# تعیین حد بحرانی کلسیم و منیزیم تبادلی خاک در کشت خاکی خیار گلخانه ای

حمید ملاحسینی
مربی پژوهش در بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
Email:molahoseini_h@yahoo.com

**چکیده**

در تحقیق حاضر تعداد ۱۷ و ۱۹ خاک به ترتیب با غلظت های مختلف کلسیم و منیزیم تبادلی خاک از محدوده کم تا زیاد، از خاک ۸۰ گلخانه تحت کشت خاکی خیار گلخانه‌ای با سطح حداقل ۳۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان‌های اصفهان، فلاورجان، شهرضا و دهاقان در طی سال‌های ۹۲ و ۹۳ انتخاب شدند. ارزیابی نتایج شاخص‌های مرکزی عنصر کلسیم و منیزیم تبادلی براساس نمونه‌های خاک جمع‌آوری‌شده از گلخانه‌ها نشان داد که میانگین، میانه و مد کلسیم و منیزیم تبادلی در میان خاک های منتخب به ترتیب برای کلسیم ۴۷/۳، ۴۳/۲ و ۴۲/۳۷ و برای منیزیم ۱۸/۲ ، ۱۶/۴ و ۲۱/۳ درصد می‌باشند. براساس واسنجی مقادیر کلسیم و منیزیم تبادلی خاک در مقابل پاسخ گیاه خیار گلخانه‌ای به روش تصویری کیت و نلسون و روش چشمی، حد بحرانی کلسیم و منیزیم تبادلی خاک گلخانه‌ها به ترتیب ۴۲ و ۱۵ درصد برآورد گردید.

کلمات کلیدی: حد بحرانی، کلسیم و منیزیم تبادلی، خاک، خیار گلخانه ای

**مقدمه :**

بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، پژوهش‌هایی مرتبط با تعیین حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک محصولات گلخانه‌ای در داخل و خارج از کشور انجام‌نشده است بلکه پژوهش‌هایی محدود درزمینه وضعیت تغذیه‌ای عناصر غذایی (پرمصرف و کم‌مصرف) در خاک و برگ محصولات گلخانه‌ای ازجمله خیار انجام‌شده است که خلاصه‌ای از پژوهش‌های فوق به شرح زیر می باشد.

نتایج بررسی وضعیت تغذیه‌ای خیار سبز گلخانه‌ای توسط روش انحراف از درصد بهینه[۱] در گلخانه‌های شهرستان فلاورجان نشان داد که عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم،آهن، منگنز، مس و روی در برگ گلخانه‌های غیر مرجع نسبت به گلخانه‌های مرجع کمتر بود(تدین نژاد و همکاران، ۱۳۸۸).

به‌منظور تعیین حد بحرانی عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار گلخانه‌ای منطقه جیرفت، چهار آزمایش مستقل با چهار سطح عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در سه تکرار اجرا شد. مقایسه نتایج تجزیه برگی و عملکرد محصول نشان داد که حد بحرانی غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار به ترتیب ۳/۱۸، ۰/۳۸، ۲/۸۲ و ۱/۳۸ درصد می‌باشد(غفاری و ممنوعی، ۱۳۸۸).

وضعیت عناصر پرمصرف(کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم) و ریزمغذی(آهن، منگنز، مس و روی) در خاک و میوه خیار و فلفل دلمه‌ای ۲۵ واحد گلخانه‌ای در استان اصفهان بررسی و نتیجه شد که میانگین غلظت فسفر و پتاسیم خاک بسیار بیشتر از حد بحرانی تعیین‌شده برای آن‌ها بود همچنین میانگین مقدار آهن، روی ، مس و منگنز عصاره گیری شده بادی تی پی ا در نمونه‌های خاک به ترتیب برابر ۱۲، ۴/۹، ۱/۹ و۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و میزان منیزیم، فسفر و پتاسیم در میوه خیار و فلفل دلمه‌ای بیشتر از حد کفایت بودند نهایتاً 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 و ناپایداری شرایط محیطی گلخانه می‌باشد(عقیلی و همکاران، ۱۳۸۹).

۱- Deviation from Optimum Percentage(DOP)

نتایج بررسی وضعیت تغذیه‌ای و برخی جنبه‌های کیفی خیار گلخانه‌ای در استان قم نشان داد که غلظت فسفر و پتاسیم در خا ک گلخانه‌ها بسیار بالاتر از حد بحرانی این عناصر درکشت مزرعه‌ای بود. میانگین غلظت آهن، مس و منگنز قابل عصاره گیری خاک با دی تی پی ا به ترتیب برابر با ۱۲، ۱/۹۸ و ۱۴/۵ 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 وزن‌تر و سرب بخش خوراکی خیار ۰/۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر و بالاتر از حد مجاز بود. لذا مدیریت تغذیه‌ای نامطلوب در گلخانه‌های خیار علاوه بر کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف، افزایش غلظت نیترات و سرب را در پی داشته که از جهت سلامت مصرف‌کنندگان دارای اهمیت است(سنایی استوار و همکاران، ۱۳۸۹).

این تحقیق با هدف دستیابی به حد بحرانی کلسیم و منیزیم تبادلی درکشت خاکی خیار گلخانه ای انجام شد.

## مواد و روش‌ها

ابتدا جهت دستیابی به محدوده متفاوت کلسیم و منیزیم تبادلی خاک گلخانه‌ها، از خاک‌های حدود ۸۰ گلخانه تحت کشت خاکی خیار گلخانه‌ای با سطح حداقل ۳۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان‌های اصفهان، فلاورجان، شهرضا و دهاقان در طی سال‌های ۹۲ و ۹۳ نمونه‌برداری خاک انجام شد. به‌طوری‌که پس از آنالیز کلسیم و منیزیم تبادلی خاک برای خیار گلخانه ای در خاک‌های فوق، ۱۷ و ۱۹غلظت مختلف کلسیم و منیزیم تبادلی خاک از محدوده کم تا زیاد(برای کلسیم۲۰/۹ تا ۹۹/۹ و برای منیزیم ۹/۴ تا ۲۷/۱ درصد) به دست آمد. سرانجام برای هر غلظت تعداد ۶ گلدان تیمار با کود دهی کامل عنصر کلسیم و منیزیم (MgR ,CaR) و ۶ گلدان شاهد بدون کود دهی عنصر کلسیم و منیزیم (Mg0,Ca0) و درمجموع ۱۰۲ و ۱۱۴گلدان به ترتیب برای تیمارکلسیم و منیزیم و ۱۰۲ و ۱۱۴ گلدان برای شاهد آنها آماده شد. حدود بحرانی به روش تصویری( Cate and Nelson, 1971) و چشمی (Brown et al, 1962) تعیین شدند. وزن خاک گلدان‌ها حدود ۱۰ کیلوگرم و نهایتاً تعداد ۲ نشاء رقم گوهردراواسط بهمن‌ماه در هر گلدان کشت شد. طول دوره رشد حدود ۴ ماه و اختلاف درجه حرارت شب و روز کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود. حجم آب موردنیاز گلدان‌های تیمار و شاهد و کوددهی گلدان‌های تیمار (MgR ,CaR) مطابق غلظت کامل فرمول پیشنهادی (Papadopoulos, 1991) برای کشت خاکی خیار گلخانه‌ای و گلدان‌های شاهد کلسیم و منیزیم (Ca0, Mg0) بر اساس فرمول مذکور بدون عنصر کلسیم و منیزیم برآورد و کودآبیاری شدند. برداشت میوه از حدود چهل روز بعد از کشت، هر ۵ الی ۶ روز یک‌بار انجام شد. عنصر غذایی کلسیم و منیزیم در میوه برداشت شده در انتهای دوره در گلدان‌های تیمار و شاهد اندازه‌گیری شد.

## نتایج و بحث:

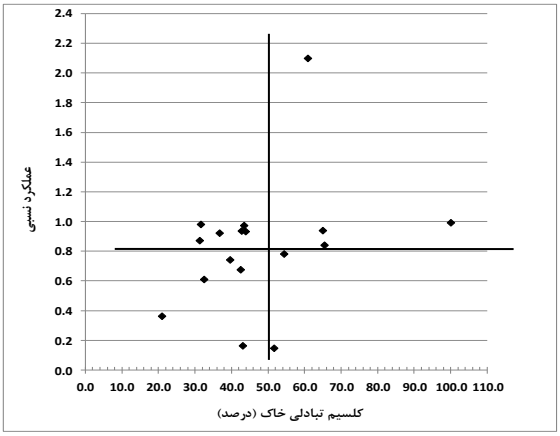
محاسبه مقادیر شاخص‌های مرکزی میانگین، میانه و مد در نتایج دو عنصر غذایی کلسیم و منیزیم نمونه‌های خاک جمع‌آوری‌شده از گلخانه‌ها نشان داد که شاخص‌های مرکزی میانگین، میانه و مد در آن‌ها به ترتیب ۴۷/۴، ۴۳/۲ و ۴۲/۱۷ درصد و ۱۸/۲، ۱۶/۴ و ۲۱/۳درصد می‌باشند که بر اساس پارامتر شاخص مرکزی میانه ۵۰ درصد نتایج عناصر غذایی کلسیم و منیزیم خاک گلخانه‌ها به ترتیب کمتر از۴۳/۲ و۱۶/۴ درصد و ۵۰ درصد بیشتر از این مقدار می‌باشند همچنین مطابق نتایج شاخص مرکزی میانگین، مقدار میانگین عناصر مذکور در خاک گلخانه‌ها به ترتیب در محدوده ۴۷/۴ و ۱۸/۲ درصد می‌باشد. همچنین میانگین ظرفیت تبادلی خاک ها ۱۶ میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خاک می باشد.

**جدول ۱- مقایسه نتایج عملکرد شاهد و تیماردر غلظت های مختلف کلسیم قابل جذب خاک درگلخانه‌های مورد آزمایش**

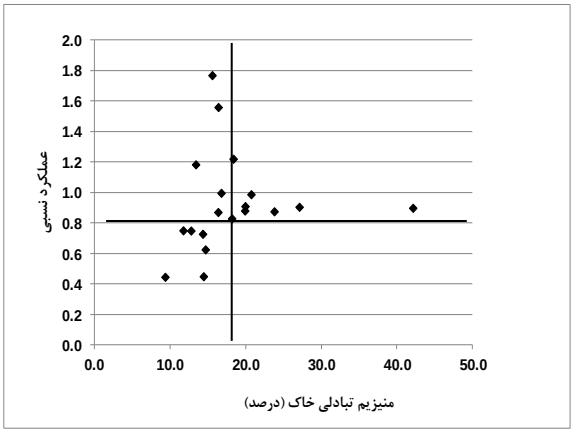
| شماره خاک | شهرستان‌های محل نمونه برداری | عملکرد بوته در شاهد (گرم) | عملکرد بوته در تیمار (گرم) | عملکرد نسبی |
|---|---|---|---|---|
| ۳۳ | | ۹۵۲/۸ | ۵۸۰۴/۲ | ۰/۲ |
| ۱۱ | | ۴۶۷۱/۱ | ۵۰۰۲/۷ | ۰/۹ |
| ۴۷ | شهرستانهای فلاورجان و اصفهان | ۴۲۲۷/۲ | ۵۶۹۰/۴ | ۰/۷ |
| ۲۳ | | ۴۰۴۴/۶ | ۴۸۰۵/۵ | ۰/۸ |
| ۶ | | ۲۵۷۲/۵ | ۱۲۲۵ | ۲/۱ |
| ۵۱ | | ۹۰۷/۵ | ۶۱۳۷/۶ | ۰/۱ |
| ۲ | | ۵۵۹۰/۵ | ۵۶۲۹/۸ | ۱ |
| ۵۲ | | ۲۱۲۵ | ۲۳۰۲/۱ | ۰/۹۲ |
| ۱۹ | | ۵۳۱۲/۵ | ۵۶۶۶/۷ | ۰/۹۴ |
| ۷۳ | | ۴۸۲۹/۵ | ۴۹۵۸/۳ | ۰/۹۷ |
| ۱۴ | شهرستان شهرضا | ۳۴۷۷/۳ | ۳۵۴۱/۷ | ۰/۹۸ |
| ۳۹ | | ۱۴۱۶/۷ | ۱۵۰۶/۸ | ۰/۹۴ |
| ۶۱ | | ۴۰۷۲/۹ | ۶۰۲۸/۸ | ۰/۶۸ |
| ۵۶ | | ۱۵۴۵/۵ | ۴۲۵۰ | ۰/۳۶ |
| ۵۱ | | ۲۴۷۹/۲ | ۴۰۵۶/۸ | ۰/۶۱ |
| ۵۹ | شهرستان دهاقان | ۳۱۸۷/۵ | ۴۰۷۲/۹ | ۰/۷۸ |
| ۷۴ | | ۲۳۱۸/۲ | ۲۶۵۶/۳ | ۰/۸۷ |

**جدول۲-مقایسه نتایج عملکرد شاهد و تیماردر غلظت های مختلف منیزیم قابل جذب خاک درگلخانه‌های مورد آزمایش**

| شماره خاک | شهرستان‌های محل نمونه برداری | عملکرد بوته در شاهد (گرم) | عملکرد بوته در تیمار (گرم) | عملکرد نسبی |
|---|---|---|---|---|
| ۳۱ | | ۵۳۳۲/۳ | ۳۴۲۰ | ۱/۶ |
| ۴۴ | | ۵۷۳۳/۹ | ۴۸۴۶/۴ | ۱/۲ |
| ۳۷ | | ۷۴۲۵ | ۴۱۹۸/۳ | ۱/۸ |
| ۴۷ | شهرستان های فلاورجان و اصفهان | ۳۵۸۰/۳ | ۷۹۷۸/۳ | ۰/۴ |
| ۳۴ | | ۶۵۸۲/۵ | ۵۳۹۵/۱ | ۱/۲ |
| ۴۱ | | ۴۴۴۰ | ۵۰۴۶/۶ | ۰/۹ |
| ۴۸ | | ۳۳۸۶/۷ | ۴۵۲۳/۲ | ۰/۷ |
| ۲۱ | | ۳۷۲۵/۷ | ۴۲۸۱/۳ | ۰/۹ |
| ۲۵ | | ۵۰۶۷/۸ | ۵۰۸۶/۶ | ۱ |
| ۳۹ | | ۵۹۵۸/۳ | ۶۶۳۵/۴ | ۰/۹ |
| ۴۴ | | ۵۶۱۳/۶ | ۵۶۸۷/۵ | ۰/۹۹ |
| ۶۸ | شهرستان شهرضا | ۲۰۰۴/۲ | ۲۲۱۵/۹ | ۰/۹ |
| ۲۹ | | ۱۹۵۰ | ۴۳۸۲/۱ | ۰/۴۴ |
| ۷۳ | | ۲۷۰۸/۳ | ۴۳۳۳/۳ | ۰/۶۳ |
| ۱۴ | | ۳۹۲۷/۱ | ۴۷۳۹/۶ | ۰/۸۳ |
| ۹۲ | | ۲۱۶۶/۷ | ۲۹۷۹/۲ | ۰/۷۳ |
| ۶۸ | شهرستان دهاقان | ۳۷۹۱/۷ | ۴۳۳۳/۳ | ۰/۸۸ |
| ۱۵۰ | | ۴۴۳۱/۸ | ۴۸۷۵ | ۰/۹۱ |
| ۱۳۸ | | ۲۰۳۱/۳ | ۲۷۰۸/۳ | ۰/۷۵ |

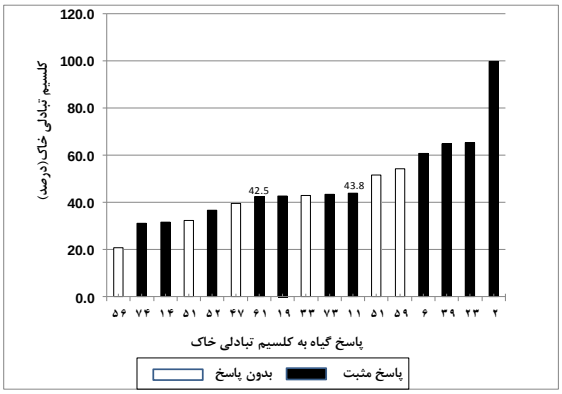



**نمودار۱: تعیین حد بحرانی درصد کلسیم تبادلی خاک به کمک روش تصویری** (Cate and Nelson, 1971)

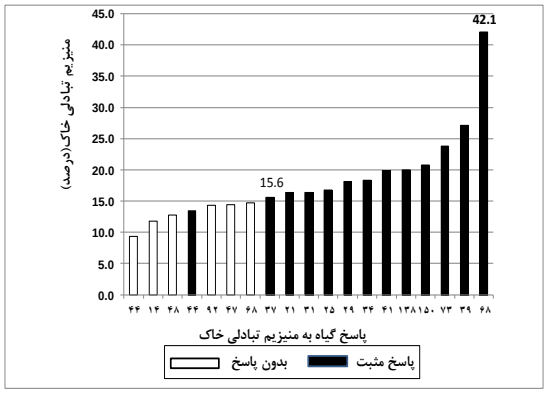



**نمودار۲: تعیین حد بحرانی درصد منیزیم تبادلی خاک به کمک روش تصویری** (Cate and Nelson, 1971)

براساس واسنجی مقادیر کلسیم و منیزیم تبادلی خاک در مقابل پاسخ گیاه خیار گلخانه‌ای به روش تصویری Cate and (Nelson, 1971) در جداول ۱و۲ و نمودارهای ۱ و۲ ، حد بحرانی کلسیم و منیزیم تبادلی خاک گلخانه‌ها به ترتیب ۴۲ و ۱۵درصد برآورد گردید مقایسه حد بحرانی فوق با شاخص مرکزی میانگین بیانگر این است که میانگین کلسیم و منیزیم تبادلی خاک گلخانه‌ها بیشتر از حد بحرانی پیشنهادی است.

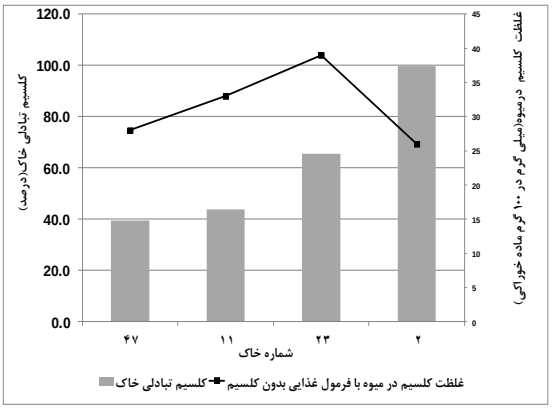



**نمودار۳:تعیین حد بحرانی کلسیم تبادلی خاک به روش چشمی** (Brown et al, 1962)




**نمودار۴:تعیین حد بحرانی منیزیم تبادلی خاک به روش چشمی** (Brown et al, 1962)

نتایج واسنجی پاسخ عملکرد نسبی گیاه خیار گلخانه‌ای نسبت به افزایش کلسیم و منیزیم تبادلی خاک با استفاده از روش چشمی (Brown et al, 1962) در نمودارهای ۳و ۴ نشان داد که پاسخ عملکرد نسبی گیاه خیار گلخانه ای برای دستیابی به۸۰ درصد حداکثر عملکرد نسبت به افزایش کلسیم و منیزیم تبادلی خاک به ترتیب برای کلسیم در محدوده غلظت های ۴۲/۵ تا ۴۳/۸ و برای منیزیم ۱۵/۶ تا ۴۲/۱ درصد مثبت می باشد و غلظت های پایین این محدوده ها، حد بحرانی کلسیم و منیزیم تبادلی خاک گلخانه‌ها به روش تصویری (Cate and Nelson, 1971) به ترتیب معادل ۴۲ و ۱۵ درصد را تایید می کند.




**نمودار۵- ارتباط غلظت کلسیم درمیوه خیار تحت فرمول غذایی بدون کلسیم وغلظت کلسیم تبادلی خاک های مورد آزمایش**

**نمودار۶- ارتباط غلظت منیزیم درمیوه خیار تحت فرمول غذایی بدون منیزیم وغلظت منیزیم تبادلی خاک های مورد آزمایش**

مقایسه غلظت کلسیم و منیزیم درمیوه خیار تحت فرمول غذایی بدون کلسیم و منیزیم وغلظت کلسیم و منیزیم تبادلی خاک های مورد آزمایش نشان دادکه پاسخ گیاه نسبت به افزایش کلسیم تبادلی خاک در محدوده غلظت های۳۹/۶ تا ۶۵/۴ درصد(نمودار۵) مثبت بود و غلظت کلسیم در میوه از ۲۸ به ۳۹ میلی گرم در۱۰۰ گرم ماده خوراکی افزایش داشت ولی غلظت

های بیشتر کلسیم تبادلی خاک باعث کاهش غلظت کلسیم در میوه شد. همچنین پاسخ گیاه نسبت به افزایش منیزیم تبادلی خاک در محدوده غلظت های۱۴/۴ تا ۱۶/۴ درصد(نمودار۶) مثبت بود و غلظت منیزیم در میوه از ۲۰ به ۲۷ میلی گرم در۱۰۰ گرم ماده خوراکی افزایش داشت ولی غلظت های بیشتر منیزیم تبادلی خاک باعث کاهش غلظت منیزیم در میوه شد.

## نتیجه گیری

نتایج تعیین حد بحرانی کلسیم و منیزیم تبادلی خاک درکشت خاکی خیار گلخانه‌ای نشان داد که بر اساس روش تصویری (Cate and Nelson, 1971) و چشمی (Brown et al, 1962) و نتایج جذب کلسیم و منیزیم در میوه، پاسخ گیاه خیار گلخانه‌ای در مقابل مقادیر مختلف کلسیم و منیزیم تبادلی خاک مثبت بود و حد بحرانی کلسیم و منیزیم تبادلی خاک گلخانه‌ها به ترتیب ۴۲ و ۱۵ درصد برآورد گردید. بررسی نتایج شاخص‌های مرکزی میانگین، میانه و مد غلظت کلسیم و منیزیم تبادلی براساس نمونه‌های خاک جمع‌آوری‌شده از گلخانه‌ها نشان داد که شاخص‌های مذکور به ترتیب برای کلسیم ۴۷/۳، ۴۳/۲ و ۴۲/۳۷ و برای منیزیم ۱۸/۲ ، ۱۶/۴ و ۲۱/۳ درصد می‌باشند به طوری که میانگین غلظت کلسیم و منیزیم تبادلی خاک بیشتر از حد بحرانی پیشنهادی و به ترتیب حدود ۱/۱ و ۱/۲برابر بالاترمی باشد.

## منابع

تدین نژاد، م. دهقانی، م. یحیی‌آبادی، م. وپارسا دوست، ف. ۱۳۸۸. بررسی وضعیت تغذیه‌ای خیار سبز گلخانه‌ای توسط روش انحراف از درصد بهینه در گلخانه‌های شهرستان فلاورجان، مجموعه مقالات اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

سنایی استوار، آ. خوشگفتارمنش، ا. ح. و میرزا پور، م. ه. ۱۳۸۹. برخی ویژگی‌های کیفی و وضعیت تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای در استان قم، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب‌وخاک، سال چهاردهم، شماره پنجاه و چهارم، صفحه های۱۲۳ تا ۱۳۳.

عقیلی، ف. خوشگفتارمنش، ا. ح. افیونی، م. مبلی، م. پیرزاده، م. وسنایی استوار، آ. ۱۳۸۹. وضعیت تغذیه‌ای خیار و فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای در استان اصفهان، مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال اول، شماره چهارم، صفحه های ۳۵ تا ۴۲.

غفاری، س.ع. و ممنوعی، ا. ۱۳۸۸. تعیین حد بحرانی غلظت عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار گلخانه‌ای منطقه جیرفت، اولین کنگره هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

Cate, R. B. Jr. and Nelson, L. A. 1965. A rapid method for correlation of soil test analyses with plant response data. North Carolina Agric, Exp. Stn. International Soil Testing Series, Tech. Bull. No.1.

Cate, R. B. Jr. and Nelson, L. A. 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. Soil Sci, Soc. Am. Pro, 35: 658-660.

Olsen, S. R. and Sommers, L. E. 1990. Phosphorus, PP. 403-431. In: Page, A. L. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, 2 nd Ed., Agron. Monograph No. 9, ASA, Madison, WI.

Papadopoulos, A. P. 1991. Growing greenhouse seedless cucumbers in soi1and in soilless media. Agriculture and Agri-Food Canada Publication 1902/E.

Rhoades, J. D. 1982. Soluble salts, PP. 167-178. In: Page. A. L. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2 nd Ed. ASA. Madison. WI.

Walkley, A and Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci, 37: 29-38.

Wilde, S. A., Corey, R. B., Iyer, J. G. and Voigt, G. K. 1979. Soil and plant analysis for tree culture. 5 th Revised Edition, Oxford and IBH Publ, Co, New Delhi, 224 p.

**Determination of calcium and magnesium critical level in soil of greenhouse cucumber**

H. Molahoseini
Research trainer of Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.
(Email: molahoseini_h@yahoo.com)

**Abstract**
This study base on the analyzing soil samples, the 17 and 19 different soil exchangeable calcium and magnesium percent of soil from low to high, collected from 80 soil of greenhouse with area of 3000 square meter in Isfahan, Falavarjan, Shahreza and Dehaghan counties for 2 years during 2013-2014. The central indices results of soil samples showed that avarage, median and mode of soil exchangeable calcium and magnesium were 47.3, 43.2, 42.37 and18.2, 16.4, 21.3 % respectively. Moreover, results critical level base of the Cate and Nelson diagram and visual inspection method showed that critical level of soil exchengeble calcium and magnesium for greenhouse cucumber were 42 and 15% respectively.
**Keywords:** Critical level,. exchangeable calcium and magnesium, soil, greenhouse cucumber