

## اثر میدان های مغناطیسی (تیمارهای مغناطیسی) در امنیت غذایی و کشاورزی پایدار

مرادعلی قنبرپوری

دانشجوی دکتری، دانشکده خاک، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان

احمد محمدی قهساره

دانشیار گروه خاک، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان

میترا عطا آبادی

استادیار گروه خاک، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان

مهران هودجی

استاد گروه خاک، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان

### چکیده

با توجه به اهمیت افزایش کمیت و کیفیت خیار گلخانه‌ای در امنیت غذایی، این تحقیق به منظور بررسی اثرات دو عامل میدان مغناطیسی و کود آهن انجام شد. به همین دلیل، شدت میدان مغناطیسی در چهار سطح ( $M^1=0$ ،  $M^2=100$ ،  $M^3=200$  و  $M^4=300$ ) و کود آهن به صورت EDDHA در چهار سطح ( $F^1=0$ ،  $F^2=2.5$ ،  $F^3=5$  و  $F^4=10$ ) با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی در شهرستان خرم‌آباد مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار  $M^0F^3$  قطر خیار را به طور قابل توجهی بالاتر از سایر تیمارها نشان داد. حداکثر طول میوه خیار در ترکیب میدان مغناطیسی و کود آهن در تیمار  $M^0F^3$  به دست آمد که نشان دهنده تأثیر متقابل مثبت دو عامل بر طول میوه خیار است. بالاترین مقدار نیتروژن در میوه خیار در تیمار  $M^0F^3$  مشاهده شد. بیشترین میزان ویتامین C در تیمارهای  $M^2F^3$  و  $M^2F^2$  مشاهده شد که نشان دهنده تأثیر مثبت میدان مغناطیسی و کود آهن بر میزان ویتامین C در میوه خیار است. بنابراین میدان مغناطیسی عمده‌تأثیر منفی بر کمیت خیار داشت در حالی که افزایش مقدار کود بر آن موثر بود. از طرفی، افزایش میدان مغناطیسی تا ۱۰۰ میلی‌تسلا برای افزایش ویتامین C مفید است ولی سبب افزایش جذب نیتروژن میوه می‌شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که تیمار کودی ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم کود آهن بدون اعمال میدان مغناطیسی برای تولید خیار گلخانه‌ای استفاده شود.

واژگان کلیدی: تولیدات گلخانه‌ای، شدت میدان مغناطیسی، ویتامین C

## مقدمه

خیار (*Cucumis sativus* L.) یک سبزی پر کشت است و پس از گوجه فرنگی، کلم و پیاز یکی از مهم‌ترین سبزیجات جهان به شمار می‌رود (FAO, ۲۰۲۱). خیار منبع غنی از ویتامین‌ها و مواد معدنی ضروری مانند ویتامین C، ویتامین K، پتاسیم و منیزیم در رژیم غذایی بسیاری از مردم به‌ویژه در ایران است (آقای قراچورلو و همکاران، ۲۰۱۵). خیار در ایران هم در مزارع و هم در گلخانه‌ها کشت می‌شود و در سال‌های اخیر به دلیل کنترل بهتر عوامل محیطی و عملکرد بیشتر، روند رو به رشدی به سمت کشت گلخانه‌ای رفته است (آقای قراچورلو و همکاران، ۲۰۱۵). با این حال، ساخت گلخانه پرهزینه است و نیاز به مدیریت دقیق کشت خیار برای اطمینان از تولید اقتصادی با کیفیت و عملکرد بالا دارد. این امر مستلزم توجه به عواملی مانند کیفیت بذر، کشت و نوع کود است (آقای قراچورلو و همکاران، ۲۰۱۵).

تغذیه مناسب گیاه عاملی حیاتی در بهبود کیفیت و کمیت تولیدات زراعی است. ضروری است اطمینان حاصل شود که تمام عناصر لازم به نسبت مناسب در دسترس گیاه هستند، زیرا عدم تعادل در تغذیه نه تنها ممکن است عملکرد را افزایش ندهد، بلکه ممکن است منجر به رشد ضعیف گیاه و کاهش بهره‌وری شود (ملکوتی، ۲۰۱۳). در ایران، عملکرد کم کودهای شیمیایی اهمیت این اصل را برجسته می‌کند. خاک‌های کشاورزی ایران به دلیل عواملی مانند میزان بالای آهک که می‌تواند مانع از جذب این عناصر توسط ریشه‌های گیاه شود، به‌ویژه آهن دچار کمبود شدید ریزمغذی‌ها هستند (کومار و همکاران، ۲۰۱۵). این می‌تواند منجر به جذب ناکافی این ریزمغذی‌ها توسط گیاه و در نتیجه رشد و عملکرد نامناسب شود.

قرار گرفتن دانه‌های گیاه در معرض میدان مغناطیسی برای مدت کوتاهی گزارش شده است که رشد گیاه، تولید پروتئین و رشد ریشه را افزایش می‌دهد. حتی بذرهایی غیربهبوده نیز می‌توانند از قرار گرفتن در معرض میدان مغناطیسی بهره‌برند که منجر به بهبود جوانه زنی، کیفیت بهتر گیاه و رشد سریعتر پس از جوانه زنی می‌شود. مطالعات قبلی به طور مداوم اثرات مثبت قرار گرفتن در معرض میدان مغناطیسی را بر سرعت جوانه زنی و سرعت بذرهایی از قبل تیمار شده نشان داده‌اند. مجد و شبرنگی (۲۰۰۹) افزایش ۱۱ درصدی سرعت جوانه زنی بذر عدس را با پیش تیمار میدان مغناطیسی ۱۸۰ میلی‌تسلا به مدت ۱۰ دقیقه و افزایش ۳۴ درصدی با پیش تیمار ۲۴۰ میلی‌تسلا به مدت ۲۰ دقیقه گزارش کردند. آنها مشاهده کردند که گیاهان تیمار شده با آهن‌ربا رشد و نمو بیشتری در آوندهای چوب و آبکش، سلولهای پارانشیم بزرگتر و محفظه زیر روزنه دارند که منجر به بهبود تبادل گاز می‌شود (فلورس و همکاران، ۲۰۰۷؛ مارتینز و همکاران، ۲۰۰۲) همچنین افزایش در نرخ ازدیاد طول نهال گندم تحت شرایط میدان مغناطیسی را مشاهده کردند. گارسیا و آریزا (۲۰۰۱) افزایش سرعت جذب آب و جوانه زنی دانه‌های کاهو را در معرض میدان مغناطیسی ۱-۱۰ میلی لیتر گزارش کردند. در ایران تولید خیار مهم اما محدود است. بنابراین، شناسایی میزان میدان مغناطیسی لازم و مقدار کود آهن برای رشد مطلوب بسیار مهم است. هدف از این مطالعه بررسی اثرات میدان‌های مغناطیسی و سطوح کود آهن بر ویژگی‌های کمی و کیفی خیارهای گلخانه‌ای می‌باشد.

## روش تحقیق

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد، واقع در ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی انجام شد. خرم‌آباد در مرکز استان لرستان و در ارتفاع ۱۱۴۰ متری از سطح دریا واقع شده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار شامل شدت میدان مغناطیسی در چهار سطح  $M^1=0$ ،  $M^2=100$ ،  $M^3=200$  و  $M^4=300$  و کود آهن به صورت EDDHA در چهار سطح  $F^1=0$ ،  $F^2=2.5$ ،  $F^3=5$  و  $F^4=10$  با سه تکرار انجام شد. کشت خیار در سینی‌های کاشت انجام شد. بذرها ابتدا با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۶۰ ثانیه ضد عفونی شدند، سه بار با آب مقطر شسته شدند و سپس برای مدت‌های مشخص تحت شدت‌های مختلف میدان مغناطیسی قرار گرفتند (شکل ۱).



شکل ۱- مغناطیسی کردن بذرها و آماده سازی آن‌ها برای کاشت

در طول دوره رشد، دما از ۱۷ درجه سانتیگراد تا ۳۵ درجه سانتیگراد متغیر بود، با هرس شاخه‌ها و گره زدن گیاهان پس از رسیدن به ارتفاع ۲۰ سانتی متری وزن میوه‌های برداشت شده و وجود میوه‌های سبز یا نارس برای هر گیاه ثبت شد (شکل ۲). پس از جمع‌آوری نتایج، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

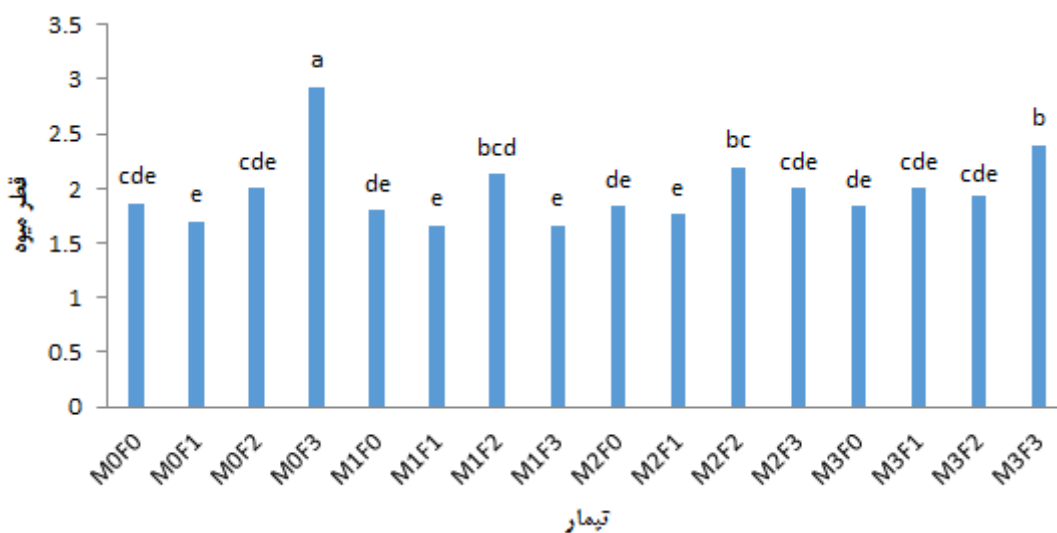


شکل ۲- بررسی سبز شدن جوانه‌ها در سینی‌های کشت

## یافته‌ها

### قطر میوه

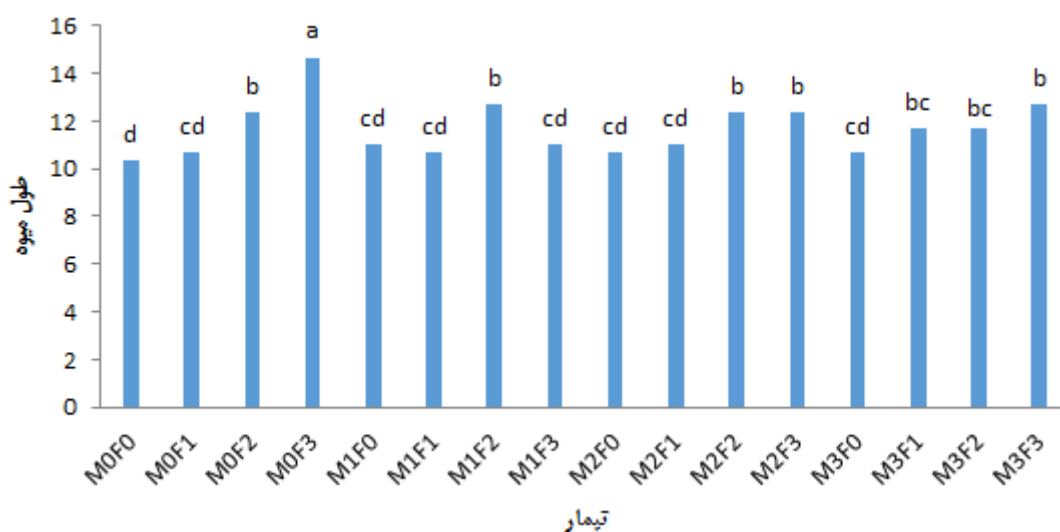
نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی بر قطر میوه خیار اثر منفی دارد، همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است. در مقابل، استفاده از سطوح مختلف کود کلات آهن (۵ و ۱۰ گرم در لیتر آب آبیاری) بر قطر میوه خیار تأثیر مثبت داشت. (خالد و همکاران، ۲۰۱۷). این مطالعه همچنین نشان داد که اثر متقابل میدان مغناطیسی و کود کلات آهن با توجه به اثرات معکوس آنها، تفاوت زیادی در قطر میوه خیار نشان نداد. با این حال، تیمار  $M \cdot F^3$  قطر خیار را به طور قابل توجهی بالاتر از سایر تیمارها نشان داد. به طور کلی، این مطالعه تأثیر منفی میدان مغناطیسی و تأثیر مثبت کود کلات آهن را بر قطر میوه خیار و تأثیر متقابل آنها برجسته می‌کند. یافته‌های این مطالعه با تحقیقات قبلی در مورد اثرات میدان مغناطیسی و کود کلات آهن بر رشد و نمو گیاهان همسو است.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف میدان مغناطیسی و آهن بر قطر میوه

### طول میوه

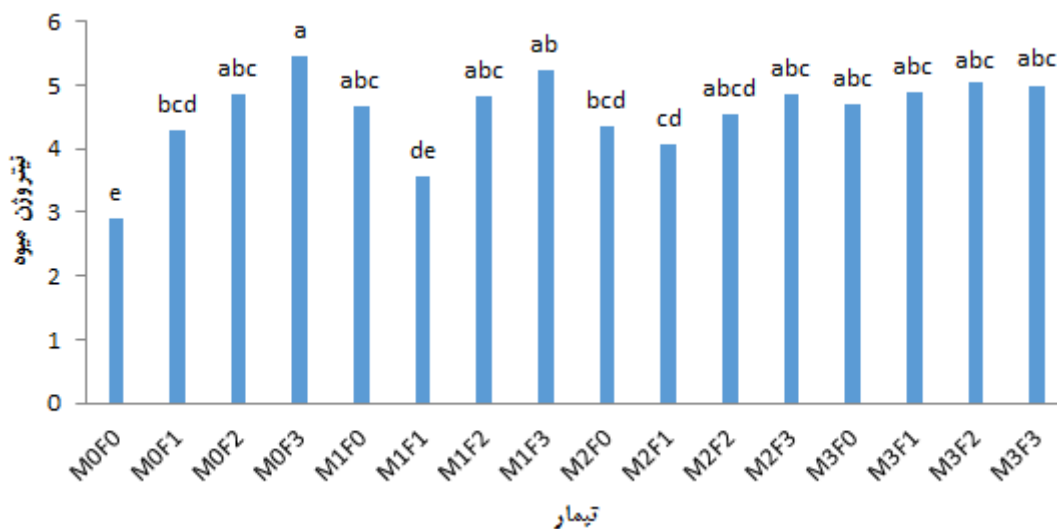
نتایج نشان داد که اعمال میدان مغناطیسی بر طول میوه خیار تأثیر منفی دارد. حداکثر طول میوه در تیمار با شدت صفر میلی تسلا به دست آمد (Liu et al., ۲۰۲۰). از سوی دیگر، شدت میدان مغناطیسی کمتر منجر به اثر منفی بیشتر شد که با تفاوت معنی دار بین تیمارهای با شدت ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی تسلا نشان داد (شکل ۴). این مطالعه همچنین نشان داد که افزایش مقدار کود آهن تأثیر مثبتی بر طول میوه خیار دارد. با این حال، افزایش طول در ۵ میلی گرم کود آهن افزایش یافت (خالد و همکاران، ۲۰۱۷). این مطالعه مشاهده کرد که حداکثر طول میوه خیار در ترکیب میدان مغناطیسی و کود آهن در تیمار  $M_0F_3$  به دست آمد که نشان دهنده تأثیر متقابل مثبت دو عامل بر طول میوه خیار است. به طور کلی، این مطالعه تأثیر منفی میدان مغناطیسی و تأثیر مثبت کود آهن بر طول میوه خیار و تأثیر متقابل آنها را برجسته می کند. یافته های این مطالعه با تحقیقات قبلی در مورد اثرات میدان مغناطیسی و کود آهن بر رشد و نمو گیاهان مطابقت دارد.



شکل ۴- اثر سطوح مختلف میدان مغناطیسی و آهن بر طول میوه

#### نیتروژن میوه

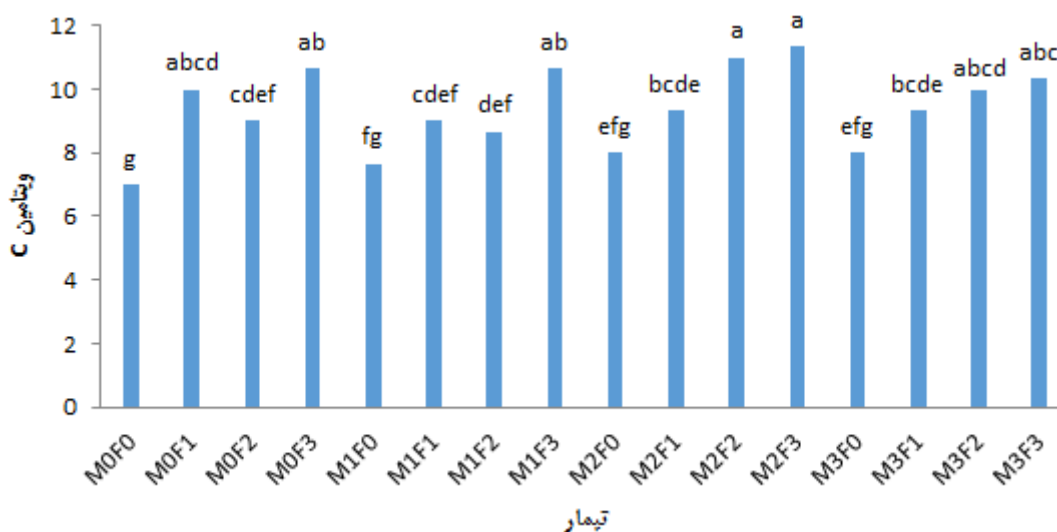
این مطالعه اثر میدان مغناطیسی و کود کلات آهن را بر میزان نیتروژن میوه خیار بررسی کرد. نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی تأثیر متفاوتی بر نیتروژن خیار دارد و تغییرات نیتروژن میوه با شدت های میدان مغناطیسی متفاوت از روند منظمی پیروی نمی کند (Liu et al., ۲۰۲۰). با این حال، این مطالعه نشان داد که مصرف سطوح مختلف کود کلات آهن (۵ و ۱۰ گرم در لیتر) بر افزایش نیتروژن میوه خیار تأثیر معنی داری داشت (شکل ۵). بالاترین مقدار نیتروژن در میوه خیار در تیمار  $M_0F_3$  مشاهده شد (خالد و همکاران، ۲۰۱۷)، همانطور که در شکل ۱۲ نشان داده شده است. به طور کلی، این مطالعه تأثیر مثبت قابل توجه کود کلات آهن را بر محتوای نیتروژن میوه خیار و عدم وجود روند منظم در اثر میدان مغناطیسی بر نیتروژن خیار نشان داد. یافته های این مطالعه با تحقیقات قبلی در مورد اثرات مثبت کود آهن بر رشد و نمو گیاهان مطابقت دارد.



شکل ۵- اثر سطوح مختلف میدان مغناطیسی و آهن بر نیتروژن میوه

## ویتامین C

نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی تأثیر معنی‌داری بر میزان ویتامین C داشت که با مشاهدات لئو و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت دارد (شکل ۶). با این حال، هیچ روند خاصی بین اثر متقابل کود آهن و تیمار میدان مغناطیسی بر میزان ویتامین C مشاهده نشد. این مطالعه همچنین نشان داد که سطوح مختلف کود کلات آهن تأثیر معنی‌داری بر میزان ویتامین C در میوه خیار دارد. بیشترین میزان ویتامین C با استفاده از ۱۰ گرم در لیتر کود آهن در آب آبیاری به دست آمد (خالد و همکاران، ۱۳۹۶). نمودار بالا نیز افزایش قابل توجهی در میزان ویتامین C با افزایش سطح کود آهن را نشان می‌دهد. در این تحقیق مشاهده شد که بیشترین میزان ویتامین C در تیمارهای M<sub>2</sub>F<sub>3</sub> و M<sub>2</sub>F<sub>2</sub> مشاهده شد که نشان دهنده تأثیر مثبت میدان مغناطیسی و کود آهن بر میزان ویتامین C در میوه خیار است. به طور کلی، این مطالعه اثرات قابل توجه بستر، میدان مغناطیسی و کود آهن را بر میزان ویتامین C در میوه خیار و اثر متقابل آنها برجسته می‌کند. یافته‌های این مطالعه با تحقیقات قبلی در مورد اثرات مثبت کود آهن بر رشد و نمو گیاهان مطابقت دارد.



شکل ۶- اثر سطوح مختلف آهن بر مقدار ویتامین c



## بحث و نتیجه گیری

این مطالعه اثرات میدان مغناطیسی و کود کلات آهن را بر قطر، طول، نیتروژن و محتوای ویتامین C میوه خیار بررسی کرد. نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی بر قطر و طول میوه تأثیر منفی و کود آهن تأثیر مثبت دارد. اثر متقابل میدان مغناطیسی و کود آهن برای قطر معنی دار نبود، اما از نظر طول و محتوای ویتامین C مثبت بود. این مطالعه اهمیت کود آهن را برای رشد و نمو گیاهان برجسته می کند و نشان می دهد که میدان مغناطیسی ممکن است تأثیر منفی بر ویژگی های کیفی گیاه داشته باشد.

## منابع

- Aghaei-Gharachorlou, Z., Aghdam, M. S., & Ghasemi, M. (۲۰۱۵). Effect of salicylic acid on some physiological characteristics and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under greenhouse conditions. *Journal of Plant Interactions*, ۱۰(۱), ۴۵۴-۴۶۱.
- FAO. (۲۰۲۱). FAOSTAT- Crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- García, M. J., & Arza, C. R. (۲۰۰۱). Magnetic field effects on seed germination. *Journal of Plant Physiology*, ۱۵۸(۶), ۷۴۷-۷۵۲.
- Khalid, M., Hassanein, R. A., El-Miniawy, S. M., & El-Shazly, A. M. (۲۰۱۷). Effect of iron chelate foliar application on some vegetative growth, yield and fruit quality of two cucumber cultivars grown under greenhouse conditions. *Middle East Journal of Agriculture Research*, ۶(۴), ۱۱۲۸-۱۱۴۰.
- Kumar, A., Singh, S. K., & Singh, M. (۲۰۱۹). Effect of different substrates and nutrient solutions on growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under protected cultivation. *Journal of Applied and Natural Science*, ۱۱(۴), ۷۸۱-۷۸۸.
- Kumar, V., Yadav, S. K., & Kumar, S. (۲۰۱۵). Effect of zinc and iron on growth, yield and quality of brinjal (*Solanum melongena* L.). *International Journal of Farm Sciences*, ۵(۲), ۲۱-۲۹.
- Liu, Y., Wang, Y., Li, J., Li, X., & Zhang, Y. (۲۰۲۰). The effects of magnetic field and substrate on cucumber growth and fruit quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, ۱۰۰(۱), ۱۷۶-۱۸۳.
- Martins, C. I. R., Moutinho-Pereira, J. M., Correia, C. M., & Gonçalves, B. (۲۰۰۲). Water relations, gas exchange and growth of wheat under different magnetic field conditions. *Biologia Plantarum*, ۴۵(۴), ۶۰۵-۶۰۸.
- Martins, C. I. R., Moutinho-Pereira, J. M., Correia, C. M., & Gonçalves, B. (۲۰۰۲). Water relations, gas exchange and growth of wheat under different magnetic field conditions. *Biologia Plantarum*, ۴۵(۴), ۶۰۵-۶۰۸.

## The Effect of Magnetic Fields (Magnetic Treatments) on Food Security and Sustainable Agriculture

**Moradali Ghanbarpouri**

PhD candidate, Department of Soil Science,  
Islamic Azad university of Isfahan, Iran

**Ahmad Mohamadi Ghahsareh**

Associate Professor, Department of Soil Science,  
Islamic Azad university of Isfahan, Iran

**Mitra Attaabadi**

Assistant Professor, Department of Soil Science,  
Islamic Azad university of Isfahan, Iran

**Mehran Hodaji**

Professor, Department of Soil Science, Islamic  
Azad university of Isfahan, Iran

### Abstract

Considering the importance of increasing the quantity and quality of greenhouse cucumbers in food security, this study was conducted to investigate the effects of two factors: magnetic field and iron fertilizer. For this reason, magnetic field intensity at four levels ( $M_1=0$ ,  $M_2=100$ ,  $M_3=200$  and  $M_4=300$ ) and iron fertilizer in the form of EDDHA at four levels ( $F_1=0$ ,  $F_2=20$ ,  $F_3=40$ ,  $F_4=60$ ) with three replications were studied in a research greenhouse in Khorramabad city. The results showed that the  $M_4 \cdot F_4$  treatment showed a significantly higher cucumber diameter than other treatments. The maximum length of cucumber fruit was obtained in the combination of magnetic field and iron fertilizer in the  $M_4 \cdot F_4$  treatment, which indicates a positive interaction between the two factors on the length of cucumber fruit. The highest amount of nitrogen in cucumber fruit was observed in the  $M_4 \cdot F_4$  treatment. The highest amount of vitamin C was observed in the  $M_2 F_2$  and  $M_2 F_3$  treatments, which indicates a positive effect of magnetic field and iron fertilizer on the amount of vitamin C in cucumber fruit. Therefore, magnetic field had mainly negative effect on cucumber quantity while increasing fertilizer amount was effective. On the other hand, increasing magnetic field up to  $100$  mT is beneficial for increasing vitamin C but causes increase in nitrogen absorption of fruit. Therefore, it is suggested that fertilizer treatment of  $60$  mg/kg iron fertilizer without applying magnetic field be used for greenhouse cucumber production.

**Keywords:** Greenhouse Production, Magnetic Field Intensity, Vitamin C