

## وضعیت تغذیه‌ای خیار و فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای در استان اصفهان

فروغ عقیلی<sup>۱</sup>، امیرحسین خوشگفتارمنش<sup>۲</sup>، مجید افیونی<sup>۲</sup>، مصطفی مبلی<sup>۳</sup>، مهناز پیرزاده<sup>۱\*</sup> و آزاده سنایی استوار<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۰/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۴)

### چکیده

با وجود افزایش تقاضا برای تولید سبزی‌های گلخانه‌ای، توجه کمی به وضعیت تغذیه‌ای این گیاهان، به ویژه در ارتباط با کیفیت محصول شده است. این پژوهش با هدف بررسی وضعیت تغذیه‌ای عناصر پر مصرف (کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم) و ریزمغذی (آهن، منگنز، مس و روی) در خیار و فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای در استان اصفهان انجام شد. بعد از انتخاب ۲۵ واحد گلخانه، غلظت این عناصر در خاک این گلخانه‌ها و میوه خیار و فلفل دلمه‌ای تولید شده اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت فسفر و پتاسیم خاک بسیار بیشتر از حد بحرانی تعیین شده برای آنها بود. میانگین مقدار آهن، روی، مس و منگنز عصاره‌گیری شده با DTPA در نمونه‌های خاک به ترتیب برابر با ۱۲/۰، ۴/۹، ۱/۹ و ۱۴/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. میزان منیزیم، فسفر و پتاسیم در خیار و فلفل دلمه‌ای، بیشتر از حد کفایت این عناصر در میوه بود، در حالی که بیش از ۷۵ درصد خیارهای گلخانه‌ای دچار کمبود کلسیم بودند. از طرف دیگر، مشخص شد که بیش از نیمی از خیارهای گلخانه‌ای و حدود ۲۰ درصد فلفل‌های دلمه‌ای گلخانه‌ای دارای کمبود منگنز بودند. هم‌چنین نتایج نشان داد که بیش از ۶۰ درصد خیارهای گلخانه‌ای دچار کمبود آهن و روی بودند. به طور کلی، بر اساس نتایج این پژوهش، غلظت زیاد برخی عناصر پرمصرف نظیر فسفر و پتاسیم و کمبود گسترده کلسیم و عناصر کم‌مصرف در محصولات گلخانه‌ای به علت مدیریت تغذیه‌ای نامطلوب، مصرف نامتعادل کود، ناپایداری شرایط محیطی گلخانه و خطر آلودگی محیط زیست است.

واژه‌های کلیدی: گلخانه، خیار، فلفل دلمه‌ای، عناصر پرمصرف، ریزمغذی‌ها

### مقدمه

فیزیولوژیک) و ویژگی‌های حسی (نظیر طعم و مزه، حضور ترکیبات معطر و خصوصیات بافت میوه) می‌شود (۸ و ۱۰). مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت داخلی، وضعیت تغذیه‌ای و سلامت محصولات (کیفیت تغذیه‌ای و وضعیت اکولوژیک نظیر روش‌های کاشت، نوع و رقم گیاه) می‌باشد. کیفیت سلامت و تغذیه از دو جنبه حضور ترکیبات مطلوب (از قبیل ویتامین‌ها، مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها، فیبر و مواد فعال‌کننده واکنش‌های ضروری بدن) و

در سال‌های اخیر، توجه مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی در بیشتر کشورهای دنیا به کیفیت سبزی‌ها و میوه‌ها افزایش یافته است. کیفیت از دو جنبه کیفیت خارجی و کیفیت داخلی قابل بررسی می‌باشد. کیفیت خارجی در بازارپسندی محصولات کشاورزی نقش بسیار زیادی داشته و شامل ویژگی‌های ظاهری (از قبیل شکل، رنگ، اندازه، شادابی و طراوت میوه و نداشتن خسارت

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

۲. به ترتیب دانشیار و استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mahnaz.pirzadeh@gmail.com

منگنز و مس در بخش خوراکی خیار و فلفل دلمه‌ای به عنوان دو محصول مهم گلخانه‌ای در استان اصفهان صورت گرفت.

### مواد و روش‌ها

تعداد ۲۵ واحد گلخانه خیار و فلفل دلمه‌ای در هشت منطقه از استان اصفهان (شهرضا، قلعه‌شور، زیار، شهرک گلخانه‌ای منطقه فلاورجان، منطقه ابریشم، آب نیل، اسدآباد مبارکه و نجف‌آباد) انتخاب شدند. سعی بر این بود که گلخانه‌های انتخاب شده از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، مدیریت گلخانه و نیز موقعیت جغرافیایی متفاوت باشند. از طرف دیگر، تراکم گلخانه در مناطق انتخاب شده نیز به نسبت زیاد باشد. برای هر یک از گلخانه‌های انتخاب شده، شناسنامه‌ای متشکل از کلیه ویژگی‌های خاک و آب، مدیریت زراعی (رقم گیاه، تاریخ و چگونگی کاشت)، مدیریت کوددهی (نوع، مقدار و چگونگی مصرف کودهای آلی و شیمیایی) و نوع، مقدار و چگونگی مصرف سموم تهیه شد. نمونه برداری از خاک گلخانه در آغاز مرحله رشد رویشی گیاه، زمانی که گیاه در مرحله چهار تا پنج برگی بود، از عمق حدود ۲۵-۰ سانتی‌متر انجام شد.

نمونه‌ها هواخشک شده و pH توسط پ-هاش متر مدل ۶۲۰ متراهم (۱۲)، قابلیت هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت‌سنج مدل ۶۴۴ متراهم (۱۲)، میزان فسفر (روش السن) (۱۱)، پتاسیم (عصاره‌گیری با محلول استات آمونیوم یک نرمال)، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون عصاره خاک با محلول اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) ۰/۰۱ نرمال و عناصر ریزمغذی آهن، منگنز، مس و روی به روش عصاره‌گیری با DTPA تعیین شدند (۱۲).

نمونه‌برداری از میوه‌های کاملاً رسیده به طور تصادفی طی دو مرحله از رشد (اوایل و اواخر برداشت محصول) انجام شد. برای این منظور از هر گلخانه دست‌کم ۱۰ نمونه میوه کاملاً رسیده، سالم و عاری از بیماری، آفت یا هر خسارت فیزیولوژیک تهیه شد. میوه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه با آب مقطر شسته شده و وزن شدند. سپس تا

ترکیبات نامطلوب و مضر (نظیر فلزات سنگین، نترات، باقی‌مانده سموم و آلودگی‌های زیستی) قابل بررسی است (۹).

به طور کلی، امروزه ارتباط بین غلظت عناصر غذایی با کیفیت میوه به خوبی مشخص شده و در این زمینه تحقیقات زیادی نیز انجام شده است. علاوه بر این، تغذیه صحیح گیاهان اثر قابل ملاحظه‌ای بر پیشگیری از مواجهه گیاه با عوامل بیماری‌زا و یا کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها دارد. در واقع، عناصر غذایی ممکن است سبب افزایش و یا کاهش مقاومت گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها شوند. تأثیر تغذیه گیاه بر مقاومت و تحمل گیاهان در برابر بیماری‌ها و آفات بستگی به عنصر مورد نظر، وضعیت تغذیه‌ای گیاه، جنس میزبان گیاهی و نوع بیماری یا آفت دارد (۲).

با وجودی که عناصر مختلفی در ساختار گیاه وجود دارند، اما تنها ضرورت تعداد محدودی از آنها برای گیاه مشخص شده است. عناصر ضروری ممکن است در ساختار گیاه و یا برخی فرایندهای سوخت و سازی آن مورد نیاز باشند. به طوری که کمبود آنها سبب بروز نارسایی‌هایی در گیاه می‌شود، که اغلب به صورت علائمی روی اندام‌های مختلف و یا کل گیاه قابل مشاهده می‌باشد. در نقطه مقابل، بیش‌بود برخی عناصر سبب بروز اختلالاتی در رشد و نمو گیاه می‌شود. عناصر مفید نیز به رشد گیاه کمک می‌کنند، اما کمبودشان خسارتی وارد نمی‌کند (۲).

فسفر، کلسیم، منیزیم و پتاسیم و عناصر کم مصرف آهن، منگنز، مس و روی از مهم‌ترین عناصر پر مصرف مؤثر بر کیفیت میوه می‌باشند (۷). نتایج پژوهش‌های زیادی نشان داده که تأثیر تعادل غلظت عناصر غذایی بر کیفیت محصولات کشاورزی نسبت به غلظت مطلق آنها بیشتر است (۵، ۶ و ۱۴).

با توجه به کمبود اطلاعات پیرامون وضعیت تغذیه‌ای محصولات گلخانه‌ای و نیز کیفیت تغذیه‌ای این محصولات که در حال حاضر سهم قابل ملاحظه‌ای در رژیم غذایی افراد جامعه دارند، پژوهش حاضر با هدف تعیین غلظت عناصر کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم و عناصر کم مصرف آهن، روی،

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های خاک و غلظت عناصر پرمصرف و کم مصرف در خاک گلخانه‌های بررسی شده

انحراف معیار	میانگین	میانه	کمینه	بیشینه	
۰/۰۴۹	۷/۴	۷/۴	۶/۵	۷/۹	pH
۳/۷۸	۶/۱	۵/۰	۱/۳	۱۴/۰	قابلیت هدایت الکتریکی ( $\text{dS m}^{-1}$ )
۱۴۰	۲۵۷	۲۳۵	۴۸	۵۰۰	فسفر قابل جذب ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
۱۸۷	۶۷۲	۶۸۴	۳۴۰	۱۰۰۰	پتاسیم قابل جذب ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
۱۵/۳۴	۲۹/۲	۲۶/۰	۸/۰	۶۰/۰	کلسیم قابل جذب ( $\text{mg L}^{-1}$ )
۸/۲	۱۲/۴	۱۱/۲۲	۲/۲	۳۹/۰	آهن قابل جذب ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
۹/۸۰	۱۳/۶	۱۱/۲	۲/۷	۳۷/۴	منگنز قابل جذب ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
۲/۰۴	۲/۴۶	۱/۹۷	۰/۵۲	۱۰/۴۰	مس قابل جذب ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
۲/۳۱	۳/۲	۳/۸	۱/۴	۱۰/۰	روی قابل جذب ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

عناصر غذایی می‌شود. عامل اصلی شوری زیاد خاک گلخانه‌ها، استفاده بسیار زیاد کودهای مختلف در گلخانه‌ها می‌باشد. نتایج تجزیه فسفر قابل جذب خاک (جدول ۱) نشان می‌دهد که غلظت فسفر در خاک تمام گلخانه‌های مطالعه شده بیشتر از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (حداقل غلظت ۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم است). به طور کلی، اگر مقدار فسفر قابل استفاده خاک ۱۵-۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، خاک از نظر فسفر غنی بوده و نیازی به مصرف کود فسفاتی ندارد (۱۱). به عبارت دیگر خاک گلخانه‌های مورد مطالعه، نه تنها کمبود فسفر ندارند بلکه دارای بیش بود این عنصر نیز هستند. نتایج تجزیه پتاسیم خاک نیز نشان داد که غلظت پتاسیم در خاک تمام گلخانه‌های مطالعه شده بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. مقدار بهینه پتاسیم در خاک بین ۲۰ تا ۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (۳). زمانی که غلظت پتاسیم بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم شود بیش بود پتاسیم وجود دارد. به طور کلی، یکی از مشکلات اساسی در گلخانه‌های مطالعه شده بیش بود عناصر پرمصرف در خاک این واحدها بود. این مسئله مشکلات زیادی از قبیل بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی، ایجاد اختلال در جذب عناصر ریزمغذی و حتی آلودگی‌های زیست‌محیطی و کاهش کیفیت تغذیه‌ای محصول را به دنبال دارد. مهم‌ترین عامل

رسیدن به وزن ثابت در خشک‌کن هواکش‌دار در دمای ۶۵-۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. برای عصاره‌گیری میوه، از روش عصاره‌گیری خشک استفاده شد. برای اندازه‌گیری فسفر و پتاسیم به ترتیب از دستگاه‌های طیف-سنج و شعله سنج استفاده شد (۱۵). برای اندازه‌گیری غلظت کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس و روی از دستگاه جذب اتمی مدل پرکین المر ۳۰۳۰ استفاده شد (۱۵).

## نتایج و بحث

### ویژگی‌های شیمیایی و غلظت عناصر در خاک گلخانه‌ها

بیشینه، کمینه، میانه و میانگین برخی از ویژگی‌های خاک گلخانه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به محدوده تغییرات pH خاک گلخانه‌های مورد مطالعه می‌توان انتظار داشت که قابلیت استفاده بیشتر عناصر کم‌مصرف پایین باشد. دامنه قابلیت هدایت الکتریکی نمونه‌های بررسی شده بین ۱/۳ تا ۱۴/۰ دسی‌زیمنس بر متر متغیر است. از طرف دیگر، میانه و میانگین قابلیت هدایت الکتریکی نیز نشان می‌دهد که حداقل بیش از نیمی از گلخانه‌ها دارای قابلیت هدایت الکتریکی زیاد (بیش از ۴ دسی‌زیمنس بر متر) هستند. این مسئله باعث ایجاد مشکلات زیادی از قبیل اختلال در جذب

جدول ۲. توصیف آماری غلظت کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن مرطوب) در میوه خیار و فلفل دلمه‌ای تولیدی در گلخانه‌های استان اصفهان در نوبت‌های مختلف نمونه‌برداری

سبزی‌ها	نوبت اول					نوبت دوم					
	عنصر	بیشینه	کمینه	میانه	میانگین	Sd	بیشینه	کمینه	میانه	میانگین	Sd
خیار	کلسیم	۳۱/۵	۵/۸	۱۳/۸	۱۵/۵	۶/۳	۲۱/۰	۷/۷	۱۴/۰	۱۴/۳	۲/۹
	منیزیم	۲۵/۹	۱۳/۴	۱۶/۰	۱۶/۶	۳/۳	۲۰/۰	۱۲/۹	۱۶/۳	۱۵/۹	۱/۷
	فسفر	۴۷/۰	۲۱/۰	۳۵/۹	۳۵/۳	۷/۱	۴۶/۰	۲۷/۹	۳۷/۰	۳۶/۸	۶/۱
	پتاسیم	۳۱۰	۱۷۲	۲۴۰	۲۳۶	۳۷	۲۶۳	۱۷۲	۲۲۰	۲۲۲	۲۵
فلفل دلمه‌ای	کلسیم	۱۵/۴	۶/۲	۱۱/۲	۱۱/۰	۲/۵	۱۳/۰	۹/۵	۱۰/۸	۱۱/۲	۱/۱
	منیزیم	۲۴/۰	۹/۹	۱۳/۰	۱۴/۴	۴/۶	۲۶/۰	۱۰/۰	۱۸/۶	۱۸/۱	۵/۷
	فسفر	۵۰/۷	۱۸/۰	۳۳/۳	۳۲/۹	۸/۹	۵۰/۰	۲۸/۵	۳۰/۰	۳۷/۵	۷/۷
	پتاسیم	۳۹۱	۲۷۰	۳۰۵	۳۲۸	۴۶	۳۶۱	۲۶۰	۳۲۵	۳۲۱	۳۱

Sd: انحراف معیار

این عنصر در خاک ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (۳). بررسی فراوانی داده‌ها نشان داد که در ۳۰ درصد از گلخانه‌ها غلظت منگنز خاک کمتر از ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و در ۴۴ درصد از گلخانه‌ها، این غلظت در محدوده طبیعی و در ۲۶ درصد گلخانه‌ها نیز در حد بیش بود یا سمیت است. حد بحرانی غلظت مس در خاک ۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (۳). میانگین غلظت مس خاک‌های مطالعه شده بیش از این حد بود. دامنه کفایت روی در خاک‌ها ۱ تا ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (۳). بررسی فراوانی غلظت روی در خاک‌ها نیز نشان داد که در هیچ‌یک از گلخانه‌ها غلظت روی کمتر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم نبود. به عبارت دیگر، غلظت روی در خاک اکثر گلخانه‌ها در حد طبیعی بود.

### غلظت عناصر پر مصرف در خیار و فلفل دلمه‌ای

توصیف آماری غلظت کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم در خیار و فلفل دلمه‌ای در نوبت‌های مختلف نمونه‌برداری بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه در جدول ۲ و مقایسه میانگین غلظت این عناصر با حد بحرانی در جدول ۳ نشان

ایجاد این مشکل، مدیریت نادرست کوددهی در گلخانه‌ها می‌باشد. به ویژه این که در اکثر گلخانه‌ها علاوه بر کودهای شیمیایی از کودهای دامی نیز استفاده می‌شود (طبق گفته اکثر گلخانه‌داران، هر سال تقریباً در تیرماه کودهای دامی به زمین اضافه می‌شود). از طرف دیگر بررسی سابقه زمین گلخانه‌ها نیز نشان داد که در اکثر این محل‌ها تا قبل از احداث گلخانه، کشاورزی به صورت سنتی انجام می‌شده و با توجه به این‌که خاک گلخانه‌ها نیز درجا است (از محل دیگری به این محل انتقال نیافته است) و فقط برای سبک شدن بافت نسبت‌هایی از ماسه و یا کودهای دامی به خاک اضافه شده، می‌توان گفت که این بیش بود تا حدی به کشت‌های قبلی نیز مرتبط است.

حد بحرانی غلظت آهن قابل جذب در خاک ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (۳). میانگین غلظت آهن خاک گلخانه‌های مطالعه شده بیشتر از این حد بود. خاک حدود ۳۵ درصد از گلخانه‌ها دارای غلظت آهن کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده و ۶۱ درصد گلخانه‌ها نیز از لحاظ آهن خاک در محدوده طبیعی قرار داشتند. میانگین غلظت منگنز در نمونه‌های خاک مطالعه شده ۱۴/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. حد بحرانی غلظت

جدول ۳. مقایسه میانگین غلظت کلسیم، منیزیم، پتاسیم و فسفر با حد بحرانی (۴) در میوه خیار و فلفل دلمه‌ای با آزمون T

T	حد بحرانی (mg kg <sup>-1</sup> )	میانگین دو نوبت نمونه برداری (mg kg <sup>-1</sup> )	عنصر	سبزی‌ها
-۲/۲*	۱۶/۰	۱۴/۹	کلسیم	خیار
۲/۱ *	۱۴/۰	۱۶/۲	منیزیم	
۱۰/۲**	۱۴۷/۰	۲۲/۹	پتاسیم	
۱۰/۳*	۲۴/۰	۳۶/۱	فسفر	
n.s	۱۲/۰	۱۱/۱	کلسیم	فلفل دلمه‌ای
n.s	۱۴/۰	۱۶/۲	منیزیم	
۵/۴ **	۲۶۰/۰	۳۲۴/۰	پتاسیم	
۲/۲ *	۲۵/۰	۳۴/۵	فسفر	

\*\* اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۱٪

\* اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪

داده شده است.

می‌شود. مهم‌ترین عواملی که باعث کاهش شدت تعرق در گلخانه‌ها شده‌اند شدت نور و دمای نامناسب و هم‌چنین مدیریت تغذیه‌ای نادرست می‌باشد. علاوه بر این، شوری خاک و بالا بودن فشار اسمزی نیز باعث کاهش تعرق می‌شود.

حد معمول غلظت پتاسیم، فسفر و منیزیم در میوه خیار در منابع بررسی شده به ترتیب ۱۴۷، ۲۴ و ۱۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه می‌باشد (۴). مقایسه میانگین غلظت این عناصر در میوه‌های برداشت شده در هر دو نوبت با این حدود نشان داد که میانگین غلظت این عناصر در هر دو نوبت بیشتر از حدود بحرانی تعیین شده برای آنها بوده (جدول ۳) و تقریباً تمام نمونه‌های نوبت اول و دوم دچار بیش‌بود پتاسیم، فسفر و منیزیم بودند ( $P < 0/01$ ).

در منابع علمی، محدوده طبیعی غلظت کلسیم فلفل بین ۹ تا ۱۲ و حد بحرانی غلظت منیزیم ۱۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه در نظر گرفته شده است (۱۳). در این مطالعه، میانگین غلظت کلسیم و منیزیم در نمونه‌های بررسی شده که از بین نمونه‌های سالم و بدون علائم کمبود انجام گرفت، در هر دو نوبت در فلفل دلمه‌ای در محدوده طبیعی بوده است.

میانگین غلظت پتاسیم در فلفل دلمه‌ای نوبت‌های اول و دوم

محدوده طبیعی غلظت کلسیم برای میوه خیار ۱۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه گزارش شده است (۴). در این مطالعه نیز غلظت کلسیم نمونه‌ها با حد ۱۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه مقایسه شد. مقایسه میانگین غلظت کلسیم توسط آزمون T، در میوه‌های برداشت شده در هر دو نوبت با حد بحرانی نشان داد که میانگین غلظت این عنصر در هر دو نوبت کمتر از حد بحرانی تعیین شده برای آن می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که حدود ۶۷ درصد از نمونه‌های نوبت اول و ۸۶ درصد از نمونه‌های نوبت دوم دچار کمبود کلسیم می‌باشند. با توجه به بالا بودن غلظت کلسیم در خاک گلخانه‌های مورد مطالعه، مهم‌ترین عامل کمبود این عنصر در میوه را می‌توان به عدم تنظیم شرایط محیطی گلخانه، به ویژه عوامل مؤثر بر تعرق گیاه (مثل دما)، نسبت داد. در همین ارتباط، نتایج تحقیقات متعدد به رابطه مثبت و معنی‌دار بین توزیع کلسیم و شدت تعرق اندام‌های گیاهی اشاره کرده‌اند (۲). در واقع، کاهش تعرق سبب کاهش غلظت کلسیم میوه می‌شود (۱). کمبود کلسیم میوه علاوه بر کاهش کیفیت تغذیه‌ای، باعث تأثیر منفی بر کیفیت ظاهری و ماندگاری میوه

جدول ۴. توصیف آماری غلظت آهن، منگنز، مس و روی (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن مرطوب) در میوه خیار و فلفل دلمه‌ای در گلخانه‌های استان اصفهان در نوبت‌های مختلف نمونه‌برداری

نوبت دوم					نوبت اول					سبزی‌ها
Sd	میانگین	میانه	کمینه	بیشینه	Sd	میانگین	میانه	کمینه	بیشینه	
۰/۵۲	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۳۸	۱/۱۸	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۶۱	آهن
۰/۴۲	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۳۷	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۱۶	منگنز
۰/۹۳	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۳۴	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۱۷	مس
۰/۳۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۲۳	روی
۰/۳۵	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۵۲	۰/۶۲	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۷۰	آهن
۰/۶۴	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱۲	منگنز
۰/۴۰	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۴۲	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۱۵	مس
۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۴۸	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۳۳	روی

Sd: انحراف معیار

فصل سرما هر سه روز یک‌مرتبه) برای هر ۱۰۰۰ مترمربع در حدود ۴ کیلوگرم نیترات آمونیم و ۲ کیلوگرم N.P.K یا نیترات پتاسیم مصرف می‌شود. این مسئله علاوه بر کاهش کیفیت محصولات، باعث بالا رفتن هزینه جاری گلخانه می‌شود.

نکته مهم در مصرف کود که باید مورد توجه قرار گیرد مصرف مقادیر مناسب و متعادل کود بر اساس آزمون خاک می‌باشد (۲). به عبارت دیگر، مصرف بهینه کود در گرو مصرف کارآمد (دارای کارایی بالای استفاده از کود) و مصرف متعادل (تأمین نیاز تمامی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه) آن است (۱).

### غلظت عناصر کم مصرف

توصیف آماری غلظت آهن، منگنز، مس و روی در نمونه‌های خیار و فلفل دلمه‌ای در هر دو نوبت، در جدول ۴ و مقایسه غلظت این عناصر با حد بحرانی در جدول ۵ نشان داده شده است.

میانگین غلظت روی در خیار گلخانه‌ای در هر دو نوبت نمونه‌برداری، در حدود ۰/۱۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه بود (جدول ۴). بنابراین میانگین غلظت این عنصر در هر دو نوبت نمونه‌برداری کمتر از حد بحرانی (۰/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه) بود (۲). بررسی فراوانی داده‌ها

به ترتیب ۳۲۸ و ۳۲۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه و میانگین غلظت فسفر به ترتیب ۳۲/۹ و ۳۷/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه بود (جدول ۲). دامنه کفایت پتاسیم برای فلفل بین ۱۷۷ تا ۲۶۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه و برای فسفر ۲۵ تا ۲۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه گزارش شده است (۱۳). بر این اساس مشخص شد که میانگین غلظت این عناصر در هر دو نوبت بیشتر از حد کفایت بوده است.

علت اصلی بالا بودن غلظت فسفر و پتاسیم در نمونه‌های خیار و فلفل دلمه‌ای، غلظت زیاد این عناصر در خاک گلخانه‌ها، استفاده زیاد از کودهای شیمیایی و نیز کود دامی می‌باشد که سبب افزایش غلظت این عناصر در خاک و سپس انتقال به میوه شده است. به طوری که میانگین غلظت فسفر نمونه‌های خاک (۲۵۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) در حدود ۱۰ برابر حد معمول غلظت این عنصر در خاک‌ها و میانگین غلظت پتاسیم نمونه‌ها (۶۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) نیز در حدود ۱۱ برابر حد معمول غلظت این عنصر در خاک بود.

بررسی میانگین مصرف مقدار کود توسط گلخانه‌داران نشان داد که علاوه بر مصرف زیاد کودهای دامی و شیمیایی در ابتدای مرحله کاشت، در هر نوبت آبیاری (در فصل گرما هرروز و در

جدول ۵. مقایسه میانگین غلظت آهن، روی، منگنز و مس با حد بحرانی (میلی گرم بر کیلوگرم) (۴) در میوه خیار و فلفل دلمه‌ای با آزمون T

T	حد بحرانی	میانگین دو نوبت نمونه برداری	عنصر	سبزی‌ها
-۶/۱۳**	۰/۳	۰/۲۸	آهن	خیار
-۵/۶۵**	۰/۱	۰/۰۹	منگنز	
کمبود مس ۴/۸۱۲**	۰/۱	۰/۰۸	مس	
-۴/۶۵**	۰/۲	۰/۱۸	روی	
-۴/۳۹**	۰/۵	۰/۶۱	آهن	فلفل دلمه‌ای
-۵/۹۵**	۰/۱	۰/۰۸	منگنز	
n.s	۰/۸	۰/۱	مس	
n.s	۰/۲۶	۰/۲۵	روی	

\*\* اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۱٪

\* اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪

نشان داد که اختلاف میانگین غلظت این عنصر در هر دو نوبت تفاوت بسیار کمی با حد بحرانی تعیین شده برای آن داشته است. اما نکته قابل توجه این است که غلظت مس در ۶۶ درصد از نمونه‌های نوبت اول و ۵۰ درصد از نمونه‌های نوبت دوم کمتر از حد بحرانی و در ۳۴ درصد از نمونه‌های نوبت اول و ۵۰ درصد از نمونه‌های نوبت دوم بیشتر از حد بحرانی تعیین شده برای آن بود. به عبارت دیگر، برخی گلخانه‌ها مشکل کمبود و بعضی از آنها مشکل بیش‌بود مس را داشتند که از علت‌های آن علاوه بر غلظت بالای مس در خاک این گلخانه‌ها، مصرف آفت‌کش‌ها و سموم دارای مس می‌باشد.

در مورد فلفل دلمه‌ای، مقایسه میانگین غلظت آهن، منگنز، مس و روی در میوه‌های برداشت شده در هر دو نوبت نمونه برداری با دامنه کفایت این عناصر نشان داد که میانگین غلظت این عناصر در هر دو نوبت در دامنه کفایت بوده است. با این وجود با توجه به دامنه کفایت غلظت مس در میوه فلفل (۰/۰۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه) (۱۳) بررسی فراوانی داده‌ها نشان داد که حدود ۲۰ درصد نمونه‌ها در هر دو نوبت دچار کمبود مس بودند. در مورد منگنز نیز بررسی فراوانی داده‌ها نشان داد که در هر دو نوبت نمونه برداری، بیش از ۵۰

نیز نشان داد که حدود ۷۴ درصد از نمونه‌های نوبت اول و ۶۵ درصد از نمونه‌های برداشت شده در نوبت دوم دچار کمبود روی بودند.

حد بحرانی غلظت آهن در میوه خیار ۰/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه می‌باشد (۲). مقایسه میانگین غلظت آهن در میوه‌های برداشت شده در هر دو نوبت با حد بحرانی آن نشان داد که میانگین غلظت این عنصر در هر دو نوبت نمونه‌برداری کمتر از حد بحرانی تعیین شده بود. بر همین اساس، حدود ۷۵ درصد از نمونه‌های نوبت اول و ۶۰ درصد از نمونه‌های برداشت شده در نوبت دوم کمبود آهن داشتند.

مقایسه میانگین غلظت منگنز با حد بحرانی آن (۰/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه) نشان داد که در حدود ۵۴ درصد میوه‌های خیار کمبود منگنز داشتند.

با توجه به نقش بسیار مهم روی، منگنز و آهن در بدن انسان و مسئله کمبود آنها در رژیم غذایی افراد، کمبود این عناصر یکی از مشکلات اساسی در ارتباط با کیفیت تغذیه‌ای خیار می‌باشد.

حد بحرانی غلظت مس در میوه خیار ۰/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب میوه می‌باشد (۲). مقایسه میانگین غلظت مس در میوه‌های برداشت شده در هر دو نوبت با حد بحرانی

درصد نمونه‌ها دچار کمبود منگنز بودند.

خیار و فلفل دلمه‌ای با حدود بحرانی و دامنه کفایت آنها در میوه نشان داد که بیشتر میوه‌ها دچار کمبود عناصر کم‌مصرف و بیش‌بود پتاسیم و فسفر بودند. کمبود کلسیم نیز در اغلب خیارهای گلخانه‌ای مشاهده شد.

## نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، مقایسه غلظت عناصر مختلف در

## منابع مورد استفاده

۱. خوش‌گفتارمنش، ا. ح.، ۱۳۸۶. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه و مدیریت بهینه کودی. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
۲. خوش‌گفتارمنش، ا. ح.، ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
۳. ملکوتی، م. ج. و م. بنی‌غیبی، ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور. چاپ دوم، نشر آموزش کشاورزی، کرج.
۴. ملکوتی، م. ج.، ۱۳۸۴. روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی گیاهان و توصیه کودی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
5. Casero, T., A. Benavides, J. Pay and I. Recasens. 2004. Relationship between leaf and fruit nutrients and fruit quality attributes in Golden Smoothie using multivariate regression techniques. *J. Plant Nutr.* 27: 313-324.
6. Fallahi, E. and B. R. Simons. 1996. Interrelations among leaf and fruit mineral nutrients and fruit quality in "Delicious" apples. *J. Tree Fruit Prod.* 1: 15-25.
7. Gruda, N. 2005. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24: 227-274.
8. Huyskens-Keil, S. and M. Schreiner. 2003. Quality of fruits and vegetables. *J. Appl. Bot.* 77: 147-151.
9. Huyskens-Keil, S. and M. Schreiner. 2004. Quality dynamics and quality assurance of fresh fruits and vegetables in pre- and postharvest. PP. 401-449. *In: Dris, R. and S. Jain (Eds.), Production Practices and Quality Assessment of Field Crops, Kluwer Academic Publishers.*
10. Kader, A. A. 2001. Quality assurance of harvested horticultural perishables. *Acta Hort.* 553: 51-55.
11. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1990. Phosphorus. PP. 403-431. *In: Page, A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, 2<sup>nd</sup> Ed., Agron. Monograph No. 9, ASA, Madison, WI.*
12. Rhoades, J. D. 1982. Soluble salts. PP. 167-178. *In: Page, A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, 2<sup>nd</sup> Ed., ASA, Madison, WI.*
13. Robertson, G. H., N. E. Mahoney, N. Goodman and A. E. Pavlath. 1995. Regulation of lycopene formation in cell suspension culture of VFTN tomato (*Lycopersicon esculentum*) by CPTA, growth regulators, sucrose and temperature. *J. Exp. Bot.* 46: 667-673.
14. Tognoni, F., A. Pardossi and G. Serra. 1999. Strategies to match greenhouses to crop production. *Acta Hort.* 481: 451-461.
15. Wilde, S. A., R. B. Corey, J. G. Iyer and G. K. Voigt. 1979. Soil and plant analysis for tree culture. 5<sup>th</sup> Revised Edition, Oxford and IBH Publ. Co., New Delhi, 224 p.