# برخی ویژگی‌های کیفی و وضعیت تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای در استان قم

آزاده سنایی استوار[۱*]، امیرحسین خوشگفتارمنش[۲] و محمد هادی میرزاپور[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۷/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۸)

## چکیده

**این پژوهش با هدف بررسی وضعیت تغذیه‌ای و برخی جنبه‌های کیفی خیار گلخانه‌ای در استان قم انجام شد. بعد از انتخاب ۲۰ واحد گلخانه در استان، غلظت عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف به همراه سرب و کادمیم در خاک و گیاه اندازه‌گیری شد. هم‌چنین برخی شاخص‌های کیفیت میوه تعیین شد. غلظت فسفر و پتاسیم در خاک گلخانه‌ها بسیار بالاتر از حد بحرانی آنها بود. میانگین غلظت آهن، مس و منگنز قابل عصاره‌گیری با DTPA خاک به ترتیب برابر با ۱۲/۰، ۱/۹۸ و ۱۴/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. میانگین غلظت کلسیم در برگ خیار بیشتر و در میوه کمتر از آستانه کفایت بود. بیشتر نمونه‌های میوه دچار کمبود پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز بودند. میانگین غلظت نیترات (۳۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر) و سرب بخش خوراکی خیار (۰/۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر) بالاتر از حد مجاز بود. غلظت اسید آسکوربیک میوه با غلظت آهن ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت. هم‌چنین بین غلظت منیزیم میوه با میزان کل مواد جامد محلول هم‌بستگی مثبت و با درصد رطوبت میوه‌ها هم‌بستگی منفی دیده شد. نتایج نشان داد که مدیریت تغذیه‌ای نامطلوب در گلخانه‌های خیار علاوه بر کمبود عناصر غذایی کم مصرف، افزایش غلظت نیترات و سرب را در پی داشته که از جهت سلامت مصرف کنندگان دارای اهمیت است.**

**واژه‌های کلیدی: کیفیت تغذیه‌ای، خیار گلخانه‌ای، عناصر غذایی، استان قم**

۱. پژوهشگر مرکز پژوهشی کشت بدون خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. دانشیار خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. عضو هیئت علمی واحد آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قم

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sanaeiazadeh@yahoo.com



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

## مقدمه

به طور کلی امروزه ارتباط بین غلظت عناصر غذایی در خاک با کیفیت میوه به خوبی روشن شده است (۱۰). برای مثال رویز و رامرو (۳۰) عملکرد و کیفیت بازارپسندی خیار گلخانه‌ای را در پاسخ به کود نیتروژن بررسی کرده و گزارش کردند که رابطه معنی‌داری بین مقدار نیتروژن مصرفی، عملکرد اقتصادی و کیفیت میوه وجود داشت. هم‌چنین با بالارفتن نیتروژن مصرفی مقدار اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و مواد آلی افزایش یافته، در نتیجه درصد ماده خشک گیاه نیز افزایش می‌یابد. هم‌چنین میزان قندهای محلول و کل ترکیبات جامد نیز که از ویژگی‌های مهم کیفی هستند ارتقا می‌یابد (۳۰). کایا و همکاران نیز تأثیر تغذیه فسفر و پتاسیم را بر میزان عناصرغذایی و فعالیت‌های فیزیولوژیکی خیار و گوجه‌فرنگی رشد کرده در شرایط شور بررسی کرده و گزارش کردند که در شرایط بسیار شور (غلظت بالای کلرید سدیم)، میزان ماده خشک و کلروفیل در هر دو گیاه کاهش می‌یابد. کاربرد فسفر و پتاسیم در شرایط شور باعث بهبود عملکرد ماده خشک و کلروفیل گیاه می‌شود. این محققان علت آن را تأثیر فسفر و پتاسیم در بهبود نفوذپذیری غشا دانستند (۲۲).

یکی از مؤثرترین و کم هزینه‌ترین راه‌کارهای رفع سوء تغذیه آهن، روی، ویتامین A، ید و برخی عناصرغذایی دیگر در افراد جامعه، به ویژه کودکان و زنان، غنی‌سازی محصولات کشاورزی از طریق تغذیه گیاهی همراه با ژنتیک و فناوری زیستی است (۳). از طرف دیگر در سال‌های اخیر توجه مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی در بیشتر کشورهای دنیا به کیفیت سبزیجات و میوه‌ها افزایش یافته است (۱۴) به طوری‌که هارکر در آمریکا نشان داد که ۸۰ درصد از مصرف کنندگان به مسأله کیفیت میوه بیشتر از قیمت آن اهمیت می‌دهند.

اگر چه عملکرد میوه عاملی مهم و کلیدی در تولید تجاری محصولات گلخانه‌ای است، ولی امروزه شاخص‌های کیفی نظیر طعم و مزه، اسیدیته، غلظت قندها، ویتامین ث و عناصر معدنی مورد نیاز انسان به صورت روزافزونی مورد توجه مصرف کنندگان قرار گرفته و در واقع کیفیت نقش کلیدی در سیستم‌های گلخانه‌ای دارد. واژه کیفیت برای گروه‌های مختلف شامل مصرف‌کنندگان، تولید کنندگان، انبارداران و متخصصان صنایع تبدیلی و شیمی مواد غذایی دارای مفاهیم مختلفی است. برای مثال برخی از ویژگی‌های گوجه فرنگی مانند میزان کل مواد جامد محلول، قند، اسیدیته و pH هم برای مصرف کنندگان و هم برای متخصصان و طعم بیشتر برای مصرف کنندگان اهمیت دارد (۱). به طور کلی می‌توان بیان کرد که کیفیت از دو جنبه کیفیت خارجی و کیفیت داخلی قابل بررسی است. کیفیت خارجی در بازارپسندی محصولات کشاورزی نقش بسیار زیادی داشته، شامل ویژگی‌های ظاهری (مانند شکل، رنگ، اندازه، شادابی و طراوت میوه و نداشتن خسارت فیزیولوژیکی) و ویژگی‌های حسی (مانند طعم و مزه، مقدار ترکیبات معطره و خصوصیات بافت میوه) می‌باشد (۱۸ و ۲۰). به طور کلی کیفیت ظاهری میوه منعکس کننده ویژگی‌های فیزیکی (مثل بافت) و برخی از ویژگی‌های شیمیایی (مانند ترکیبات قابل تصعید و معطره) است (۳۳).

مهم‌ترین عوامل مؤثر برکیفیت داخلی، وضعیت تغذیه‌ای و سلامت محصولات (کیفیت تغذیه‌ای) و وضعیت اکولوژیکی (مانند روش‌های کاشت، نوع و واریته گیاه) است (۱۹).کیفیت سلامت و تغذیه از دو جنبه حضور ترکیبات مطلوب (مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها، فیبر و مواد فعال کننده واکنش‌های ضروری بدن) و عدم حضور ترکیبات نامطلوب و مضر (مانند فلزات سنگین، اثر باقی‌مانده سموم، غلظت نیترات و آلودگی‌های زیستی) قابل بررسی است (۱۹). غلظت باقی‌مانده نیترات در سبزیجات تأثیر زیادی بر سلامت افراد جامعه می‌گذارد. از بارزترین آثار غلظت بالای نیترات، بیماری مت‌هموگلوبین در نوزادان (۳۲) و هم‌چنین افزایش سرطان‌های دستگاه گوارش است (۱۳ و ۲۷). متأسفانه با وجود مصرف زیاد کودهای حاوی نیتروژن در گلخانه‌ها، غلظت نیترات در محصولات تولیدی در این سیستم‌ها کمتر مورد توجه قرار



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

گرفته است (۳۰). نیترات یکی از ترکیبات معمول در رژیم غذایی افراد است. خطری که نیترات برای سلامت افراد ایجاد می‌کند به خاطر تبدیل آن به نیتریت است. معده شرایط مناسبی را برای فعالیت باکتری‌های تبدیل کننده نیترات به نیتریت فراهم کرده، به ویژه زمانی که پ- هاش محیط معده به اندازه کافی بالا باشد (بالاتر از ۵) که به طور معمول این وضعیت در کودکان وجود دارد. از طرف دیگر نیتریت در معده می‌تواند با پروتئین‌ها واکنش دهد و تبدیل به نیتروزآمین که یک ترکیب سرطان‌زا برای انسان است گردد (۳۴). بنابراین نیترات می‌تواند تأثیر بسیار زیادی بر کیفیت تغذیه‌ای سبزیجات داشته باشد.

با توجه به توسعه چشمگیر محصولات گلخانه‌ای و نبود اطلاع دقیق از وضعیت کیفی این محصولات به ویژه در ارتباط با مدیریت تغذیه گیاه و کوددهی، این مطالعه با هدف بررسی برخی از شاخص‌های کیفی خیار گلخانه‌ای استان قم در ارتباط با وضعیت تغذیه‌ای گیاه انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### مناطق نمونه‌برداری

در این پژوهش با استفاده از نقشه منطقه و بررسی برخی ویژگی‌های خاک، آب آبیاری و عوامل مدیریتی و نیز مذاکره با صاحبان گلخانه، تعداد ۲۰ واحد گلخانه با ویژگی‌های متفاوت خاک و مدیریت در مناطق مختلف از استان قم انتخاب شد.

### نمونه‌برداری خاک

نمونه‌برداری از خاک گلخانه در آغاز مرحله رشد رویشی گیاه، در مرحله چهار تا پنج برگی، انجام شد. برای نمونه‌برداری از خاک از ۴ یا ۵ نقطه از عمق حدود ۲۵-۰ سانتی‌متر یک کیلوگرم خاک برداشت و با هم مخلوط شدند.

### نمونه‌برداری برگ و میوه

برای تهیه نمونه برگ از جوان‌ترین برگ‌های کامل استفاده شد. از هر گیاه چند برگ جدا شده و با هم مخلوط و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های گیاهی بلافاصله پس از نمونه‌برداری به آزمایشگاه انتقال داده شده تا بلافاصله در مورد آماده‌سازی آن اقدام شود (۲). نمونه‌های گیاه ابتدا با آب معمولی و بعد با اسید هیدروکلریک ۰/۱ مولار و سپس دوباره با آب معمولی و آب مقطر شستشو داده شدند و به مدت ۴۸ ساعت در حرارت ۷۰-۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس مواد خشک شده آسیاب شدند تا در نهایت یک نمونه کاملاً یک‌نواخت به دست آمد.

برای نمونه‌برداری از میوه از هر گلخانه دست‌کم ۱۰ نمونه میوه رسیده و سالم از بوته‌های مختلف (از هر بوته یک میوه) تهیه شد. میوه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه با آب مقطر شستشو شده و وزن شدند. سپس نمونه‌ها به قطعات نازک بریده شده و به مدت ۴۸ ساعت، در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس وزن خشک میوه‌ها اندازه‌گیری شده و درصد رطوبت میوه‌ها تعیین گردید.

### تجزیه خاک

pH خاک در گل اشباع تهیه شده با استفاده از دستگاه pH متر (مترو اهم مدل ۶۲۰)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج (مترو اهم مدل ۶۴۴)، و درصد آهک معادل با روش تیتراسیون برگشتی تعیین شد (۲). برای اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم خاک از روش کمپلکسومتری استفاده شد (۲) و فسفر قابل جذب خاک از روش اولسن استفاده شد (۲۸). پتاسیم قابل جذب خاک بعد از عصاره‌گیری با محلول استات آمونیوم یک نرمال، با دستگاه شعله‌سنج (مدل ۴۱۰) تعیین شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن کل در خاک از روش کلدال استفاده شد. مقادیر قابل جذب عناصر فلزات سنگین، با استفاده از محلول DTPA ۰/۰۰۵ نرمال حاوی $CaCl_2$ ۰/۰۱ نرمال عصاره‌گیری و با دستگاه جذب اتمی



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

مدل پرکین المر مدل ۳۰۳۰ اندازه‌گیری شد (۲۳).

### تجزیه گیاه

برای عصاره‌گیری گیاه (برگ و میوه)، یک گرم از نمونه گیاه خشک در داخل بوته چینی به مدت ۲ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره الکتریکی خاکستر شد. پس از افزودن ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک دو مولار و عبور محلول از کاغذ صافی، عصاره‌گیری انجام شده و غلظت پتاسیم در عصاره به دست آمده از گیاه با استفاده از دستگاه شعله‌سنج (مدل ۴۱۰) و غلظت فسفر در عصاره‌های گیاهی با استفاده از روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس، منگنز، سرب و کادمیم در عصاره گیاه از دستگاه جذب اتمی (پرکین المر مدل ۳۰۳۰) استفاده شد (۲۳). غلظت نیتروژن کل گیاه نیز با استفاده از روش کلدال در نمونه‌های گیاهی خشک شده تعیین شد.

برای اندازه‌گیری غلظت نیترات در میوه نیم گرم از نمونه خشک شده گیاه با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و پس از آن ۴۵ دقیقه با استفاده از دستگاه همزن و با سرعت ۱۸۰ دور در دقیقه عصاره‌گیری شد (۲۷) سپس غلظت نیترات با روش الکترود انتخابی و استفاده از دستگاه متروهم یون‌متر مدل B003-1502 تعیین شد.

### اندازه‌گیری غلظت اسید آسکوربیک در میوه

برای اندازه‌گیری اسید اسکوربیک (ویتامین ث) نمونه‌های آسیاب شده میوه با ۱۰ میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید (TCA) ۱۰٪ مخلوط شده و سپس غلظت اسید آسکوربیک از طریق تیتراسیون با محلول ۰/۰۵ نرمال دی کلروفنل- ایندوفنل اندازه‌گیری شد (۷).

### اندازه‌گیری کل مواد جامد محلول (TSS)

مقدار کل مواد جامد محلول محلول توسط رفرکتومتر مکانیکی اندازه‌گیری شد.

## نتایج و بحث

### ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک

توصیف آماری ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک در جدول ۱ آورده شده است. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در بیش از نیمی از گلخانه‌ها بسیار بالاتر از آستانه تحمل به شوری (۴ دسی‌زیمنس بر متر) بود. عامل اصلی شوری بالای خاک گلخانه‌ها، افزودن مقادیر بسیار زیاد کودهای شیمیایی و آلی به خاک است. این کودها قبل از کاشت به طور مستقیم به خاک افزوده و در مراحل بعدی، از طریق آب آبیاری (کود آبیاری) مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر چند که در بعضی از گلخانه‌ها شوری بالای آب آبیاری نیز در شور شدن خاک تأثیر زیادی داشته است. یک نکته مهم در مورد EC خاک که سبب شده نتایج تجزیه خاک کمتر مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد ولی در زمینه کاربردی حائز اهمیت است، مقادیر بسیار بالای EC برخی خاک‌هاست که عامل آن نه شوری ناشی از نمک NaCl بلکه غلظت بالای برخی عناصر غذایی است که به طور مرتب از طریق آب آبیاری به خاک اضافه می‌شود. البته بالا رفتن EC نکته مهمی است که از هر طریق می‌تواند جذب آب توسط گیاه را تحت تأثیر قرار دهد و از عواملی است که باید مورد توجه تولید کنندگان قرار گیرد. بر اساس نتایج این پژوهش، درصد آهک خاک در بیشتر گلخانه‌ها بالاتر از ۲۴ درصد بود. بالا بودن pH و درصد آهک خاک سبب کاهش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی مانند فسفر، آهن و روی برای گیاه شده (۲۱) و کارایی مصرف خاکی کودهای شیمیایی به ویژه کودهای حاوی عناصر کم نیاز را کاهش می‌دهد.

میانگین غلظت قابل دسترس فسفر (۱۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم)، پتاسیم ( ۱۰۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) و درصد نیتروژن (۰/۱۴) خاک‌های مطالعه شده به طور معنی‌دار بالاتر از حدود بحرانی تعیین شده برای این عناصر بود (۲، ۴ و ۸). از طرف دیگر، غلظت سرب، کادمیم و روی در خاک برخی از گلخانه‌ها بالاتر از حد مجاز تعیین شده برای این عناصر



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

**جدول۱. توصیف آماری برخی از ویژگی‌های خاک و غلظت عناصر پرمصرف و کم مصرف**

| ویژگی | بیشینه | کمینه | میانه | میانگین | حد بحرانی |
|---|---|---|---|---|---|
| پ- هاش | ۸/۰ | ۶/۸ | ۷/۶ | ۷/۶ | |
| قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) | ۳۱/۴۶ | ۳/۵۲ | ۱۴/۳۰ | ۱۴/۸۸ | |
| آهک (درصد) | ۲۲ | ۸ | ۱۲ | ۱۵ | |
| نیتروژن کل (درصد) | ۰/۳۰ | ۰/۰۳ | ۰/۱۴ | ۰/۱۴ | ۰/۲ |
| فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۲۹۳ | ۲۹ | ۷۰ | ۱۱۶ | ۲۵ |
| پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۱۹۸۰ | ۳۷۷ | ۹۵۷ | ۱۰۶۳ | ۱۵۰ |
| کلسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۳۲/۲ | ۸/۰ | ۳۲/۰ | ۲۹/۴ | |
| منیزیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۳۴/۲ | ۲/۴ | ۹/۲ | ۱۲/۷ | |
| آهن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۱۴/۴۴ | ۱/۴۴ | ۴/۲۸ | ۵/۴۰ | ۱۰ |
| منگنز قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۴۴/۵۰ | ۵/۲۲ | ۱۱/۳۰ | ۱۶/۶۱ | ۸ |
| مس قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۸/۶۴ | ۰/۳۶ | ۱/۰۰ | ۱/۸۸ | ۰/۸-۲/۵ |
| روی قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۶۷/۲۰ | ۰/۹۸ | ۵/۰۴ | ۱۳/۹۴ | ۱ -۳ |
| سرب قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۱/۹۶ | ۰/۹۶ | ۱/۳۶ | ۱/۳۷ | |
| کادمیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۰/۱۹ | ناچیز | ۰/۰۳ | ۰/۰۵ | |

بود، هرچند میانگین غلظت این عناصر در نمونه‌ها در محدوده طبیعی قرار داشت. بالابودن غلظت برخی فلزات سنگین در خاک احتمالاً به دلیل مصرف بالای کودهای شیمیایی، آلی و کاربرد لجن فاضلاب در برخی از گلخانه‌هاست (۹).

غلظت آهن و منگنز قابل عصاره‌گیری با DTPA به ترتیب در ۸۵٪ و ۳۰٪ گلخانه‌ها پایین‌تر از حد بحرانی تعیین شده برای این عناصر بود (۴). بالا بودن درصد کربنات کلسیم و پ- هاش خاک از مهم‌ترین دلایل کمبود غلظت قابل دسترس عناصر کم نیاز است (۹).

## غلظت عناصر غذایی گیاه

توصیف آماری غلظت عناصر غذایی مختلف در برگ و میوه گیاه به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است. نتایج نشان داد که به جز کلسیم غلظت سایر عناصر پرنیاز در میوه بالاتر از حد بحرانی تعیین شده برای آنها بود (۲ و ۶). از طرف دیگر بررسی فراوانی داده‌ها نیز نشان داد که در حدود ۵۰ درصد نمونه‌های خیار دچار کمبود کلسیم بودند. مهم‌ترین عامل کمبود این عنصر در میوه را می‌توان به عدم تنظیم شرایط محیطی گلخانه به ویژه عوامل مؤثر بر تعرق گیاه (به ویژه دمای محیط) نسبت داد. زیرا نتایج تحقیقات متعدد به رابطه مثبت و نزدیک بین توزیع کلسیم و شدت تعرق اندام‌های گیاهی اشاره کرده‌اند (۳، ۱۰ و ۲۵). در واقع، کاهش تعرق سبب کاهش غلظت کلسیم در میوه‌ها می‌شود. از طرف دیگر غلظت کلسیم در نمونه‌های برگ به طور معنی‌دار بالاتر از حد بحرانی غلظت این عناصر بود، در حالی‌که بیشتر این نمونه‌ها دچار کمبود پتاسیم بودند (جدول ۲). نتایج تحقیقات نشان داده که بین کلسیم و پتاسیم رابطه ضدیتی وجود دارد. برای مثال سونگ و فوجییاما به رقابت بین کلسیم و پتاسیم درگوجه فرنگی و برنج اشاره کردند (۳۱). دایم و گادبولد نیز بیان کردند که غلظت بالای کلسیم و منیزیم در گیاه بر جذب پتاسیم تأثیر منفی می‌گذارد (۱۱).



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

**جدول۲. توصیف آماری غلظت عناصر معدنی در برگ خیار گلخانه‌ای**

| عنصر | بیشینه | کمینه | میانه | میانگین | حدود بحرانی |
|---|---|---|---|---|---|
| کلسیم (٪) | ۴/۹۵ | ۱/۲۰ | ۲/۰۱ | ۲/۵۴ | ۱/۲-۱/۵ |
| پتاسیم (٪) | ۴/۰۶ | ۲/۴ | ۳/۶۶ | ۳/۵۵ | ۵-۶ |
| منیزیم (٪) | ۱/۳۷ | ۰/۲ | ۰/۵۲ | ۰/۶۸ | ۰/۷-۷ |
| فسفر(٪) | ۱/۵ | ۰/۴۲ | ۰/۹۳ | ۰/۹۵ | ۰/۳-۰/۷ |
| نیتروژن(٪) | ۵/۸ | ۲/۹ | ۴/۶۹ | ۴/۴۷ | ۴/۵-۶ |
| آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۲۲۰ | ۷۰/۵ | ۱۱۳ | ۱۲۰ | ۵۰-۳۰۰ |
| روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۸۷/۰ | ۳۱/۵ | ۵۱/۳ | ۵۶ | ۲۰-۷۰ |
| منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۱۳۴ | ۳۲ | ۷۲/۷ | ۷۴/۵ | ۲۰-۳۰۰ |
| مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۲۰/۷ | ۱۰/۷ | ۱۲/۷ | ۱۳/۳ | ۵-۳۵ |
| سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۲۴/۰ | ۱۱/۰ | ۱۴/۰ | ۱۵/۶۵ | |
| کادمیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | ۰/۵ | ۰/۱ | ۰/۱۲ | ۰/۱۵ | |

**جدول ۳. توصیف آماری غلظت عناصر معدنی در میوه خیار گلخانه‌ای**

| عنصر | واحد | بیشینه | کمینه | میانه | میانگین | حد بحرانی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کلسیم | میلی‌گرم در۱۰۰ گرم وزن تر | ۱۹/۳ | ۵/۲ | ۱۵/۹ | ۱۵/۱ | ۱۶ |
| پتاسیم | میلی‌گرم در۱۰۰ گرم وزن تر | ۲۲۷/۳ | ۱۵۴/۷ | ۱۹۰/۶ | ۱۹۰/۸ | ۱۴۷ |
| منیزیم | میلی‌گرم در۱۰۰ گرم وزن تر | ۱۴/۰ | ۱۱/۱ | ۱۲/۴ | ۱۲/۶ | - |
| فسفر | میلی‌گرم در۱۰۰ گرم وزن تر | ۵۳/۱ | ۱۲/۹ | ۳۳/۷ | ۳۳/۶ | ۲۴ |
| نیترات | میلی‌گرم در۱۰۰ گرم وزن تر | ۸۵/۰ | ۱۹/۲ | ۳۲/۹ | ۴۰/۶ | ۱۵ |
| آهن | میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر | ۲/۰۹ | ۱/۰۹ | ۱/۵۱ | ۱/۵۶ | ۳ |
| روی | میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر | ۱/۳۳ | ۰/۹۴ | ۱/۱۳ | ۱/۱۳ | ۲ |
| منگنز | میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر | ۰/۶۱ | ۰/۳۱ | ۰/۴۴ | ۰/۴۷ | ۹ |
| مس | میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر | ۰/۴۰ | ۰/۱۰ | ۰/۲۸ | ۰/۲۸ | ۱ |
| سرب | میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر | ۰/۴۱ | ۰/۲۶ | ۰/۳۴ | ۰/۳۴ | ۰/۲۵ |
| کادمیم | میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر | ناچیز | ناچیز | ناچیز | ناچیز | ۰/۱ |

میانگین غلظت روی، مس، آهن و منگنز در نمونه‌های برگ در محدوده طبیعی قرار داشت در حالی‌که تمام نمونه‌های میوه دچار کمبود این عناصر بودند (۶). مدیریت تغذیه‌ای نامناسب و کاربرد زیاد کودهای فسفاته مهم‌ترین دلیل کمبود این عناصر در میوه است. این مسأله مشخص شده است که فسفر به همراه آهن و روی در خاک ایجاد کمپلکس‌های نامحلول می‌کند و نیز باعث کاهش غلظت قابل دسترس این عناصر در خاک می‌شود (۲۴). بالابودن غلظت آهن و روی در برگ نشان می‌دهد که این



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

عناصر در گلخانه‌ها به صورت تغذیه برگی مصرف می‌شوند و مناسب نبودن شرایط محیطی و زمان تغذیه برگی، مانع انتقال این عناصر از برگ به میوه شده است.

### غلظت نیترات در میوه

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که میانگین غلظت نیترات در خیار گلخانه‌ای استان قم ۴۰/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم از وزن مرطوب میوه است که این مقدار ۲/۷ برابر بیشتر از استاندارد تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی (۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم از وزن تر میوه) است (۳۵). مهم‌ترین دلیل بالا بودن غلظت نیترات، مدیریت تغذیه‌ای نامناسب گلخانه داران و استفاده زیاد از کودهای شیمیایی اوره و نیتراته و هم‌چنین کودهای دامی است. برای مثال برخی از گلخانه‌داران در هر نوبت آبیاری حدود ۴ کیلوگرم نیترات آمونیم در هکتار استفاده می‌کنند. سبحان اردکانی و همکاران (۵) غلظت نیترات را در اندام خوراکی برخی سبزیجات استان اصفهان بررسی کردند. نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد که در برخی مناطق، غلظت نیترات در برخی سبزیجات بالاتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی بود (۵).

### ارتباط بین غلظت عناصر غذایی مختلف در میوه

ضرایب هم‌بستگی پیرسون بین غلظت برخی عناصر معدنی اندازه‌گیری شده در میوه در جدول ۴ نشان داده شده است. غلظت روی در میوه با غلظت فسفر هم‌بستگی مثبت و بالایی داشت. نتایج تحقیقات متعددی نشان داده که کودهای مخلوط عناصر کم نیاز و هم‌چنین کودهای فسفاته حاوی غلظت‌های بالایی از روی هستند (۲۶) برای مثال افیونی و همکاران (۸) با بررسی کودهای فسفاته توزیعی در ایران گزارش کردند که غلظت روی موجود در هر کیلوگرم از کودهای فسفاته بین ۸۵ تا ۱۰۱۵ میلی‌گرم متغییر بوده است (۸). ازطرف دیگر بین غلظت فسفر با غلظت پتاسیم در میوه ارتباط مثبت و بسیار بالایی (r = ۰/۶۷) مشاهده شد. این مسأله احتمالا ناشی از مصرف کودهای دامی و هم‌چنین کودهای شیمیایی این عناصر است.

هم‌چنین بین غلظت مس، آهن و روی در میوه نیز هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد. مهم‌ترین عامل ایجاد این هم‌بستگی را می‌توان کاربرد مخلوط عناصر کم نیاز به صورت محلول‌پاشی دانست.

### ارتباط بین غلظت عناصر غذایی مختلف در میوه با برخی از شاخص‌های کیفی

به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین غلظت اسید آسکوربیک میوه با غلظت آهن و روی ارتباط مثبت و بسیار بالایی وجود دارد (شکل‌های ۱ و ۲). تاکنون نتایج حاصل از تحقیقات زیادی نشان داده که ویتامین ث می‌تواند به جذب آهن کمک کند (۳). هم‌چنین هم‌بستگی مثبت و بالایی بین غلظت منیزیم میوه با میزان کل مواد جامد محلول (درصد قندها) دیده شد (شکل ۳). به طور کلی منیزیم در گیاه دارای نقش‌های فیزیووژیکی ومولکولی مهم مانند شرکت در ساختار کلروفیل است (۳). تحقیقات نشان داده که بین ۱۵ تا ۳۰ درصد کل منیزیم گیاه در ساختار کلروفیل وجود دارد (۱۷ و ۲۹). بنابراین منیزیم یک عنصر مهم در فتوسنتز و ساخت قندهاست. ذکری بیان کرد که در مرکبات با افزایش غلظت منیزیم، مقدار کل مواد جامد محلول افزایش می‌یابد (۳۵). علاوه بر این، نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که غلظت منیزیم گیاه با درصد رطوبت میوه‌ها ارتباط منفی و بالایی دارد (شکل ۴) که این مسأله نیز می‌تواند به خاطر بالا رفتن مقدار کل مواد جامد محلول ایجاد شده باشد. در همین ارتباط، هائو و پاپادوپلوس (۱۶) نیز نشان دادند که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک میوه با مقدار کل مواد جامد محلول وجود دارد.

میانگین غلظت سرب در بخش خوراکی خیار ۰/۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن مرطوب میوه بود. حد مجاز غلظت

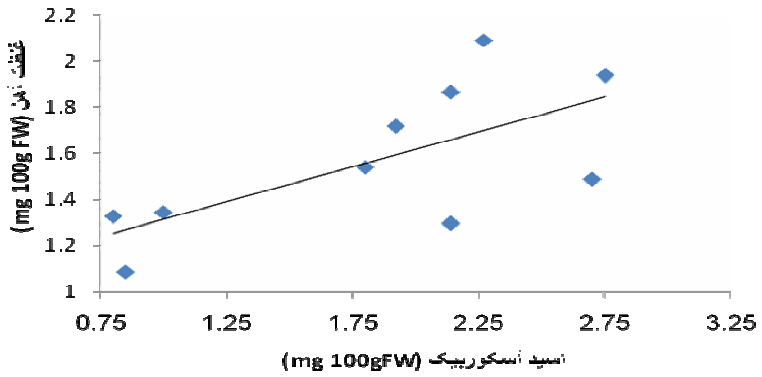


[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

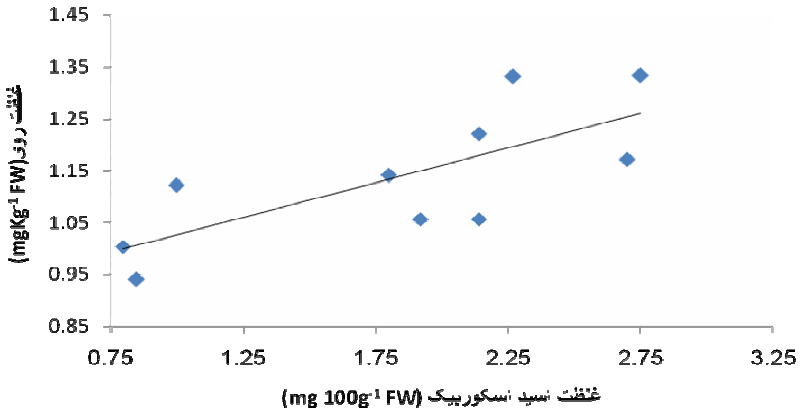
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

جدول ۴. ضرایب هم‌بستگی پیرسون بین غلظت برخی عناصر معدنی

| | پتاسیم | فسفر | آهن | مس | روی |
|---|---|---|---|---|---|
| پتاسیم | ۱ | ۰/۶۷* | ns | ns | ns |
| فسفر | ۰/۶۷* | ۱ | ns | ns | ۰/۶۶* |
| آهن | ns | ns | ۱ | ۰/۶۴* | ۰/۶۶* |
| مس | ns | ns | ۰/۶۶* | ۱ | ۰/۶۵ * |
| روی | ns | ۰/۶۶* | ۰/۶۳* | ۰/۶۵* | ۱ |




شکل ۱. هم‌بستگی بین غلظت آهن میوه با غلظت اسید آسکوربیک در خیار گلخانه‌ای




شکل ۲. هم‌بستگی بین غلظت روی میوه با غلظت اسید آسکوربیک در خیار گلخانه‌ای

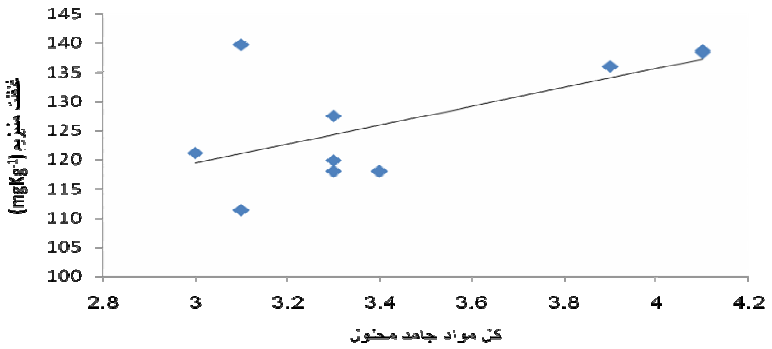
سرب در بخش خوراکی میوه‌ها و سبزی‌ها ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن مرطوب میوه است (۱۲). میانگین غلظت کادمیم در نمونه‌های برگ ۰/۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم و در بخش خوراکی خیار زیر حد تشخیص دستگاه بود. علت پایین بودن غلظت کادمیم در بخش خوراکی خیار نسبت به برگ آن پایین بودن امکان انتقال این عنصر به بخش خوراکی خیار است.

با توجه به این که در این پژوهش محصولات گلخانه‌ای

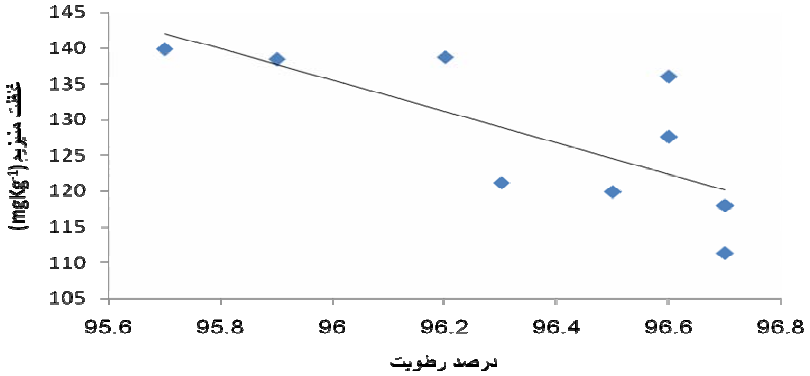


[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]




**شکل ۳. هم‌بستگی بین غلظت منیزیم میوه با درصد جامدات محلول در خیار گلخانه‌ای**




**شکل ۴. هم‌بستگی بین غلظت منیزیم با درصد رطوبت میوه در خیار گلخانه‌ای**

مورد بررسی قرار گرفتند و به طور معمول در محیط گلخانه‌ای آلودگی‌های اتمسفری و محیطی به حداقل غلظت ممکن می‌رسد، انتظار می‌رفت که غلظت آلاینده‌ها در این محصولات بسیار ناچیز باشد، ولی مصرف بالای سموم آفت‌کش و قارچ‌کش و هم‌چنین ناخالص بودن مخلوط کودهای حاوی عناصر کم نیاز و آلوده بودن آنها به این عناصر باعث بالا رفتن آلودگی این فلزات در محصولات گلخانه‌ای شده است. بنابراین، توجه ویژه به کیفیت تغذیه‌ای و سلامت محصولات گلخانه‌ای برای مصرف کنندگان ضروری است.

## نتیجه‌گیری

کیفیت میوه به طور معنی‌دار تحت تأثیر غلظت عناصر معدنی گیاه است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که غلظت اسید اسکوربیک میوه تحت تأثیر غلظت روی و آهن است. لذا با مدیریت بهینه عناصر کم نیاز علاوه بر رفع مشکل کمبود این عناصر می‌توان برخی دیگر از شاخص‌های کیفی میوه را نیز افزایش داد. هم‌چنین مشخص شد که بین مقدار کل مواد جامد محلول و هم‌چنین درصد رطوبت میوه با غلظت منیزیم میوه هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. هم‌چنین غلظت نیترات در خیار گلخانه‌ای استان قم بسیار بالاتر از حد مجاز تعیین شده برای این عنصر توسط سازمان بهداشت جهانی بود. غلظت بالای نیترات و سرب در نمونه‌ها تأثیر بسیار زیادی بر سلامت افراد جامعه به ویژه کودکان دارد. از طرف دیگر توجه به این نکته نیز بسیار حائز اهمیت است که این عناصر روزانه از راه‌های دیگر مانند مصرف سایر سبزیجات، آب آشامیدنی و مصرف غذاهای مختلف وارد بدن می‌شود، در حالی‌که با



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

مصرف تنها ۱۰۰ گرم خیار در روز غلظت نیترات در بدن از حد مجاز آن ( ۳/۷ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن فرد) فراتر می‌رود.

## سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج پروژه تحقیقات با عنوان "بررسی و تدوین مدیریت مصرف بهینه کودهای شیمیایی ماکرو و ریز مغذی در محصولات گلخانه‌ای استان قم" بوده که به سفارش سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قم انجام شده است.

## منابع مورد استفاده

۱. بی‌نام، ۱۳۸۴. *سرشماری عمومی کشاورزی*. انتشارات مرکز آمار ایران.

۲. خوش‌گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۶. *ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه و مدیریت بهینه کودی*. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. خوش‌گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۶. *مبانی تغذیه گیاه*. چاپ اول. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. خوش‌گفتارمنش، ا. ح. و ح. سیادت. ۱۳۸۲. *تغذیه معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور*. مرکز نشرآموزش کشاورزی، معاونت باغبانی، کرج.

۵. سبحان اردکانی، س.، ک. شایسته، م. افیونی و ن. محبوبی صوفیانی. ۱۳۸۴. غلظت نیترات در برخی فراورده‌های گیاهی اصفهان. مجله محیط شناسی ۳۷ : ۶۹-۷۶

۶. ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. *روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی گیاهان و توصیه کودی*. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

7. AOAC. 2002. Official Methods of Analysis. Association of Official Analysis Chemists, 17th Ed., Washington, DC.
8. Afyuni, M., A. H. Khoshgoftarmanesh, V. Dorostkar and R. Moshiri. 2007. Zinc and cadmium content in fertilizers commonly used in Iran . Proc. Intl. Conf. Zinc crops. Istanbul , Turkey.
9. Alloway, B. J. 1995. Heavy Metals in Soils. Blackie Academic & Professional, London.
10. Barker A.V. and D.J. Pilbeam. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRS Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL .
11. Diem, B. and D. L. Godbold. 1993. Potassium, calcium and magnesium antagonism in clones of populus trichocarpa. Plant Soil 155: 411- 414.
12. Gonzalez, C. 1998. Nuevo Reglamento Sanitario de lost Alimentos. D. S. No. 977. Santiago, Chili.
13. Graun,G. F., D. G. Greathous and D. H. Gundersan. 1981. Methehemoglobin levels in young children consuming high nitrate well water in the U.S. Intl. J. Epidemiol. 4: 309-317.
14. Gruda, N. 2005. Impact of environmental factor on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. Crit. Rev. Plant Sci. 24: 227-274.
15. Harker, F. R., F. A. Gunson, P. L. Brookfield and A. White. 2002. An apple a day: the influence of memory on consumer judgment and quality. Food Qual. 13: 173-179.
16. Hao, X. and A. Papadopoulos. 1999. Effects of supplemental lighting and cover materials on growth, photosynthesis, biomass partitioning, early yield and quality of greenhouse cucumber. J. Sci. Hort. 80: 1–18.
17. Hopkins, W. G. 1995. Introduction to Plant Physiology. John Wiley Pub., NY.
18. Huyskens-Keil, S. and M. Schreiner. 2003. Quality of fruits and vegetables. J. Appl. Bot. 77: 147–151.
19. Huyskens, K. S. and M. Schreiner. 2004. Quality dynamics and quality assurance of fresh fruits and vegetables in pre and postharvest. PP: 401–449. *In*: Production Practices and Quality Assessment of Food Crops 3. Quality Handling and Evaluation .
20. Kader, A. A. 2001. Quality assurance of harvested horticultural perishables. Acta Hort. 553: 51–55.
21. Karimian, N. and G. R. Moafpouryan. 1999. Zinc adsorption characteristics of selected calcareous soils of Iran and their relationship with soil properties. Commun. Soil Sci Plant Anal. 30: 1721-1731.
22. Kaya, C., H. Kirnak and D. Higgs. 2001. Effects of supplementary potassium and phosphorus on physiological development and mineral nutrition of cucumber and pepper cultivars grown at high salinity (NaCl). J. Plant Nutr. 24 : 1457- 1471



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]

23. Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Amer. J. 42: 421- 428.
24. Lindsay, W. L. 1991. Inorganic equilibria affecting micronutrients in soils. PP: 89-112. *In*: Mortvedt *et al.* (Ed.), Micronutrients in agriculture, SSSA Madison, WI.
25. Marschner, M. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic press. 2nd ed., Harcourt Brace and Co. Pub., London .
26. Mclaughlin, M. J., D. R. Parker and J. M. Clarke. 1999. Metals and micronutrients food safety issues. Field Crops Res. 60: 63-143.
27. Muramato, J. 1999. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farmers in California. Center of Agro Ecology and Sustainable Food System. Univ. of California Santacruz.
28. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1990. Phosphorous, PP. 403-431. *In*: A. L. Page, (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, 2th ed., Agron. Monogr. ASA Madison, WI.
29. Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2, Chemical and Biological Properties. 2nd ed., Soil. Soc. Amer. Inc. Pub., USA.
30. Ruiz, J. M. and L. Romero. 1998. Commerical yield and quality of fruits of cucumber plants cultivated ander greenhouse conditions: Response to increases in nitrogen fertilization. J. Agric. Food. Chem. 46: 4171-4173.
31. Song, J. Q. and H. Fujiyama. 1996. Difference in response of rice and tomato subjected to sodium salinization to the addition of calcium. Soil Sci. Plant Nutr. 42: 503-510.
32. Walker, R. 1990. Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds. A review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. Food Addit. Contam. 7: 717–768.
33. Walsh, K. B. 2006. Setting and meeting objective standards for eating quality in fresh fruit. Acta Hort. 712: 191–196.
34. WHO, S. 1978. Nitrates, nitrites and N-nitrozo compounds. Environ. Health Criteria. 5: 107.
35. Zekri, M., A. T. Obreza and R. Koo. 2003. Irrigation, nutrition and citrus fruit quality1. Institute of Food and Agriculture Sciences. University of Florida, USA.

[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-01-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.54.10.9 ]