطر سوخچه، وزن تر و خشک

سوخ چه داشت، که از این لحاظ توصیه می‌شود. از سوی دیگر، اگر هدف تولید برای کشاورزان عملکرد بالا در واحد سطح باشد تراکم ۱۲ بوته پیشنهاد می‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد که تولید سوخ چه پیاز در شرایط هیدروپونیک در فضای آزاد امکان‌پذیر است. بنابراین، این روش کشت می‌تواند یک گزینه مناسب تولید پیاز در کوتاه مدت باشد. زیرا کشت هیدروپونیک با کنترل دقیق‌تر مواد مغذی، می‌تواند بازده بالاتر و با کیفیت بیش‌تری در زمان کم‌تری نسبت به کشاورزی سنتی داشته باشد. از سویی دیگر، این روش کشت می‌تواند پتانسیل واقعی ارقام را موجب شود. هم‌چنین، این مطالعه نشان داد که سیستم هیدروپونیک پتانسیل تولید پیاز ۴ تا ۸ برابر شرایط عادی را دارا می‌باشد. لذا، با مقایسه ساده می‌توان پتانسیل تولید را با تغییرات جزیی در سیستم‌های کشت، داشت و برداشت افزایش چشم‌گیری داد. به عنوان نمونه، پتانسیل عملی رقم پریمورا ۲۵۰ تن در هکتار در تراکم یک بوته و رقم رامهرمزی ۲۳۰ تن در هکتار می‌باشد. لذا، با مقایسه ساده می‌توان پتانسیل تولید را با تغییرات جزیی در سیستم‌های کاشت، داشت و برداشت افزایش چشم‌گیری داد.

منابع مورد استفاده

- حسن‌زاده خانکهدانی، ح.، م.، خدادادی، و ع.، شهریار. ۱۳۹۸. راهنمای پیاز خوراکی. چاپ اول، نشر آموزش کشاورزی، ۲۱۶ صفحه.
- عالم‌زاده انصاری، ن. ۱۳۸۹. پیاز. جلد اول، چاپ اول، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- موسوی‌زاده، س. ۱۳۹۷. آشنایی با روش‌های کشت نشایی و مستقیم بذر پیاز. جلد اول، چاپ اول، نشر آموزش کشاورزی، صفحه ۲۸-۲۰.
- Ansari, N.A. (2007). Onion cultivation and production in Iran. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1(2), 26-38.
- Brewster, J. (2008). Onions and Other Vegetable Alliums. *CABI*. 413. ISBN: 978-1-84593-399-9.
- Baruwa, O.M., Bamigboye, S.O., Sogoni, A., Lawal, A.O., & Jimoh, M.O. (2025). Underutilized Plants and Hidden Hunger: Suitability of Hydroponics for Achieving Diet Diversity. *In Food Security and Nutrition (pp. 169-184)*. CRC Press.
- Dutta, M., Gupta, D., & Juneja, S. (2025). Machine learning insights for sustainable hydroponic cultivation and growth monitoring of allium cepa using smart hydro kit. *Science of the Rep* 15, 10164. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82920-8>
- Gupta, A.J., Khade, Y.P., Benke, A.P., Mainkar, P., Gedam, P.A., Mahajan, V., & Singh, M. (2024). Assessing onion genotypes stability and potential in diverse Indian environments. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2360606.
- Jones Jr., J.B. (2016). *Hydroponics: a practical guide for the soilless grower*. 2nd Ed., CRC press, ISBN 9780849331671, 438 Pages, 84 B/W Illustrations.
- Khokhar, K.M. (2017). Environmental and effects on bulb genotypic development in onion—a review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92(5): 448-454
- Khan, M.A., Wohab, M.A., Rahman, M.M., & Alam, M.M. (2021). Use of high-speed rotary tiller and power tiller operated seeder for onion (*Allium cepa* L.) cultivation. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 6(3), 334-340.
- Karak, C., Marandi, S., Chakraborty, S., Das, P., Bhutia, P., Choudhuri, P., & Thakur P.K. (2024). Implications of Low Cost Hydroponic System for Growth, Yield and Quality Attributes of Sukhsagar Cultivar of Onion (*Allium cepa* L.). doi: 10.20944/preprints202412.0032.v1

- Mousavi, S.N., & Alemzadeh Ansari, N. (2025). Investigating the Effect of Density and Cultivar on Onion Seedling Production in a Floating Culture System. *Journal Greenhouse Plant Production*, 17(1). <https://doi.org/10.61186/gppj.2.1.1>
- O'Connor, D. (2006). Production of onion sets and onions from sets. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 64, 181-187.
- Oliveira, F., D.A.D., Dantas, R.A., Ramos, L.M., Oliveira, M., J.D.S., Pinto, F.F., Oliveira, M., K.D., & Dias, V., D.L. (2025). Endive production under different hydroponic systems and electrical conductivities of the nutrient solution. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 29(7), e291132.
- Resh, H.M. (2022). Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. CRC press.
- Rud, V.P., Mohylina, O.M., Terokhina, L.A., & Iljinova, Y.M. (2023). Global overview of the onion market and production prospects in Ukraine. *Vegetable and Melon Growing*, (73), 97-105.
- Son, J.E., Kim, H.J., & Ahn, T.I. (2020). *Hydroponic systems*. In *Plant factory* (pp. 273-283). Academic Press.
- Santos, J.E., Luz, J., M.Q., Oliveira, R.C., Almeida, R.F., Silva, J.R., & Lana, R., M.Q. (2021). Establishment of hydroponic nutrient solution to the cultivation of green onion. *Comunicata Scientiae*, 12, e3775-e3775.
- Siagian, T., E.N., Sasmita, E.R., & Irawati, E.B. (2022). The Growth and Yield Responses of Shallot (*Allium Ascalonicum* L.) to Plant Spacing and Tuber Cutting by NFT Hydroponic. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1018, No. 1, p. 012020). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/1018/1/012020.
- Signore, A., Somma, A., Leoni, B., & Santamaria, P. (2024). Optimising sowing density for microgreens production in rapini, kale and cress. *Horticulturae*, 10(3), 274. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030274>
- Seth, T., Mishra, G.P., Chattopadhyay, A., Roy, P.D., Devi, M., Sahu, A., & Nair, R.M. (2025). Microgreens: *Functional Food for Nutrition and Dietary Diversification*. *Plants*, 14(4), 526. doi: [10.3390/plants14040526](https://doi.org/10.3390/plants14040526)
- Shi, X., Shi, C., Tablada, A., Guan, X., Cui, M., Rong, Y., & Xie, X. (2025). A Review of Research Progress in Vertical Farming on Façades: Design, Technology, and Benefits. *Sustainability*, 17(3), 921. <https://doi.org/10.3390/su17030921>
- Sabeh, N.C. (2025). How to Increase Water Use Efficiency with Controlled Environment Agriculture. *Dr. Greenhouse, Agriculture, Anytime, Anywhere*.
- Verma, V.C., Acharya, S., & Kumar, K. (2025). Hydroponics: A Novel Approach to Sustain Agriculture in Water-Deficit and Urban Environment. In: Al-Khayri, J.M., Yatoo, A.M., Jain, S.M., Penna, S. (eds) *Handbook of Agricultural Technologies*. Springer, Singapore.
- Yeshiwas, Y., Alemayehu, M., & Adgo, E. (2024). Influence of cultivar and plant density on the growth, bulb yield and quality traits of onion (*Allium cepa* L.). *Scientific Reports*, 14(1), 30729.