University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

The Effect of Chemical Fertilizers and Poultry Manure Combination on Yield, Nitrate Accumulation, Color and Firmness of Two Cucumber Cultivars

Fariba Bayat✉ [1], **Khosro Parvizi** [2], **Rasoul Maleki** [3]

1. Corresponding Author, Agricultural Engineering Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran. Email: f.bayat@areeo.ac.ir
2. Horticulture Crops Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran. Email: k.parvizi@areeo.ac.ir
3. Sahar Food Industry, Hamedan, Iran. Email: rd@saharfood.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 21 September 2021

Received: 3 February 2023

Accepted: 14 February 2023

Published online: 21 March 2023

Keywords:

Chlorophyll

Micronutrient fertilizer

Moisture content

Nitrate.

Tissue Firmness.

ABSTRACT

In order to investigate the role of nutrients on yield and quality of two commercial cucumber cultivars, Royal and Hike, the effect of poultry manure at levels of 0, 6, and 12 tons per hectare and chemical fertilizers in four different combinations including the one-time application of 50 kg of urea without micronutrient fertilizer; one-time application of 109 kg ammonium sulfate without micronutrient fertilizer; application of urea, phosphorus, and potassium fertilizers as well as complete micronutrient fertilizer according to soil test; and ammonium sulfate, phosphorus, and potassium fertilizers as well as complete micronutrient fertilizer according to soil test, were studied at three harvesting time. Total yield increased in both cultivars by using fertilizers consisting of poultry manure in the amount of 6 tons per hectare in combination with urea, phosphorus, potassium, and complete micronutrient fertilizers based on soil tests. With increasing poultry manure, the quantity of nitrate accumulation increased, but it was below the allowed threshold in all treatments. In most treatments, tissue firmness in the first and second harvests was higher than in the third harvest and its amount decreased with more nitrogen application. In the Hike cultivar, at all levels of chemical fertilizers, the amount of chlorophyll accumulation in the first and third harvests was higher than in the second harvest. The green color index in the Royal cultivar increased with the application of ammonium sulfate and poultry manure fertilizers. In total, the consumption of six tons of poultry manure with chemical fertilizers based on soil tests and also foliar application of the micronutrient fertilizers improved the yield and quality of cucumber fruit..

Cite this article: Bayat, F., Parvizi, KH.; Maleki, R (2023). The Effect of Chemical Fertilizers and Poultry Manure Combination on Yield, Nitrate Accumulation, Color and Firmness of Two Cucumber Cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (1), 33-48. DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.330889.1970

© The Author(s).

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.330889.1970

Publisher: University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

Usually, to increase the yield of cucumber the farmers in different regions of Hamedan use 10 tons per hectare of poultry manure before planting, and regardless of the soil test, urea fertilizer consumes in the amount of 150 to 200 kg per hectare in two stages of planting time and secondary stem formation, through injection in irrigation water or top dressing. This method of fertilizing cucumber is far from the standard and optimal principles of cucumber nutrition and will cause problems for its sustainable production. Poultry manure as an organic fertilizer is rich in nitrogen and has an adequate quantity of other elements. Nevertheless, indiscriminately use of it without conducting a soil test can be destructive and leads the soil to be out of nutrition balance. For the sustainable production of cucumbers, the nutritional program should be optimized based on the soil test and fertilizer recommendations. Therefore, in this research, the effects of different combinations of poultry manure and chemical fertilizers on the quantity and the quality of cucumbers were investigated

according to soil test results, to provide sufficient and optimal nutritional requirements in cucumbers.

Materials and Methods

This research was carried out in 2018 at the Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, located in the west of Iran at longitude 48°32'01" E and latitude 34°52'48" N at 1729 meters above sea level. Cucumber cultivars, Hike and Royal, were planted as a strip factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications in separate experiments. Factors included harvesting time, poultry manure, and chemical fertilizer. Cucumbers were harvested at three dates (the first, middle, and last growing periods), and poultry manure was consumed at 0, 6, and 12 tons per hectare. Chemical fertilizers used at four levels consisting of 50 kg urea without considering a soil test (regional custom); 109 kg ammonium sulfate without considering a soil test; urea, phosphorus, potassium as well as micronutrients (according to the soil test); and ammonium sulfate, phosphorus, and potassium sulfate as well as micronutrients (according to the soil test). Micronutrients were applied, using the foliar spraying method. Cucumbers were planted in rows with a distance between the rows and plants of 0.4 × 1.5 meters. The length of the planting row in each treatment and the corresponding repetition was considered 15 meters. Cucumbers were irrigated by drip method, using 16 mm pipes with a distance of 30 cm between the droplets. The amount of poultry manure, based on each treatment was evenly distributed and mixed with the soil at a distance of 10 cm from the planting site of the seedlings. Yield, moisture content, color index, nitrate, and tissue firmness were measured for every cultivar at each harvesting date. For measuring yield, cucumbers with a length of 6 to 10 cm were harvested continuously (every two days) during 35-40 days after planting and weighed.

Results and Discussion

The results showed that the application of six tons per hectare of poultry manure in combination with urea, phosphorus, potassium, and complete micronutrient fertilizers based on soil test results, caused a significant increase in total yield. With increasing poultry manure, nitrate accumulation increased, but the nitrate content of all treatments was below the allowed threshold. The cucumber tissue firmness in the first and second harvests was higher than in the third harvest and decreased with more nitrogen application. In the Hike cultivar with chemical fertilizer treatments, chlorophyll accumulation in the first and third harvests was higher than the second. In the Royal cultivar, increasing in ammonium sulfate consumption led to an increase in the green color index of cucumbers. The consumption of six tons of poultry manure and chemical fertilizers, based on soil tests and foliar application of micronutrient fertilizers, improved the yield and quality of cucumber. The addition of poultry manure combined with chemical fertilizers by soil test, compared to without soil test, increased cucumber yield significantly. Increase of yield and quality of the cucumbers is not feasible, only by using poultry manure as a rich source of soil nutrition. Indeed, it needs chemical fertilizers for better growth and more yield. As there is no significant difference between 6 and 12 tons poultry manure, therefore the consumption of 6 tons per hectare of poultry manure is sufficient. Among the chemical fertilizers, ammonium sulfate is absorbed by cucumbers faster than urea, due to the low energy for absorption. Using ammonium sulfate and poultry manure at 6 tons per hectare causes the reduction of nitrate content in the plant. In most treatments, the firmness of the cucumbers was higher in the first and second harvests, compare with the third harvest, which is due to fruiting and an increase in the rate of absorption and use of photosynthetic substances in these stages of cucumber plant growth. The inverse linear relationship between the firmness of cucumbers and their moisture content showed that poultry manure and chemical fertilizers consumption, especially ammonium sulfate used with a soil test increase the osmotic potential of cucumbers, notably in the Royal cultivar. Increasing both of the fertilizers has a conspicuous effect on the moisture content of the cucumbers.

Conclusion

In general, the use of poultry manure at two levels of 6 and 12 tons per hectare caused a significant increase in cucumber yield, compared to not using poultry manure. The treatments of chemical fertilizer application based on soil tests in combination with foliar spraying of complete micronutrient fertilizer caused a significant increase in cucumber yield, texture firmness, and green color intensity, compared to the one-time use of urea fertilizer without any soil test. The effect of harvesting time on the amount of chlorophyll accumulation in both cultivars in the second harvest, when the plant had the highest number of flowers and fruits, was lower than in the first and third harvest stages.

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۴، شماره ۱

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

اثر ترکیب کودهای شیمیایی و مرغی بر عملکرد، تجمع نیترات، رنگ و سفتی بافت دو رقم خیار

فریبا بیات✉ [۱] | خسرو پرویزی [۲] | رسول مالکی [۳]

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران. رایانامه: f.bayat@areeo.ac.ir

۲. بخش تحقیقات علوم زراعی – باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران. رایانامه: k.parvizi@areeo.ac.ir

۳. شرکت صنایع غذایی سحر، همدان، ایران. رایانامه: rd@saharfood.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:
تغذیه کودی، رطوبت، سفتی بافت، کلروفیل، نیترات.

چکیده

برای بررسی نقش تغذیه بر عملکرد و کیفیت دو رقم تجاری خیار با نام‌های رویال و هایک، اثر کودهای مرغی در سه سطح ۰، ۶ و ۱۲ تن در هکتار و شیمیایی در چهار ترکیب شامل مصرف یک نوبتی ۵۰ کیلوگرم اوره بدون کود ریزمغذی، مصرف یک نوبتی ۱۰۹ کیلوگرم سولفات آمونیم بدون کود ریزمغذی‌ها، مصرف کود اوره، فسفر، پتاسیم و کود کامل ریزمغذی‌ها مطابق آزمون خاک و مصرف کود سولفات آمونیوم، فسفر، پتاسیم و همچنین کود کامل ریزمغذی‌ها مطابق آزمون خاک در سه مرحله برداشت مطالعه شد. کود مرغی به‌مقدار ۶ تن در هکتار به‌همراه مصرف کودهای اوره، فسفر، پتاسیم و همچنین کود کامل ریزمغذی‌ها مطابق آزمون خاک، سبب افزایش معنی‌دار عملکرد کل در هر دو رقم شد. با افزایش مصرف کود مرغی، تجمع نیترات در خیار افزایش یافت، ولی مقدار آن در همه تیمارهای کودی در هر دو رقم زیر آستانه مجاز بود. سفتی بافت در بیشتر تیمارهای کودی، در برداشت‌های اول و دوم بیشتر از برداشت سوم بود و مقدار آن با مصرف بیشتر نیتروژن کاهش یافت. در رقم هایک، تجمع کلروفیل در کلیه سطوح کود شیمیایی برداشت‌های اول و سوم، بیشتر از مرحله دوم برداشت بود. در رقم رویال، شاخص رنگ سبز با مصرف تیمارهای کود مرغی و کود شیمیایی از منبع سولفات آمونیوم افزایش یافت. در مجموع مصرف ۶ تن کود مرغی و کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک و نیز محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی سبب بهبود عملکرد و کیفیت خیار شد.

استناد: بیات، فریبا؛ پرویزی، خسرو؛ و مالکی، رسول (۱۴۰۲). اثر ترکیب کودهای شیمیایی و مرغی بر عملکرد، تجمع نیترات، رنگ و سفتی بافت دو رقم خیار. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۴ (۱)، ۴۸-۳۳. DOI: DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.330889.1970

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.330889.1970

مقدمه

خیار[1] گیاهی یکساله از خانواده کدوئیان است و یکی از مهم‌ترین سبزی‌هایی است که در بیشتر نقاط جهان از جمله ایران به صورت کشت باز یا گلخانه‌ای کشت می‌شود (Jasso-Chaverria *et al*., 2005). عوامل متعددی بر کمیت و کیفیت خیار اثر دارد که از این میان نقش عوامل تغذیه‌ای بسیار مهم است و تغذیه متعادل با کودهای آلی و شیمیایی اثر قابل توجهی بر جنبه‌های کمی و کیفی این محصول دارد (Souri *et al*., 2017). مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی، سبب تجمع نیترات می‌شود که مقدار کود، نوع کود، سرعت آزادشدن و روش مصرف آن بر تجمع نیترات در سبزی‌ها اثرگذار است. نیترات برای انسان یک ماده سمی نیست، ولی نیتریت حاصل از احیای آن می‌تواند با آمین‌ها ترکیب شده و تشکیل نیتروزآمین را بدهد که ماده‌ای سرطان‌زاست (Tabatabaei *et al*., 2005). بیشترین مقدار نیتراتی که روزانه می‌تواند وارد بدن شود، کمتر از ۳/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن است (Santamaria *et al*., 1999؛ CECSCF, 1992).

استان همدان با تولید ۹۷,۷۶۳ تن خیار در سال زراعی ۹۹–۹۸، یکی از مناطق عمده تولید خیار تابستانه و پائیزه در کشور است (Hamedan Agricultural Jihad Organization, 2021). معمولاً کشاورزان منطقه بر اساس عرف موجود اقدام به مصرف کود مرغی قبل از کشت به میزان ۱۰ تن در هکتار نموده و از بین کودهای شیمیایی بدون توجه به آزمون خاک از کود اوره به مقدار ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و در دو نوبت در زمان کاشت و در مرحله تشکیل ساقه فرعی به شیوه تزریق در آب آبیاری و یا به صورت سرک استفاده می‌کنند. کود مرغی غنی از نیتروژن بوده و از نظر برخورداری از سایر عناصر از قبیل فسفر هم وضعیت مناسبی دارد و افزایش آن به مزرعه خیار به توسعه رشد و نمو و افزایش کیفیت میوه و نیز کمیت تولید آن کمک می‌کند (Hashemabadi & Kashi, 2004)، ولی برای تولید پایدار خیار، برنامه تغذیه‌ای باید بهینه و بر اساس آزمون خاک و توصیه کودی انجام گیرد. بنابراین در این تحقیق با کاربرد تیمارهای کودی منطبق با آزمون خاک و همچنین با مصرف کود ریزمغذی‌ها سعی بر تأمین نیاز غذایی کافی و بهینه در محصول خیار مزرعه‌ای نموده و اثرات آن بر کمیت و کیفیت خیار تولیدی مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که رنگ سبز و بافت خیار در کنار سلامت محصول بویژه از نظر باقی مانده نیترات، ویژگی‌هایی هستند که کیفیت محصول خیار را تعیین می‌کنند، بررسی نقش عوامل تغذیه‌ای گیاه بر این شاخص‌ها از اهداف این مطالعه است.

پیشینهٔ پژوهش

کاربرد سطوح ۳۱۰ و ۳۲۸ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن در خیار، منجر به افزایش غلظت نیترات از ۱۳۵۶ به ۲۱۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر مبنای بافت خشک میوه شد (Beigi *et al*., 2011). مقدار غلظت بیشینه مجاز نیترات، ۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر خیار بر اساس استاندارد ملی ایران است (Iranian National Standardization Organization, 2013). کاربرد مولیبدن به محیط کشت خیار، بدون کاهش عملکرد، سبب کاهش غلظت نیترات می‌شود بنابراین، تجمع نیترات گیاهی، افزون بر سطوح نیتروژن کاربردی به برهم‌کنش بین نیتروژن با سایر عناصر غذایی نیز بستگی دارد (Beigi *et al*., 2011). در منابع مختلف، نیاز خیار به کود نیتروژنی بین ۸۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار توصیه شده است. این مقدار نیتروژن بسته به شرایط آب و هوایی و وضعیت خاک منطقه و همچنین نوع رقم مورد کشت متفاوت است (Chinatu *et al*., 2017؛ Jose & Keith, 2017). در کشت فضای باز خیار، مصرف ۱۰ تن کود مرغی در هکتار، عملکرد بیشتری نسبت به مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار داشت، ولی ماده خشک میوه خیار در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیش از تیمار کود مرغی شد (Hashemabadi & Kashi, 2004). با ترکیب کودی ازت، فسفر و پتاسیم (با نسبت‌های ۱۰:۱۰:۲۰) در مقادیر ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن، شاخص‌های رشد و عملکرد کل دو رقم خیار در نیجریه، تا بالاترین مقدار افزایش یافت (Eifediyi &

1 *Cucumis sativus* L

(Remison, 2009). با محلول پاشی کودهای هیومیک اسید و نیتروکسین با غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌لیتر بر لیتر، افزون بر افزایش عملکرد، قندهای محلول، سفتی بافت میوه و محتوای کلروفیل پوست خیار به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) افزایش نشان داد (Sure *et al.*, 2012). کاربرد همین مقادیر هیومیک‌اسید به صورت خاک‌مصرف و محلول‌پاشی، سبب افزایش معنی‌دار تعداد خیار در بوته، ماده خشک میوه و محتوای کلروفیل پوست و مزوکارپ میوه خیار و کاهش معنی‌دار مقدار قند محلول آن شد (Unlu *et al.*, 2011). مقادیر مختلف نیتروژن به صورت نیترات پتاسیم، با غلظت‌های ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم بر متر مربع بر خیار گلخانه‌ای، نشان داد که کیفیت خیار با تیمارهای کود ازت با ۱۰ و ۲۰ گرم بر متر مربع برای مصرف و بازده اقتصادی مناسب بود ولی، غلظت ۴۰ گرم بر متر مربع سبب کاهش کیفیت خیار از نظر رنگ و سفتی بافت شد. کاهش سفتی بافت در میوه‌هایی دیده شد که بیشترین غلظت نیتروژن و کمترین غلظت کلسیم را داشتند (Ruiz & Romero, 1998). مصرف ۷۵ تا ۳۷۵ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن در بستر پرلیت دو رقم خیار گلخانه‌ای سبب کاهش سفتی بافت با افزایش غلظت نیتروژن شد. سفتی بافت در میوه‌های برداشت پاییز نسبت به برداشت بهار، بیشتر بود. پاسخ رنگ خیار به مصرف نیتروژن بستگی به زمان برداشت و رقم داشت ولی در بیشتر زمان‌های نمونه‌گیری و ارقام، با افزایش مصرف نیتروژن، رنگ اپیدرم میوه‌ها سبزتر بود (Jasso-Chaverria *et al.*, 2005).

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۸ در مزرعه‌ای در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان با طول جغرافیایی ″۴۸°۳۲′۱ شرقی، عرض جغرافیایی ″۳۴°۵۲′۴۸ شمالی و ارتفاع ۱۷۵۵ متر از سطح دریا اجرا شد. برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (جدول ۱)، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه قبل از کاشت

بافت خاک	کربن‌آلی (درصد)	عمق (سانتی‌متر)	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن (درصد)	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
رسی–لومی	۰/۶۲	۰–۳۰	۷/۸	۱/۸	۰/۰۳	۱۱/۳۲	۳۱۶/۴

این تحقیق با طرح آماری استریپ فاکتوریل (طرح نواری) با سه فاکتور کود مرغی (سه سطح)، کود شیمیایی (چهار سطح) و زمان برداشت (سه سطح) در سه تکرار انجام شد. کود مرغی به عنوان فاکتور اصلی و کود شیمیایی و زمان برداشت به عنوان فاکتورهای فرعی مد نظر قرار گرفتند. کود مرغی در سه سطح ۰، ۶ و ۱۲ تن در هکتار به‌عنوان فاکتور اصلی و فاکتور دیگر یعنی کود شیمیایی در چهار ترکیب متفاوت استفاده شد: الف. مصرف یک نوبتی ۵۰ کیلوگرم اوره بدون کود ریزمغذی‌ها (عرف منطقه)؛ ب. مصرف یک نوبتی ۱۰۹ کیلوگرم سولفات آمونیم بدون کود ریزمغذی‌ها؛ ج. مصرف کود اوره، فسفر و پتاسیم و همچنین کود ریزمغذی‌ها مطابق آزمون خاک؛ د. مصرف کود سولفات آمونیوم، فسفر و پتاسیم و همچنین کود ریزمغذی‌ها مطابق آزمون خاک.

در تیمارهای ج و د مقدار مصرف کود نیتروژنه بر اساس آزمون خاک محاسبه و در سه قسمت مساوی و در سه نوبت در مرحله کاشت، در زمان شروع ساقه‌دهی و دو هفته پس از آن در اختیار گیاه قرار گرفت. محلول‌پاشی با کود کامل ریزمغذی‌ها فقط در دو تیمار ج و د و در دو نوبت با شروع گل‌دهی و دو هفته پس از آن انجام شد، همچنین در این تیمارها مقدار فسفر و پتاسیم تعیین شده بر اساس آزمون خاک به ترتیب از منابع سولفات پتاسیم و سوپرفسفات‌تریپل در زمان تهیه زمین و قبل از کاشت به خاک اضافه شد. توصیه کودی بر اساس آزمون خاک به صورت استفاده از اوره به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار،

سوپرفسفات تریپل ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و کود کامل ریزمغذی‌ها با نام تجاری هیومکس به مقدار ۲ کیلوگرم در هکتار بود. در تیمار چهارم (د) که نیتروژن مورد نیاز از منبع کود سولفات آمونیوم تأمین شد، مقدار ۳۲۷ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم که معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از مقدار توصیه شده نیتروژن از منبع کود اوره است، استفاده شد.

از دو رقم خیار با نام‌های هایک و رویال برای کشت باز استفاده شد که بذر رقم هایک از بذور وارداتی تولید شده در کشور هلند بود و منشأ بذر رقم رویال نیز رقم n2 نادال از کشور هندوستان و از بذور وارداتی بود که توسط سازمان جهاد کشاورزی بین کشاورزان توزیع می‌شود. کشت خیار به صورت ردیفی با فاصله بین ردیف و بوته ۱/۵×۰/۴ متر انجام شد که طول ردیف کاشت در هر تیمار و در تکرار مربوطه ۱۵ متر در نظر گرفته شد. دو رقم خیار به روش قطره‌ای و با لوله‌های ۱۶ میلی‌متری با فاصله قطره‌چکان ۳۰ سانتی‌متری آبیاری شد. مقدار کود مرغی بر اساس هر تیمار و قبل از کاشت، به صورت یکنواخت و شیاری در فاصله ۱۰ سانتی‌متری محل کاشت نشاها در زمین توزیع و با خاک مخلوط شد. به‌این منظور پس از عملیات شخم و آماده‌سازی و تسطیح زمین، ردیف‌های کاشت به عمق ۱۵ سانتی‌متر با فاروئر ایجاد شد و تیمارهای کودهای مرغی و شیمیایی به‌صورت یکنواخت در لبه شیار توزیع و سپس با یک لایه ۲ تا ۳ سانتی‌متری از خاک سطحی پوشیده شد. پس از نصب سیستم آبیاری با نوارهای تیپ، از محل داغ‌آب (تقریبا به فاصله ۱۰ سانتی‌متری محل توزیع کودها)، نشاهای دو رقم در گلدان‌های پستانکی در گلخانه تهیه و در مرحله تشکیل دو برگ حقیقی به زمین اصلی کشت منتقل شدند.

برای اندازه‌گیری عملکرد، خیار به‌صورت پیوسته طی ۳۵ تا ۴۰ روز پس از کاشت و هر دو روز در میان برداشت شد. برای این منظور به‌صورت تصادفی سه بوته از هر تیمار و تکرار مربوطه علامت‌گذاری و خیارهای تولیدی زمانی که به طول ۶ تا ۱۰ سانتی‌متری رسیدند، برداشت شدند. برای ارزیابی صفات کیفی میوه خیار، هر دو رقم هایک و رویال در سه نوبت به شرح جدول زیر برداشت و برای حذف اثرات حاشیه‌ای، یک متر از ابتدا و انتهای هر ردیف کاشت از نمونه‌برداری خارج شد.

جدول ۲. زمان‌های برداشت دو رقم هایک و رویال خیار از مزرعه

زمان برداشت	تاریخ برداشت	
	رقم هایک	رقم رویال
اول	۱۳۹۹/۰۵/۰۵	۱۳۹۹/۰۵/۱۱
دوم	۱۳۹۹/۰۵/۲۷	۱۳۹۹/۰۶/۰۲
سوم	۱۳۹۹/۰۶/۱۵	۱۳۹۹/۰۶/۱۱

در هر یک از برداشت‌ها برای هر رقم و در هر تکرار، به طور تصادفی دست کم پنج تا ده میوه با طول ۶ تا ۱۰ سانتی‌متری انتخاب شد. صفات اندازه گیری شده عبارتند از: درصد رطوبت میوه که با خشک‌کردن در آون با دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۶ تا ۸ ساعت اندازه‌گیری شد (Hosseini, 2006)؛ شاخص رنگ قرمز، سبز و زرد (بر اساس شاخص RGB) میوه‌های خیار که با دستگاه رنگ‌سنج و در سه نقطه از هر میوه اندازه‌گیری شد (Li *et al.*, 2017)؛ مقدار نیترات میوه‌های خیار که با تشکیل کمپلکس رنگی در طول موج ۵۴۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر[2] ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد (Singh, 1988)؛ سفتی بافت با استفاده از دستگاه بافت‌سنج[3] که نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب دستگاه بافت‌سنج با قطر ۳/۲ میلی‌متر، تا عمق ۵ میلی‌متر به درون بافت خیار با پوست اندازه‌گیری شد (Unlu *et al.*, 2011).

1RGB-1002
2Pharmacia biotech
3tr مدل H 70278

داده‌های به‌دست آمده از صفات اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف کودی به‌وسیله نرم‌افزار کامپیوتری SAS تجزیه شد و میانگین تیمارهای آزمایشی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

یافته‌های پژوهش

نتایج تجریه واریانس داده‌های عملکرد نشان داد که از نظر آماری اثرات رقم، کود مرغی و کود شیمیایی و اثرات متقابل دو جانبه کود مرغی× کود شیمیایی بر عملکرد معنی‌دار شد ($p\leq0.05$). نتایج تجزیه واریانس داده‌های شاخص‌های کیفی میوه خیار در رقم‌های هایک (جدول ۳) و رویال (جدول ۴) نیز نشان داد که سطوح مختلف کودهای مرغی و شیمیایی در هر دو رقم، بر مقدار نیترات و سفتی بافت در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در رقم رویال، مقادیر کود مرغی بر شاخص رنگ سبز در سطح ۵ درصد اثر معنی‌دار داشت. زمان برداشت خیار نیز بر سفتی بافت، نیترات و شاخص رنگ سبز هر دو رقم خیار در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثرات متقابل دوجانبه و سه‌جانبه بر مقادیر نیترات و سفتی بافت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثرات کودهای مرغی و شیمیایی و زمان برداشت بر شاخص‌های کیفی خیار رقم هایک.

ردیف	منابع تغییرات	درجه‌آزادی	رطوبت میوه	سفتی بافت	نیترات	شاخص رنگ سبز
۱	تکرار	۲	۱۶/۷۴ ns	۴۰/۳۲ ns	۰/۴۸۵ ns	۳۱/۵۸ ns
۲	کود مرغی	۲	۵/۷۸ ns	۳۲۳۷/۳۰ **	۹۹۷/۶۴ **	۵۳/۱۴ ns
۳	خطای اصلی	۴	۱۸/۱۳	۲۱۴/۶۲	۹/۱۸	۲۵۶/۵۹
۴	کود شیمیایی	۳	۹/۲۸ ns	۱۰۳۲/۹۶ **	۱۳۲/۱۶ **	۱۴۴/۴۱ ns
۵	زمان برداشت	۲	۲۱/۰۶ ns	۴۸۲۴/۹۶ **	۱۰۶/۴۰ **	۱۰۲۷/۲۱ **
۶	کود مرغی × کود شیمیایی	۶	۹/۲۶ ns	۶۶۹/۴۸ **	۴۹۷/۸۲ **	۱۵۳/۴۲ ns
۷	کود مرغی × زمان برداشت	۴	۷/۷۷ ns	۹۸۵/۴۵ **	۸۹۵/۷۳ **	۵۹۹/۲۱ **
۸	کود شیمیایی × زمان برداشت	۶	۸/۱۲ ns	۱۲۳۱/۲۶ **	۱۲۰۵/۴۱ **	۳۵۱/۸۰ *
۹	زمان برداشت×کود مرغی × کود شیمیایی	۱۲	۸/۲۶ ns	۸۶۸/۸۶ **	۶۶۴/۷۵ **	۱۱۵/۲۰ ns
۱۰	خطا	۶۶	۶/۲۸	۹۵/۴۳	۴/۱۲	۱۱۴/۲۸
۱۱	کل	۱۰۷				
۱۲	ضریب تغییرات (درصد)		۳/۲۱	۵/۹۲	۷/۶۲	۱۰/۵۷

ns، * و **: به‌ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

(منبع: یافته‌های تحقیق)

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثرات کودهای مرغی و شیمیایی و زمان برداشت بر شاخص‌های کیفی خیار رقم رویال.

ردیف	منابع تغییرات	درجه‌آزادی	رطوبت میوه	سفتی بافت	نیترات	شاخص رنگ	سبزی
۱	تکرار	۲	۰/۶۴۹ ns	۱۹۶/۸۴ ns	۰/۲۲۳ ns	۲۰۶/۰۱ ns	
۲	کود مرغی	۲	۰/۱۹۷ ns	۱۸۴۲/۳۸**	۲۵/۵۹ **	۱۱۸۰/۷۵ *	
۳	خطای اصلی	۴	۰/۶۴۵	۲۲۶/۵۴۲	۶/۵۲	۴۳۶/۷۵	
۴	کود شیمیایی	۳	۰/۶۶۶ ns	۳۳۶۶/۰۱**	۲۴۳/۰۸ **	۲۲۹/۲۸ ns	
۵	زمان برداشت	۲	۸/۷۶۸ **	۳۶۷۴۹/۹۷**	۱۳۲۶/۳۵**	۲۲۰۴/۸۷ **	
۶	کود شیمیایی × کود مرغی	۶	۱/۰۲۲ **	۱۹۷۲/۹۳ **	۲۶۶/۷۲ **	۱۲۸۰/۹۷ **	
۷	زمان برداشت × کود مرغی	۴	۰/۴۷۵ ns	۵۶۵/۲۵**	۱۹۳/۲۹ **	۱۸۹/۴۷ ns	
۸	زمان برداشت× کود شیمیایی	۶	۰/۴۷۰ ns	۱۹/۷۰ ns	۳۵۴/۰۸ **	۶۷۷/۴۲ ns	
۹	کود مرغی × کود شیمیایی × زمان برداشت	۱۲	۰/۸۲۴ **	۲۷۶۶/۵۷ **	۳۶۹/۱۷ **	۵۰۹/۰۷ ns	
۱۰	خطا	۶۶	۰/۲۳۴	۹۶/۶۳۷	۱/۸۴	۲۸۵/۶۴	
۱۱	کل	۱۰۷					
۱۲	ضریب تغییرات (درصد)		۲/۶	۴/۸۶	۵/۳۴	۱۴/۶۴	

ns، * و **: به‌ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

(منبع: یافته‌های تحقیق)

عملکرد

مقایسه میانگین اثرات متقابل کود مرغی در کود شیمیایی نشان داد که عملکرد کل با مصرف کود مرغی به طور قابل توجهی افزایش پیدا کرد، افزایش عملکرد خیار در دو سطح ۶ و ۱۲ تن روند یکنواختی در ترکیب با کودهای شیمیایی نداشت. با کاربرد ۶ تن کود مرغی در هر دو رقم زمانی‌که دو سطح کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک اعمال شده بود، افزایش چشمگیری (متوسط عملکرد ۳۲/۱۶ تن در هکتار) نسبت به تیمارهای عدم مصرف کود مرغی و چهار ترکیب کود شیمیایی (متوسط عملکرد ۲۷/۱۴ تن در هکتار) ایجاد شد. در حالی‌که در هر چهار ترکیب کود شیمیایی با ۱۲ تن کود مرغی، عملکرد با روال مشابهی (متوسط عملکرد ۳۱/۷۷ تن در هکتار) نسبت به عدم مصرف کود مرغی افزایش معنی‌دار یافت (جدول ۵).

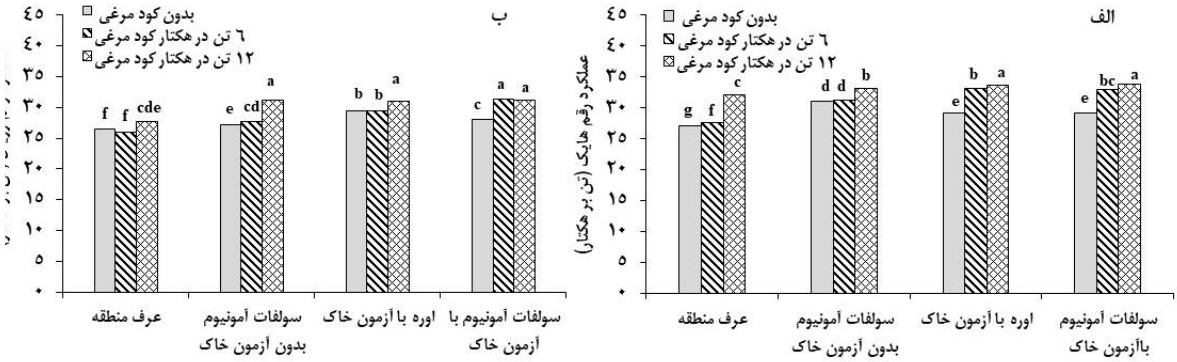
در مجموع رقم رویال در دو سطح ۶ و ۱۲ تن کود مرغی افزایش عملکرد یکنواختی در مقایسه با تیمار شاهد داشت. در حالی که رقم هایک در سطح ۱۲ تن کود مرغی عملکرد بالاتری در مقایسه با مصرف ۶ تن در هکتار کود مرغی تولید کرد (شکل ۱. ب). در رقم رویال با کاربرد کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک و با دو منبع اوره و سولفات آمونیوم به ترتیب با میانگین ۳۰ و ۳۰/۱۵ تن در هکتار نسبت به دو تیمار دیگر (مصرف جداگانه سولفات آمونیوم با متوسط عملکرد ۲۷/۷۵ و کاربرد کود اوره به تنهایی و به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار با متوسط ۲۷/۷۱ تن در هکتار) سبب افزایش قابل توجه عملکرد کل شد. اما در رقم هایک کاربرد کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک و با دو منبع اوره و سولفات آمونیوم، مقدار عملکرد به ترتیب با متوسط ۳۱/۹۷ و ۳۱/۹۶ تن در هکتار تفاوت معنی‌داری با دو تیمار دیگر کود شیمیایی (به ترتیب با متوسط ۳۰/۲۲ و ۳۰/۲۴ تن در هکتار) نشان نداد (شکل ۱. الف). مقدار عملکرد کل در دو رقم رویال و هایک و در دو تیماری که استفاده از کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک صورت نپذیرفته بود یعنی مصرف جداگانه سولفات آمونیوم و کاربرد کود اوره به تنهایی و به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار (عرف منطقه) به ترتیب با متوسط ۲۷/۷۳ و ۳۰/۴۳ تن حاصل شد که با اختلافی معنی‌دار در رتبه دوم از نظر تأثیر کود شیمیایی قرار گرفتند (شکل‌های ۱. الف و ۱. ب).

جدول۵. مقایسه میانگین اثر متقابل استفاده از کود مرغی و کود شیمیایی بر عملکرد کل خیار.

نوع کود شیمیایی	۵۰ کیلوگرم اوره (عرف منطقه)			۱۰۹ کیلوگرم سولفات آمونیوم بدون آزمون خاک			اوره با آزمون خاک			سولفات آمونیوم با آزمون خاک		
کود مرغی (تن بر هکتار)	۰	۶	۱۲	۰	۶	۱۲	۰	۶	۱۲	۰	۶	۱۲
عملکرد کل (تن بر هکتار)	۲۶/۷۸ d	۲۹/۱۲ c	۳۰/۹۸ ab	۲۶/۸۳ d	۲۹/۴۸ bc	۳۱/۲۷ a	۲۶/۳۸ cd	۳۲/۱۹ a	۳۲/۳۷ a	۲۸/۵۸ d	۳۲/۱۳ a	۳۲/۴۷ a

میانگین‌هایی با دست کم یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

(منبع: یافته‌های تحقیق)

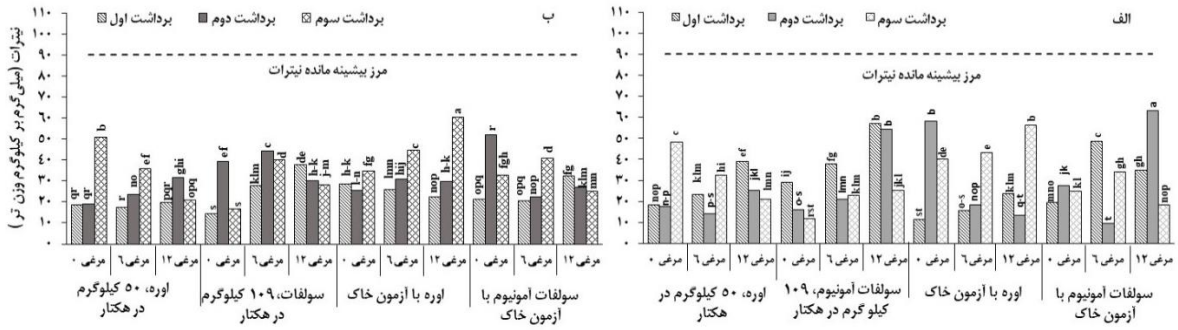


شکل ۱. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف کود مرغی و شیمیایی بر عملکرد خیار رقم‌های هایک (الف) و رویال (ب)

(منبع: یافته‌های تحقیق)

تجمع نیترات

مقایسه میانگین اثرات متقابل کود مرغی، کود شیمیایی و زمان برداشت بر مقدار نیترات تجمع‌یافته در میوه خیار رقم‌های هایک (شکل ۲. الف) و رویال (شکل ۲. ب) نشان داد که استفاده از کود اوره مطابق عرف منطقه (شاهد) در کلیه سطوح کود مرغی و بویژه برداشت‌های اول و دوم، کمترین مقدار نیترات را به‌همراه داشت. بیشترین مقدار نیترات تجمع‌یافته برای رقم هایک، در تیمار ۱۲ تن کود مرغی با سولفات آمونیوم مطابق آزمون خاک و در برداشت دوم و برای رقم رویال با اوره مطابق آزمون خاک و در برداشت سوم بود. در زمان‌های برداشت دوم و سوم، استفاده از مقدار بالای کود مرغی (۱۲ تن در هکتار) به‌همراه استفاده از کودهای شیمیایی از منبع سولفات آمونیوم بیشترین مقدار نیترات را تجمع کرد (شکل‌های۲. الف و ۲. ب). تجمع نیترات در رقم هایک بیش از رقم رویال بود و مقدار نیترات کلیه تیمارهای کودی در رقم‌های هایک و رویال کمتر از مرز بیشینه مانده نیترات بود (شکل‌های۲. الف و ۲. ب).



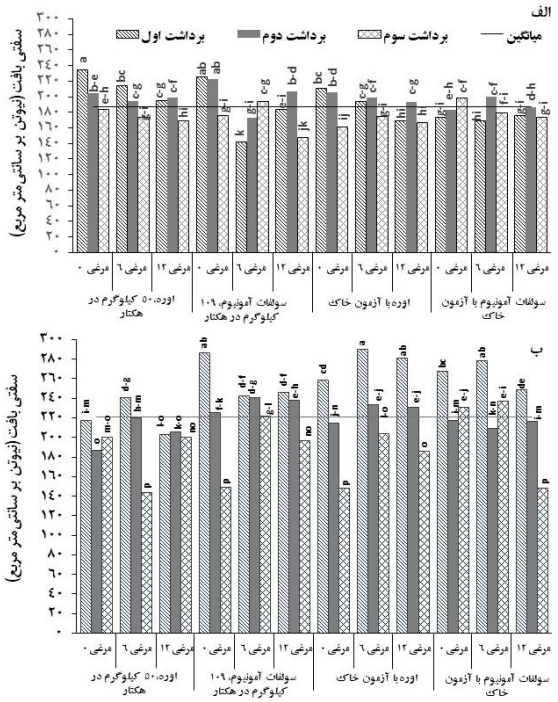
شکل ۲. مقایسه میانگین اثرات زمان برداشت، کودهای مرغی و شیمیایی بر مقدار نیترات خیار در رقم‌های هایک (الف) و رویال (ب)

(منبع: یافته‌های تحقیق)

سفتی بافت

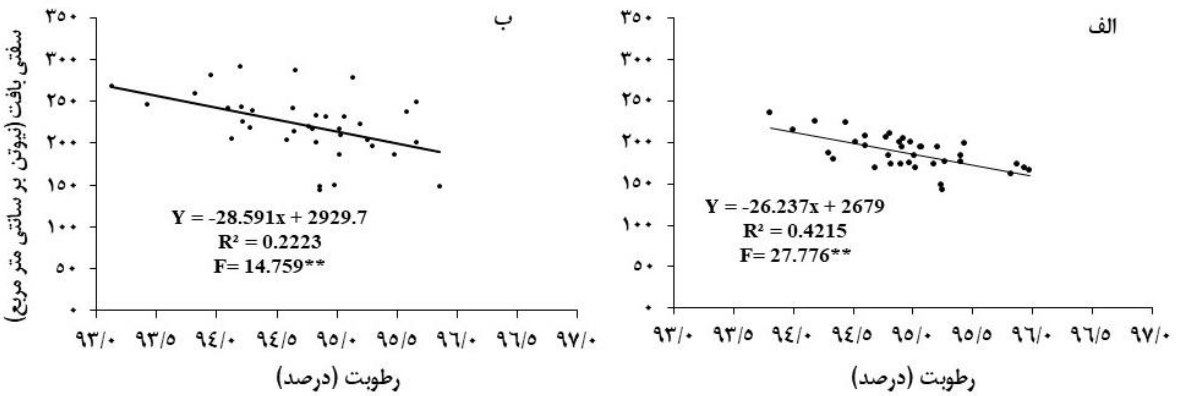
نتایج تجزیه واریانس نشان از معنی‌دار بودن اثرات متقابل سه‌جانبه زمان برداشت، کود مرغی و کود شیمیایی بر سفتی بافت خیار رقم‌های هایک و رویال داشت. مقایسه میانگین سفتی بافت خیار رقم‌های هایک (شکل ۳. الف) و رویال (شکل ۳. ب) نشان داد که در بیشتر تیمارهای کودی، سفتی بافت در برداشت‌های اول و دوم نسبت به برداشت سوم بیشتر بود. در رقم هایک، تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره (شاهد) بدون استفاده از کود مرغی در زمان‌های برداشت اول و نیز مصرف سولفات آمونیوم بدون آزمون خاک، در برداشت اول و دوم، بیشترین مقدار سفتی بافت را داشتند و مقدار آنها بیشتر از مقدار میانگین کل تیمارها بود. در تیمارهای دیگر کود شیمیایی نیز مقدار سفتی بافت خیار رقم هایک در تیمارهای عدم مصرف کود مرغی بیش از تیمارهای دیگر بود.

در خیار رقم رویال نیز تیمارهای برداشت اول، بدون مصرف کود مرغی با مصرف سولفات آمونیوم بدون آزمون خاک و تیمار برداشت اول، ۶ تن کود مرغی با تیمارهای اوره و سولفات آمونیوم مطابق با آزمون خاک، بیشترین مقادیر سفتی بافت را داشتند و مقدار آنها از مقدار میانگین کل تیمارها (۲۲۰ نیوتن بر سانتی‌متر مربع) بیشتر بود (شکل ۳. ب).



شکل ۳. مقایسه میانگین اثرات زمان برداشت، کودهای مرغی و شیمیایی بر سفتی بافت خیار در رقم‌های هایک (الف) و رویال (ب).
(منبع: یافته‌های تحقیق)

عامل دیگری که بر سفتی بافت خیار اثر می‌گذارد، مقدار رطوبت آن است، به‌طوری‌که بین مقدار رطوبت خیار با مقادیر سفتی بافت، رابطه خطی معکوسی وجود دارد و با کاهش مقدار رطوبت خیار یا به عبارت دیگر افزایش تجمع ماده خشک آن، مقدار سفتی بافت افزایش نشان داد. با افزایش هر واحد رطوبت خیار در رقم هایک، مقدار سفتی بافت آن ۲۶/۲ (شکل ۴. الف) و در رقم رویال ۲۸/۶ (شکل ۴. ب) نیوتن بر سانتی‌متر مربع کاهش یافت.

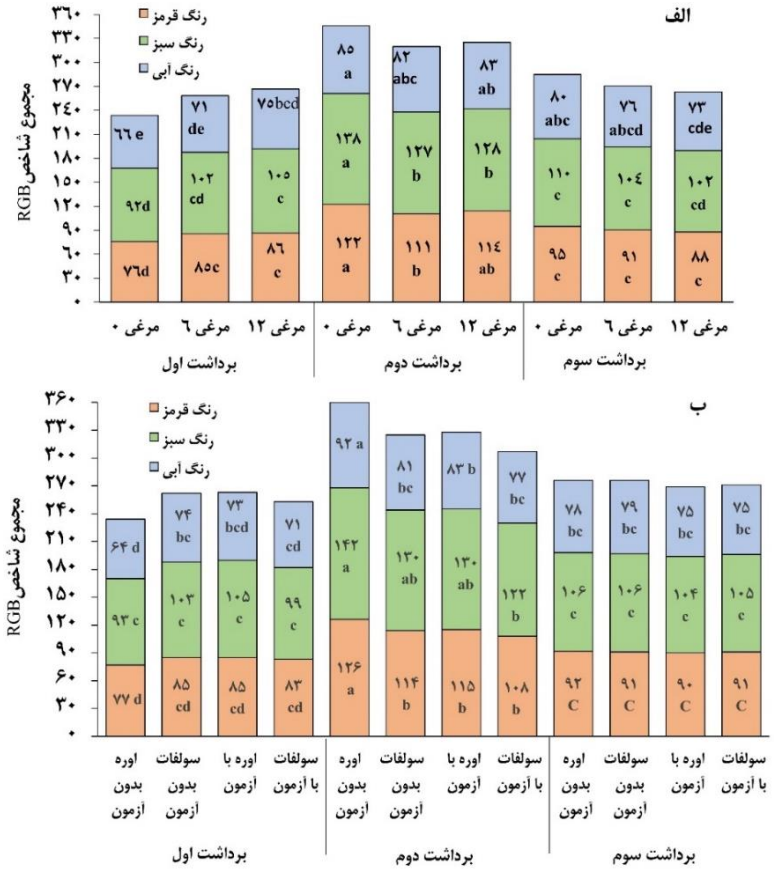


شکل ۴. رابطه رگرسیون خطی بین مقدار رطوبت خیار با سفتی بافت در رقم‌های هایک (الف) و رویال(ب) .
(منبع: یافته‌های تحقیق)

شاخص رنگ

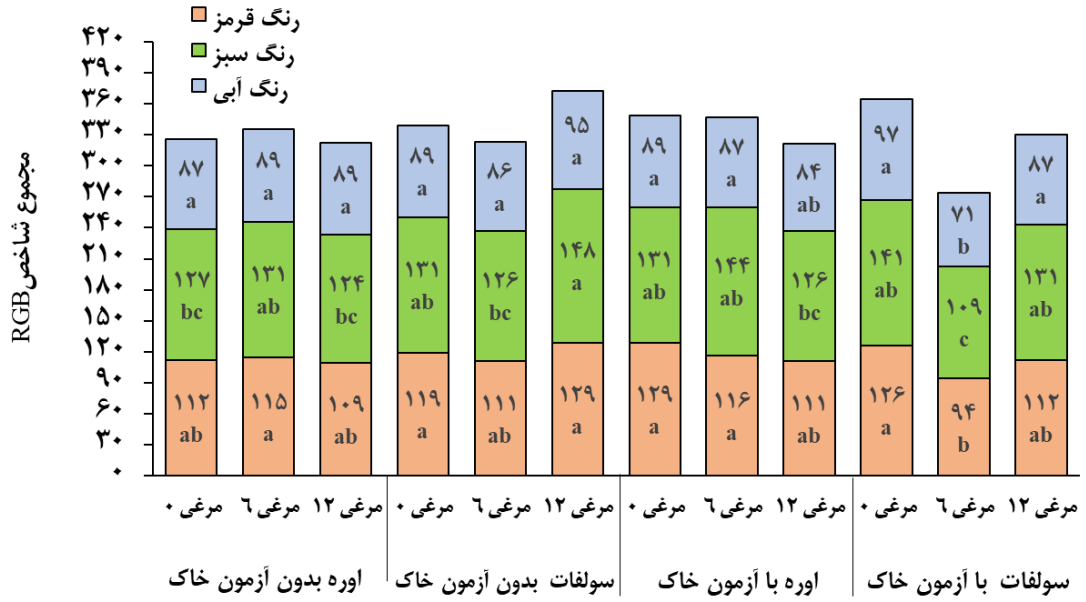
در این مطالعه از شاخص RGB (شاخص رنگ‌های قرمز، سبز و آبی) می‌توان برای اندازه‌گیری رنگ سبز و تجمع کلروفیل در پوست میوه خیار استفاده کرد. این شاخص، مقدار انعکاس نور را از سطح میوه نشان می‌دهد، بنابراین هر چه شاخص رنگ سبز در اندازه‌گیری‌ها بزرگ‌تر باشد، یعنی نور بیشتری از سطح میوه منعکس شده و از نظر رنگ، غلظت کمتری دارد. در مقابل هر چه مقدار شاخص G کمتر باشد، رنگ سبز آن پر رنگ‌تر و به عبارت دیگر تجمع کلروفیل بیشتری دارد. مقایسه میانگین اثر متقابل استفاده از کود مرغی و زمان برداشت بر شاخص رنگ سبز رقم هایک نشان داد که در برداشت دوم، با عدم مصرف کود مرغی کمترین تجمع کلروفیل وجود داشت و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با مصرف ۶ و ۱۲ تن کود مرغی ایجاد نشد. بیشترین شاخص رنگ سبز نیز در تیمارهای برداشت‌های اول و سوم مشاهده شد که در مقادیر ۶ و ۱۲ تن کود مرغی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند (شکل ۵. الف).

مقایسه میانگین اثر متقابل استفاده از کود شیمیایی و زمان برداشت بر شاخص رنگ سبز خیار رقم هایک نیز نشان داد که در برداشت‌های اول و سوم در کلیه سطوح کود شیمیایی، تجمع کلروفیل بیشتر از تیمارهای مختلف کود شیمیایی در مرحله دوم برداشت بوده است. بین مقادیر رنگ با سطوح مختلف اوره و سولفات آمونیوم، در مرحله‌های اول و سوم برداشت، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مرحله دوم برداشت، استفاده از سولفات آمونیوم و نیز اوره همراه با مصرف عناصر دیگر با آزمون خاک (تغذیه کامل) سبب بیشترین تجمع کلروفیل شد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی، تیمار ۵۰ کیلوگرم اوره بدون آزمون خاک کمترین تجمع کلروفیل را در پی داشت (شکل ۵. ب).



شکل ۵. مقایسه میانگین شاخص‌های رنگ مقادیر کود مرغی در زمان برداشت (الف) و مقادیر کود شیمیایی در زمان برداشت (ب) در میوه خیار رقم هایک. (منبع: یافته‌های تحقیق)

مقایسه میانگین اثر متقابل دو جانبه مصرف کود مرغی و کود شیمیایی بر رقم رویال مشخص کرد که در تیمار کود مرغی ۶ تن در هکتار و در دو سطح از کود شیمیایی که کود سولفات آمونیوم چه با آزمون خاک و چه بدون آزمون خاک مورد استفاده قرار گرفته بود، رنگ سبز افزایش بیشتری نسبت به کاربرد همین سطح از کود مرغی و کود شیمیایی اوره داشت. همچنین این وضعیت با سطح ۱۲ تن کود مرغی حتی با شدت بیشتری برقرار بود. با عدم مصرف کود مرغی نیز در دو تیمار از کود شیمیایی که نیتروژن از منبع سولفات و کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک به کار گرفته شده بود، شاخص رنگ سبز نسبتاً بیشتری در میوه خیار ایجاد شد (شکل ۶).



شکل ۶. مقایسه میانگین شاخص‌های رنگ مقادیر کود مرغی در کود شیمیایی در رقم رویال.
(منبع: یافته‌های تحقیق)

بحث

افزایش قابل توجه در عملکرد کل با مصرف کود مرغی و در ترکیب با مصرف کامل کود شیمیایی (تیمارهای سوم و چهارم از کود شیمیایی) در مقایسه با مصرف کود مرغی و در ترکیب با کودهای شیمیایی با عدم کاربرد کود ریزمغذی‌ها (تیمارهای اول و دوم از کود شیمیایی) بیانگر این است که کود مرغی به عنوان منبع غنی از مواد غذایی قادر به افزایش عملکرد خیار است، ولی نمی‌تواند این محصول را به طور کامل از مصرف کودهای شیمیایی بی‌نیاز کند. برای رسیدن به بیشینه ظرفیت عملکرد خیار، بهتر است کود مرغی در ترکیب با کودهای شیمیایی و منطبق با تأمین نیاز غذایی بر اساس آزمون خاک صورت گیرد. با معنی‌دار نشدن میانگین تیمارهای عملکرد کل در دو سطح ۶ و ۱۲ تن کود مرغی در شرایط استفاده کامل از کودهای شیمیایی، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف کود مرغی به مقدار ۶ تن در هکتار کفایت می‌کند و نیازی به مصرف سطوح بالاتر از کود مرغی بویژه در شرایطی که استفاده از کودهای شیمیایی نیز بر اساس آزمون خاک صورت می‌گیرد، نخواهد بود. اثر قابل توجه کود مرغی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد کل در این پژوهش با نتایج حاصل از تحقیقات (Hashemabadi & Kashi, 2004) در خیار مطابقت دارد.

نوع رقم خیار بر تجمع نیترات آن اثر می‌گذارد (Bybordi *et al*., 2000)، در این پژوهش نیز تجمع نیترات در رقم هایک بیش از رقم رویال بود. آستانه مجاز نیترات در استاندارد داخلی ۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر خیار تعیین شده است (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۲) و مقدار نیترات تمامی تیمارهای کودی در هر دو رقم کمتر از مرز بیشینه مانده نیترات بود بنابراین، هم از جنبه عملکرد کمی (Parvizi & Bayat, 2020) و هم از نظر بهداشتی و ایمنی محصول، مقدار ۶ تن در هکتار کود مرغی به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک، برای هر دو رقم کفایت می‌کند. در بین کودهای استفاده شده در این پژوهش، سولفات آمونیوم به دلیل دارا بودن نیتروژن آمونیاکی با کمترین مقدار مصرف انرژی توسط گیاه و با سرعت بیشتری نسبت به اوره جذب می‌شود (Bybordi *et al*., 2000) و کود مرغی نیز به دلیل داشتن ۳/۶ درصد نیتروژن، سبب افزایش نیترات باقی مانده در خیار می‌شوند، زیرا نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌دهند. بنابراین در برداشت‌های دوم و سوم در تیمارهای ۱۲ تن کود مرغی، ممکن است به دلیل مقدار نیتروژن مازاد، فرصت کافی در اختیار گیاه برای احیای نیترات

به نیتریت و در نهایت تشکیل NH_2 و شرکت در ساختمان اسیدهای‌آمینه و متابولیسم گیاه فراهم نشود، در نتیجه موجب انباشت نیترات بیشتر در واکوئل سلول شود. این وضعیت با مصرف کود شیمیایی از منبع سولفات آمونیوم و با سطوح کمتر از کود مرغی (۶ تن در هکتار) به تعادل رسیده و مقدار تجمع نیترات در گیاه کم می‌شود. بیشترین مقدار نیترات تجمع یافته برای رقم‌های هایک و رویال به ترتیب ۶۳ و ۶۰/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر اندازه‌گیری شد و در مطالعات دیگر بیشترین مقدار نیترات در خیار تازه ۴۵/۵ (Bybordi *et al*., 2000)، در شهرستان تبریز، ۹۵/۷۸ (Tabatabaei *et al*., 2005) و در زنجان، ۳۱ (Tabande & Zarei, 2018) میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر گزارش شده است. این اختلاف در مقدار نیترات به مدیریت تغذیه خیار در مزرعه مربوط می‌شود که تغذیه بر اساس آزمون خاک، بهترین روش مدیریت آن است که می‌تواند از تجمع نیترات در بافت میوه جلوگیری کند. در این گزارش نیز مصرف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک به همراه ۶ تن کود مرغی از بهترین تیمارها بود.

سفتی بافت میوه معیار مشخصی از دانسیته و تراکم تعداد سلول‌ها در واحد حجم و سطح آن است، همچنین تعیین‌کننده نیروی مکانیکی لازم در مقاومت دیواره سلولی و انسجام بافتی است. آزمون بافت برای سنجش خواص مکانیکی و فیزیکی خیار برای تازه‌خوری کاربرد دارد (Li *et al*., 2017). در بیشتر تیمارهای کودی، سفتی بافت در برداشت‌های اول و دوم نسبت به برداشت سوم بیشتر بود که علت آن ناشی از میوه‌بندی و نیز سرعت تکثیر سلول‌ها به دلیل سرعت و افزایش نسبت جذب و بکارگیری مواد فتوسنتزی در این مرحله‌ها از رشد بوته خیار است (Klamkowski *et al*., 2011). سفتی بافت به عنوان یک صفت کیفی، افزون بر شرایط محیطی که گیاه در آن پرورش می‌یابد، تحت تاثیر میزان جذب و بکارگیری عناصر غذایی بویژه نیتروژن، کلسیم و پتاسیم و همچنین نسبت این عناصر قرار می‌گیرد. مشخص شده است که افزایش نسبت جذب نیتروژن به کلسیم و همچنین افزایش نسبت پتاسیم به کلسیم، سبب کاهش سفتی بافت میوه خیار می‌شود (Javan & Nazarideljou, 2018). افزایش نسبی سفتی بافت در ابتدای فصل رشد ناشی از سرعت بیشتر انتقال کلسیم از بوته به میوه خیار است که در انتهای فصل رشد از این میزان کاسته می‌شود (Jose *et al*., 2017; Alsadon *et al*., 2006). در این مطالعه نیز سفتی بافت با مصرف بیشتر کودهای شیمیایی و بویژه کود مرغی که از مقدار بیشتری نیتروژن برخوردار هستند، کاهش پیدا کرد که با نتایج *et al*. Jasso-Chaverria (2005) و Ruiz & Romero (1998) مطابقت داشت. در شرایطی که استفاده متعادل و متناسب از عنصر نیتروژن با سطوح سایر عناصر غذایی و بخصوص عناصر پرمصرف فسفر و پتاسیم در کودهای شیمیایی همراه باشد، بر سفتی بافت میوه خیار افزوده می‌شود. معمولاً افزایش مقدار نیتروژن با افزایش سطوح آمونیم همراه شده و ممکن است که اثر ناهمسازی (آنتاگونیسمی) بر جذب و بکارگیری کلسیم در میوه‌های تولیدی داشته باشد (Tabatabaei *et al*., 2006). در برداشت سوم، با افزایش مقدار مصرف کود مرغی که همزمان با کاهش سرعت رشد گیاه است، فرصت کافی برای جذب و بکارگیری نیتروژن فراهم نمی‌شود. در مقابل افزایش سطوح نیتروژن سبب کاهش جذب کلسیم شده و این امر، زمینه کاهش سفتی بافت را در برداشت سوم و بویژه با مصرف ۱۲ تن کود مرغی فراهم می‌آورد.

سفتی بافت خیار رقم هایک در این مطالعه با پروبی به قطر ۳/۲ میلی‌متر، ۲۹/۹ ± ۱۸۵/۹۴ نیوتن بر سانتی‌متر مربع (معادل ۲/۴ ± ۱۴/۹۵ نیوتن) و برای رقم رویال ۴۶/۷ ± ۲۲۵/۵۷ نیوتن بر سانتی‌متر مربع (معادل ۳/۸ ± ۱۸/۱۳ نیوتن) به‌دست آمد (شکل‌های ۳ الف و۳ ب). سفتی بافت خیار دو رقم گلخانه‌ای آر–زد و کریم به ترتیب ۱۶ و ۱۵/۶ نیوتن (قطر پروب نامشخص)، (Ayyasizade *et al*., 2018) و برای رقم‌های گلخانه‌ای موستار، ۱۲/۵۴ تا ۱۴/۰۱ (Unlu *et al*., 2011)، بلوگنا و سریج، ۹ تا ۱۳ نیوتن (Jasso-Chaverria *et al*., 2005) گزارش شده است. مقدار سفتی بافت رقم هایک با مقادیر سفتی بافت این مطالعات مطابقت دارد، ولی مقدار میانگین سفتی بافت رقم رویال بیش از رقم هایک و مقادیر ارقام دیگر است و این ویژگی یکی از مزایای انتخاب رقم رویال در واحدهای صنعتی برای تولید خیار شور است.

رابطه خطی معکوس بین سفتی بافت خیار و مقدار رطوبت آن نشان داد که با کاربرد کود مرغی به عنوان منبع غنی از نیتروژن و در زمانی‌که از کود شیمیایی بویژه سولفات آمونیوم استفاده می‌شود، نیتروژن و گوگرد در افزایش پتانسیل اسمزی

میوه خیار بویژه در رقم رویال به عنوان مخزن[1] عمل کرده و در شرایطی که سطوح هر دو افزایش یابد، می‌توانند با اثر تقویتی بر همدیگر نقش قابل توجهی در جذب آب و افزایش رطوبت میوه خیار داشته باشند (Kholdebarin & Islamzadeh, 2001).

کلرفیل مهم‌ترین رنگدانه مسئول در فتوسنتز گیاهان سبز است و در خیار، میوه‌های سبزتر برای اهداف تجاری و فرآوری مناسب‌تر هستند (Jasso-Chaverria *et al*., 2005). دریافت نور بیشتر توسط گیاه سبب بهبود رنگ میوه خیار می‌شود که در تیمار عدم مصرف کود مرغی، احتمالا به دلیل کمتر بودن سطح برگ و تنک بودن آنها نفوذ نور به درون گیاه بیشتر و در نتیجه تجمع کلروفیل آنها نیز بیشتر و رنگ میوه‌ها سبزتر است. در خیار گلخانه‌ای نیز در بوته‌های هرس شده با شاخ و برگ کمتر، احتمالاً دریافت نور بیشتر، سبب بهبود رنگ میوه خیار شد (Ayyasizade *et al*., 2018). معمولاً بخش اعظمی از تشکیل سبزینه (کلروفیل) در میوه خیار به صورت موضعی سنتز شده و میزان تشکیل آن به تغذیه بهینه و وجود عناصر غذایی و نیز نور (عدم وجود تاریکی) و دمای مناسب ارتباط دارد (Xiaoyu *et al*., 2009). وجود غلظت بیشتر کلروفیل در سنجش ترکیب رنگ در تیمارهایی که کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک (مصرف بهینه) و در ترکیب با کود مرغی به کار گرفته شده بود، بیانگر نقش مهم عناصر غذایی و تأمین مقدار بهینه آنها در تشکیل و تجمع سطح بالاتری از کلروفیل در میوه‌های تولیدی شده است. در ضمن در مصرف کود شیمیایی از منبع سولفات آمونیوم در مقایسه با اوره و بویژه در شرایط استفاده بر مبنای آزمون خاک، سطح کلروفیل در میوه خیار افزایش پیدا کرد و این می‌تواند ناشی از نقش ثانویه و مؤثر گوگرد در ساختمان سولفوپپتیدها و قوام و دوام ساختار تیلاکوئید کلروپلاست و همچنین فعالیت آنزیم‌های مرتبط با سنتز کلروفیل باشد (Kholdebarin & Islamzadeh, 2001).

در تیمارهایی که کود مرغی مورد استفاده قرار گرفته بود، اثرات کود شیمیایی با منبع سولفات آمونیوم بر شاخص رنگ سبز بیشتر تقویت شد که با نتایج Jasso-Chaverria *et al*. (2005) همخوانی دارد. با عدم مصرف کود مرغی نیز استفاده از منبع سولفات در کود شیمیایی و بر اساس آزمون خاک، شاخص رنگ سبز نسبتاً بیشتری در میوه خیار ایجاد شد. بنابراین، نقش گوگرد به عنوان یک عنصر مهم و ضروری در تکمیل فعل و انفعالات و فرآیندهای لازم در سنتز کلروفیل و افزایش شاخص رنگ سبز میوه خیار به خوبی مشخص می‌شود و از این نظر کود مرغی به دلیل برخورداری از عناصر غذایی ضروری این اثر را تقویت می‌کند، چرا که در تمامی سطوح کود شیمیایی که سولفات آمونیوم به کار گرفته شده بود، شاخص رنگ سبز افزایش نسبی بیشتری داشت و در این مورد با سطوح کود مرغی برهمکنش داشت. همچنین می‌تواند بخشی از اثرات مثبت استفاده از کود سولفات آمونیوم مربوط به تأثیرات آن بر کاهش نسبی پی‌اچ محیط ریشه و کمک در جذب عناصر ریزمغذی آهن، منگنز و روی باشد که نقش اساسی در سنتز کلروفیل و جذب و بکارگیری مواد حاصل از فتوسنتز دارند (Bybordi *et al*., 2000؛ Kholdebarin & Islamzadeh, 2001). مقایسه شاخص‌های رنگ در بین رقم‌های هایک و رویال در یک زمان برداشت نشان داد که رقم هایک، تجمع کلروفیل بیشتری را نسبت به رقم رویال داشت. اختلاف رنگ بین رقم‌های مختلف خیار در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (Jasso-Chaverria *et al*., 2005).

نتیجه گیری

در مجموع استفاده از کود مرغی در دو سطح ۶ و ۱۲ تن در هکتار در مقایسه با عدم مصرف کود مرغی سبب افزایش معنی‌دار تولید میوه خیار شد. هر دو تیمار مصرف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک در ترکیب با محلول‌پاشی کود کامل ریزمغذی‌ها سبب افزایش معنی‌دار عملکرد تولید خیار در مقایسه با مصرف یک نوبتی کود اوره و بدون کود ریزمغذی‌ها شدند. افزایش مصرف کود مرغی از ۶ تن به ۱۲ تن، سبب افزایش تجمع نیترات در خیار شد، گرچه رقم هایک تجمع نیترات بیشتری نسبت به رقم رویال داشت، ولی در مجموع از آستانه مجاز بالاتر نرفت. در هر دو رقم، مصرف ۶ تن کود مرغی مقادیر قابل قبول سفتی بافت را داشتند و در کلیه تیمارهای کودی (مرغی و شیمیایی) سفتی بافت رقم رویال بیش از رقم هایک بود. زمان

1Sink

برداشت بر تجمع کلروفیل اثر معنی‌داری داشت و مقدار تجمع کلروفیل در هر دو رقم در زمان دوم برداشت که بوته بیشترین تعداد گل و میوه را داشت، کمتر از مرحله‌های اول و سوم برداشت بود.

منابع

ایاسی‌زاده، سکینه؛ عالم‌زاده‌انصاری، ناصر و صدیقی‌دهکردی، فریده (۱۳۹۶). تأثیر هرس و رقم بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه خیار گلخانه‌ای در شرایط اهواز. *علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای*، ۴، ۹۱- ۱۰۱.

بایبوردی، محمد؛ ملکوتی، محمدجعفر؛ امیرمکری، هرمز و نفیسی، مهدی (۱۳۷۹). *تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار*. شورای عالی سیاست‌گذاری کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه ازکودهای شیمیایی. نشر آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

بیگی، سمیه؛ گلچین، احمد و شفیعی، سعید (۱۳۹۰). تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و مولیبدن محلول غذایی بر صفات کمی و کیفی و غلظت نیترات در خیار سبز در محیط آبکشت. *مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای*، ۶ ۳۷-۴۸.

پرویزی، خسرو و بیات، فریبا (۱۳۹۹). بررسی اثر ترکیب و نوع کود شیمیایی و مرغی بر عملکرد و صفات رویشی و زایشی خیار مزرعه‌ای در استان همدان. *علوم سبزی‌ها*، ۴ (۷)، ۱۴۷-۱۶۰.

تابنده، لیلا و زارعی، مهدی (۱۳۹۷). بررسی اجمالی غلظت نیترات در برخی سبزی و صیفی تولیدی استان زنجان. *نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)*، ۳۲ (۳)، ۳۷۳-۳۸۱.

جوان، یاسر و نظری‌دلجو، محمدجواد (۱۳۹۷). پارامترهای رشدی، عملکرد و کیفیت خیار گلخانه‌ای تحت تأثیر نسبت‌های مختلف پتاسیم به کلسیم محلول غذایی در سیستم بدون خاک. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۲ (۳)، ۳۸۳-۳۹۱.

حسینی، زیبا (۱۳۷۳). *روش‌های متداول در تجزیه‌ی مواد غذایی*. چاپ دوم. شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.

خلدبرین، بهمن و اسلام‌زاده، طاهره (۱۳۸۰). *تغذیه معدنی گیاهان عالی*. جلداول. شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.

سازمان جهاد کشاورزی استان همدان (۱۳۹۹). *کتابچه گزیده آمار پایه‌ای کشاورزی همدان*. اداره آمار و فناوری اطلاعات. معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی.

سازمان ملی استاندارد ایران (۱۳۹۲). *مرز بیشینه مانده نیترات در محصولات کشاورزی*. چاپ اول. شماره ۱۶۵۹۶.

طباطبایی، سید جلال؛ نظری‌دلجو، محمدجواد؛ رستمی، رسول و آزرمی، فاطمه (۱۳۸۴). ارزیابی غلظت نیترات (NO_3) سبزی‌های برگی، غده‌ای و میوه‌ای درشهرستان تبریز. چهارمین کنگره علوم باغبانی. تهران. https://civilica.com/doc/54381.

هاشم‌آبادی، داود و کاشی، عبدالکریم (۱۳۸۳). بررسی تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و کود مرغی روی صفات کمی و کیفی خیار پاییزه. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۲، ۲۵-۳۲.

REFERENCES

Alsadon, A. A., Whab-allah, M. A. & Khallil, S. O. (2006). Growth, yield and quality of three greenhouse cucumber cultivars in relation of two types of water applied at different growth stages. *Journal King Saudi University, Agricultural Science*, 18 (2), 89-102.

Ayyasizade, S., Alamzadehansari, N. & Sedighi Dehkordi, F. (2018). Effect of pruning and cultivar on growth, yield and fruit quality of greenhouse cucumber under Ahvaz conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 8(4), 91-101. (In Persian)

Beigi, S., Golchin, A. & Shafiei, S. (2011). The Effects of different levels of nitrogen and molybdenum in nutrient solution on quantitative and qualitative traits and nitrate concentration of

cucumber in hydroponic culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 2(2), 37-48. (In Persian)
Bybordi, M., Malakouti, M. J., Amirmokri, H. & Nafisi, M. (2000). Production & optimized Consumption of chemical fertilizers in Iran towards sustainable agriculture, Published by Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Education, and Extension, Iran, Tehran, pp 289. (In Persian)
Chinatu, L. N., Onwuchekwa-Henry, C. B & Okoronkwo, C. M. (2017). Assessment of yield and yield components of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Southeastern Nigeria. *International Journal of Agriculture and Earth Science*, 3 (1), 35-44.
CECSCF (Commission of the European Communities Scientific Committee for Food) (1992). Report of the scientific committee for food on nitrate and nitrite, XXXVI Series. Opinion of 19 October 1990. EUR. 13913.
Eifediyi, E.K. & Remison, S. U. (2009). The effects of inorganic fertilizer on the yield of two varieties of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Report and Opinion*, 1(5), 74-80.
Hamedan Agricultural Jihad Organization (2021). *Selected booklet of basic statistics*. Deputy for Planning and Economic Affairs. Department of Statistics and Information Technology. (In Persian)
Hashemabadi, D. & Kashi, A. (2004). Effects of different levels of nitrogen and poultry manure on quantitative and qualitative characteristics of autumn growing Cucumber. *Journal of Water and Soil Science*, 8(2), 25-33. (In Persian)
Hosseini, Z. 2006. Common methods in food analysis. Shiraz University Publishing Center. Shiraz, Iran. (In Persian)
Iranian National Standardization Organization (INSO) (2013). Maximum levels for nitrates in agricultural products. 16596, 1st. Edition. (In Persian)
Jasso-Chaverria, C., Hochmuth, G. J., Hochmuth, R. C., & Sargent, S. A. (2005). Fruit yield, size, and color responses of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture. *HortTechnology*, 15(3), 565-571.
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. *Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology)*, 23(3), 383-391. (In Persian)
Jose, L. A. & Keith, S. M. (2017). *Cucumber production in California*. http://anrcatalog.ucdavis.edu.
Kholdebarin, B. & Islamzadeh, T. (2001). *Mineral nutrition of higher plants*. Shiraz: Shiraz university press. (In Persian)
Klamkowski, K., Treder, W. & Tryngiel-Gac, A. (2011). Growth and photosynthetic activity of cucumber as influenced by different fertilization regimes. *Ecological Chemistry and Engineering*, 18 (1), 35-41.
Li, D., Zhao, H., Zhao, X., Gao, Q. & Xu, L. (2017). Cucumber Detection based on texture and color in greenhouse. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 31(08), 1754016.
Parvizi, k. & Bayat, F. (2020). Investigating the Effect of Composition and Type of Chemical and Poultry Fertilizers on Yield, Vegetative and Reproductive Traits of Field Cucumber in Hamedan Province of Iran. *Journal of Vegetables sciences*, 4(7), 147-160**.** (In Persian)
Ruiz, J. M. & Romero, L. (1998). Commercial yield and quality of fruits of cucumber plants cultivated under greenhouse conditions: response to increases in nitrogen fertilization. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46, 4171−4173.
Santamaria, P., Elia, A., Serio, F. & Todaro, E. (1999). A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(13), 1882-1888.
Singh, J. P. (1988). A rapid method for determination of nitrate in soil and plant extracts. *Plant and Soil Journal*, 110, 137-139.
Souri, M. K., Yaghoubi Sooraki, F. & Moghadamyar, M. (2017). Growth and quality of cucumber, tomato, and green bean under foliar and soil applications of an aminochelate fertilizer. *Horticultural Environmental Biotechnology*, 58(6), 530-536.

Sure, S., Arooie, H., Sharifzade, K., & Dalirimoghadam, R. (2012). Responses of productivity and quality of cucumber to application of the two bio-fertilizers (humic acid and nitroxin) in fall planting. *Agricultural Journal*, 7(6), 401-404.

Tabande, L. & Zarei, M. (2018). Overview of nitrate concentration in some vegetables produced in Zanjan province. *Iranian Journal of Soil Science (Soil and Water Sciences)*, 32(2), 374-382. (In Persian)

Tabatabaei, S. J., Nazari Deljoo, M. j., Rostami, R. & Azarmi, F. (2005). Evaluation of nitrate concentration (NO_3) leafy vegetables, tubers and fruits in Tabriz. *4th Iranian Horticultural Science Congress*. (In Persian)

Tabatabaei, S. J., Fatemi, L.S. & Fallahi, E. (2006). Effect of ammonium: nitrate ratio on yield, calcium concentration, and photosynthesis rate in strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 29(7),1273-1285.

Unlu, H. O., Husnu, U. N. L. U., & Karakurt, Y. (2011). Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. *Scientific Research and Essays*, 6(13), 2800-2803.

Xiaoyu Y., Xiufeng, W., WeiI, M., Hikosaka, S. & Eiji, G. (2009). Changes in growth and photosynthetic capacity of cucumber seedlings in response to nitrate stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 21(4), 309-317.