

## تأثیر آب مغناطیسی و نوع زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت بر مولفه‌های رشد لوبیای سبز (*Phaseolus vulgaris* L.)

محسن احمدی<sup>۱\*</sup>، عباس خاشعی سیوکی<sup>۲</sup>، علی شهیدی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۲۸

### چکیده

استفاده از زئولیت و آب مغناطیسی می‌تواند جایگزین مناسبی برای استفاده از کودهای شیمیایی باشد. در تحقیق حاضر به مطالعه تأثیر این دو عامل بر شاخص‌های رشد لوبیا پرداخته شده است. این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل با شش تیمار (نوع آب به دو صورت معمولی و مغناطیسی شده و زئولیت در سه نوع بدون زئولیت، کلسیک و پتاسیک) در ۶ تکرار و مجموعاً ۳۶ گلدان اجرا شد. نتایج نشان داد که استفاده از آب مغناطیسی تأثیر منفی معنی‌داری بر زمان سبز شدن، طول ریشه، وزن تر ریشه و ارتفاع گیاه دارد. استفاده از زئولیت تأثیر مثبت معنی‌داری بر مولفه‌های طول برگ، شاخص سطح برگ، وزن تر و خشک برگ دارد. همچنین اثر متقابل نوع آب و زئولیت تأثیر معنی‌دار بر طول ریشه، ارتفاع گیاه و وزن خشک برگ نشان داد. در بین زئولیت‌های مورد استفاده، زئولیت کلسیکی با افزایش طول برگ، شاخص سطح برگ، وزن تر برگ و وزن خشک برگ به ترتیب ۱/۲۰، ۱/۴۵، ۱/۵۶ و ۱/۳۲ برابر نسبت به تیمار شاهد کارایی بهتری را نشان داد.

**واژه‌های کلیدی:** آب مغناطیسی، زئولیت، لوبیا سبز، سبز شدن، شاخص‌های رشد

### مقدمه

را تشکیل می‌دهند، که خاصیت حاصل‌خیزکنندگی خاک، ذخیره‌سازی و نگهداری آب را دارند (کاظمی، ۱۳۸۳). بنابراین استفاده از زئولیت‌ها برای مقابله با تنش خشکی و تأمین بخشی از نیاز غذایی گیاهان می‌تواند در کاهش استفاده از کودهای شیمیایی مؤثر باشد. همچنین استفاده از زئولیت می‌تواند در مراحل اولیه رشد تأثیر بسزایی بر جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان داشته باشد. آرمند پیشه و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که استفاده از زئولیت سبب افزایش درصد جوانه‌زنی در بذور کلزا می‌گردد. احمدی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که استفاده از زئولیت پتاسیک می‌تواند درصد سبز شدن زیره سبز را نسبت به تیمار بدون زئولیت افزایش دهد. همچنین کاربرد آن در میزان عملکرد کلزا تأثیر بسزایی نشان داده است (غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۷). خاشعی و همکاران (۱۳۸۷) با تحقیق بر روی استفاده از زئولیت بر عملکرد ذرت در تنش خشکی نشان دادند که استفاده از زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت بر ارتفاع بوته و عملکرد ذرت تأثیر معنی‌داری دارد. مدنی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که استفاده از زئولیت بر بهبود عملکرد سیب‌زمینی تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین با تحقیق بر روی مقادیر مختلف کود نیتروژن و زئولیت مشخص شد که با به کار بردن ۶ تن در هکتار زئولیت، می‌تواند صرف کود نیتروژن را از ۲۷۶ به ۱۸۶ کیلوگرم در هکتار کاهش داد

استفاده از آب مغناطیسی در آبیاری محصولات کشاورزی سبب افزایش عملکرد می‌گردد. لین و یوتوات افزایش بهره‌وری آب را در گیاهان زراعی را با استفاده از آب مغناطیس شده گزارش نمودند (Line and Yotvat, 1990). تیمار آب مغناطیسی شده ممکن است بر جذب فسفر و کلسیم جذب شده بر روی ترکیبات آلی اثر گذاشته و دسترسی آن‌ها را برای گیاه افزایش دهد و منجر به بهبود رشد و عملکرد گردد (Maheshwari and Grewal, 2009). بررسی‌های اسیتکن و توران و دانیلوف و همکاران نشان دادند که استفاده از آب مغناطیسی افزایش تعداد میوه در گیاهانی مانند توت فرنگی و گوجه فرنگی را به همراه دارد (Esitken and Turan, 2004; Danilov et al, 1994).

استفاده از زئولیت به منظور افزایش راندمان مصرف آب و افزایش عملکرد گیاهان، یک مساله مهم در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد. زئولیت‌ها خانواده بزرگی از کانی‌های آلومینوسیلیکاته

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه بیرجند

۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

\* نویسنده مسئول: (Email: m.ahmadee@yahoo.com)

سپس تیمارهای ژئولیت به نسبت ۴ درصد وزنی به خاک اضافه شد. در هر گلدان سه بذر به فاصله یکسان و در عمق ۴ سانتی‌متر کاشته شد. برای کشت، از بذرهای با قوه‌ی نامیه ۹۸٪ استفاده شد. بلافاصله پس از کشت آبیاری انجام شد. از لبه‌ی گلدان‌ها ۲ سانتی‌متر خالی نگه داشته شد تا آب آبیاری به بیرون از گلدان نریزد. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول ۱ و مشخصات آب آبیاری در جدول ۲ آمده است. همچنین مشخصات ژئولیت‌های کلسیک و پتاسیک به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

گلدان‌ها هر ۱۲ ساعت مورد بازدید قرار گرفته و زمان سبز شدن یادداشت می‌گردید. بذرهایی که قسمتی از گیاهچه آن‌ها در سطح خاک قابل مشاهده بود به عنوان بذرهای سبز شده در نظر گرفته شد (Fehr & Caviness, 1980). پس از سبز شدن، در هر گلدان یک گیاه به عنوان معیار سنجش عملکرد نگاه داشته شد. این آزمایش به مدت ۶ هفته، ادامه یافت. سپس تیمارها جهت آزمایش برداشت شدند. برای برداشت ریشه ابتدا یک پروفیل دور گیاه در گلدان ایجاد سپس با استفاده از آب مقطر خاک اطراف ریشه شسته شد. وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. طول برگ، ریشه و ساقه و عرض برگ با استفاده از خط کش با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای سنجش شاخص سطح برگ از دستگاه LAI با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر مربع استفاده شد.

(مدنی و همکاران، ۱۳۸۸). لوبیا یکی از منابع مهم پروتئین به‌شمار می‌رود و در بین حیوانات از نظر سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی مقام اول را دارد. گیاه لوبیا به شرایط آب و خاک بسیار حساس می‌باشد بنابراین ایجاد محیط کشتی با شرایط آب و خاک مناسب برای رشد آن ضروری است. تا کنون هیچگونه مطالعه‌ای بر روی تأثیر ژئولیت و آب مغناطیسی بر زمان سبز شدن و رشد این گیاه انجام نشده است. تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر این دو تیمار بر سبز شدن و شاخص‌های رشد لوبیا انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند صورت گرفت. در این تحقیق ۳۶ عدد گلدان پلاستیکی به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱۵ سانتی‌متر به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شد به طوری که تیمار آب در دو نوع: مغناطیسی ( $W_m$ ) و معمولی ( $W_0$ ) و تیمار ژئولیت در سه نوع: بدون ژئولیت ( $Z_0$ )، ژئولیت پتاسیک به قطر ۰/۵-۱ میلی‌متر ( $Z_k$ ) و ژئولیت کلسیک به قطر ۰/۵-۷ میلی‌متر ( $Z_{ca}$ ) در ۶ تکرار در نظر گرفته شد. برای مغناطیسی کردن آب یک آهنربا (مغناطیس ثابت) با میدان مغناطیسی ۴۴ میلی‌تسلا ۲۴ ساعت قبل از آبیاری در ظرف پلاستیکی حاوی آب قرار داده می‌شد (کیانی، ۱۳۸۶).

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک

| بافت خاک | رس (%) | سیلنت (%) | شن (%) | هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ds/m) | PH (%) | آهک کل (%) | کربن آلی (%) | مواد آلی (%) |
|----------|--------|-----------|--------|-----------------------------------|--------|------------|--------------|--------------|
| لومی     | ۱۰     | ۴۲        | ۴۸     | ۰/۴۶                              | ۷/۹۸   | ۱۵         | ۰/۱۷         | ۰/۲۹         |

جدول ۲- نتایج آزمایش آب آبیاری

| هدایت الکتریکی (ds/m) | PH | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | $CO_3^{2-}$ (mg/l) | $HCO_3^-$ (mg/l) | Cl (meq/L) | Na (mg/l) | K (mg/l) |
|-----------------------|----|-----------|-----------|--------------------|------------------|------------|-----------|----------|
| ۰/۰۸۷                 | ۷  | ۰/۴۵      | ۰/۱۱      | ۰/۱                | ۰/۵              | ۱/۸        | ۵۶/۹۱۶    | ۳/۳      |

جدول ۳- ترکیبات ژئولیت کلسیک مورد استفاده

| نوع ژئولیت   | $P_2O_5$ (%) | MnO (%)  | TiO2 (%) | MgO (%)  | $K_2O$ (%) | $Na_2O$ (%) | CaO (%)  | $Fe_2O_3$ (%) | $Al_2O_3$ (%) | $SiO_2$ (%) |
|--------------|--------------|----------|----------|----------|------------|-------------|----------|---------------|---------------|-------------|
| ژئولیت کلسیک | ۰/۰۱۳        | ۰/۰۲۲    | ۰/۱۶۲    | ۰/۶۲     | ۳/۶۸       | ۳/۰۰        | ۲/۲۱     | ۱/۳۱          | ۷/۸۸          | ۷۰/۹۵       |
| نوع ژئولیت   | Cr (ppm)     | Ni (ppm) | Pb (ppm) | Zn (ppm) | Cu (ppm)   | Sr (ppm)    | Ba (ppm) | Cl (ppm)      | SO3 (%)       | L.O.I (%)   |
| ژئولیت کلسیک | ۷            | ۱۲       | ۳۹       | ۵        | ۵۴         | ۳۹۹         | ۱۱۵۴     | ۳۵۰۴          | ۱/۳۴۵         | ۸/۱۳        |

جدول ۴- ترکیبات زئولیت پتاسیک مورد استفاده

| SiO <sub>2</sub><br>(%) | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(%) | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(%) | CaO<br>(%)  | Na <sub>2</sub> O<br>(%) | K <sub>2</sub> O<br>(%) | MgO<br>(%)  | TiO <sub>2</sub><br>(%) | MnO<br>(%) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(%) | نوع زئولیت    |
|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|------------|--------------------------------------|---------------|
| ۷۰/۲۵                   | ۷/۶۸                                  | ۰/۹۱                                  | ۱/۱۲        | ۳/۱۰                     | ۳/۴۳                    | ۰/۳۹        | ۰/۱۵۳                   | ۰/۰۱۷      | ۰/۰۰۶                                | زئولیت پتاسیک |
| L.O.I<br>(%)            | SO <sub>3</sub> (%)                   | Cl (ppm)                              | Ba<br>(ppm) | Sr (ppm)                 | Cu<br>(ppm)             | Zn<br>(ppm) | Pb<br>(ppm)             | Ni (ppm)   | Cr<br>(ppm)                          | نوع زئولیت    |
| ۱۱/۸۴                   | ۰/۶۰۰                                 | ۲۰۴۹                                  | ۱۱۵۸        | ۶۶۶                      | ۵۶                      | ۲           | ۲۷                      | ۵          | ۶                                    | زئولیت پتاسیک |

دارد (Maheshwari and Grewal, 2009). همچنین با نتایج رنجبر و همکاران (۱۳۹۱) برای گندم یکسان بود. ایشان با اعمال تیمار آب مغناطیسی و آب معمولی بر روی گندم نشان دادند که بین این دو تیمار تفاوت معنی‌داری در عملکرد و صفات مورد بررسی مشاهده نشد. مقایسه میانگین برای خاک بر اساس نوع زئولیت در جدول ۷ آمده است. زئولیت کلسیک سبب افزایش معنی‌دار طول برگ، شاخص سطح برگ، وزن تر برگ و وزن خشک برگ گردید. همانطور که نتایج تحقق حاضر نشان می‌دهد زئولیت کلسیک بر صفات برگ گیاه تأثیر بیش‌تری دارد. قوش و همکاران فراهمی مقادیر مناسب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و روی را برای گیاهان مناسب می‌دانند و آن را عامل رشد رویشی و گسترش اندام‌های هوایی و توسعه برگ‌ها ذکر می‌کنند (Ghosh et al, 2004). میزان عناصر موجود در زئولیت کلسیک به خصوص عنصر روی بیش‌تر از زئولیت پتاسیک می‌باشد بنابراین می‌تواند عاملی برای افزایش اندام‌های هوایی گیاه لوبیا سبز باشد. این نتایج با گزارش غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) در خصوص افزایش شاخص سطح برگ در گیاه کلزای پاییزه مطابقت دارد. گرچه ایشان به نوع زئولیت مورد استفاده اشاره‌ای نکردند.

مقایسه میانگین برای نوع آب و زئولیت در جدول ۸ نشان داده شده است. طول ریشه با استفاده از زئولیت پتاسیک با آب غیرمغناطیسی نسبت به سایر تیمارها افزایش یافته است. شاخص سطح برگ در تیمار زئولیت کلسیک با آب مغناطیسی از بیش‌ترین مقدار و در تیمار شاهد از کم‌ترین مقدار برخوردار است. استفاده از آب معمولی بین هیچ کدام از تیمارهای زئولیت تفاوت آماری معنی‌داری نداشته است. طول ساقه، طول و عرض برگ تحت تأثیر نوع زئولیت و آب قرار نگرفته‌اند. بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع گیاه در زئولیت پتاسیک و به ترتیب در تیمار آب معمولی و آب مغناطیسی مشاهده می‌شود. استفاده از آب مغناطیسی ارتفاع گیاه را ۲/۲ برابر کاهش داده است. همچنین نتایج آزمایش نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین وزن تر ریشه به ترتیب به تیمارهای بدون زئولیت با آب معمولی و زئولیت پتاسیک با آب مغناطیسی اختصاص دارد.

اندام‌های تر گیاه پس از وزن شدن به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند سپس توزین شدند. نتایج به دست آمده در این تحقیق با استفاده از نرم افزار SAS و با روش آماری آزمون توکی تجزیه و تحلیل شدند.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که نوع آب بر زمان سبز شدن، طول ریشه، وزن تر ریشه و ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۰/۱ درصد اثر معنی‌داری دارد. نوع زئولیت در سطح احتمال ۰/۱ درصد بر وزن تر برگ، در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص سطح برگ و در سطح احتمال ۵ درصد بر طول برگ و وزن خشک برگ اثر معنی‌داری نشان داد. اثر متقابل آب و زئولیت در سطح احتمال ۱ درصد بر ارتفاع گیاه و در سطح احتمال ۵ درصد بر طول ریشه و وزن خشک برگ تأثیر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین برای تیمارهای شامل آب مغناطیسی در برابر تیمارهای آبیاری شده با آب غیر مغناطیسی در جدول ۶ نشان داده شده است. به طوری که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود مغناطیسی کردن آب باعث کاهش طول ریشه، وزن تر ریشه و ارتفاع گیاه به ترتیب ۱/۸۴، ۱/۹۶ و ۱/۴۱ برابر آب معمولی شد. بنابراین مغناطیسی کردن آب بر شاخص‌های ریشه نسبت به سایر اندام‌های گیاه تأثیر نشان داده است. این نتایج با تحقیقات بلیاوسکی و ترکر و همکاران مطابقت دارد (Belyavskaya, 2004; Turker, et al, 2007). ایشان گزارش کردند که میدان مغناطیسی می‌تواند با اختلال بر روی تقسیم سلولی و اندازه میتوکندری تأثیر بازدارندگی بر رشد ریشه‌های اولیه داشته باشد.

میزان زمان سبز شدن با استفاده از آب مغناطیسی ۳/۲۲ روز به تأخیر افتاد که احتمالاً به دلیل شوری خاک توسط آب مغناطیسی باشد. زیرا مغناطیسی کردن آب نمک‌های بیش‌تری را در خود حل می‌کند و در خاک مورد مطالعه سبب ایجاد شوری گردیده و زمان سبز شدن به تأخیر افتاده است.

مغناطیسی کردن آب بر دیگر شاخص‌های مورد بررسی تأثیری معنی‌داری نداشت. این نتایج با گزارش ماهشواری و گریوال مطابقت

جدول ۶ - مقایسه میانگین براساس نوع آب برای زمان سبز شدن، طول ساقه، طول ریشه، طول برگ، عرض برگ و شاخص سطح برگ.

| نوع آب                            | زمان سبز شدن (روز) | طول ساقه (سانتی متر) | طول ریشه (سانتی متر) | طول برگ (سانتی متر) | عرض برگ (سانتی متر) | شاخص سطح برگ (مربع)  | وزن تر ساقه (گرم)   | وزن تر ریشه (گرم)   | وزن تر برگ (گرم)  | وزن خشک ساقه (گرم)  | وزن خشک ریشه (گرم)  | وزن خشک برگ (گرم)   | ارتفاع گیاه (سانتی متر) | نسبت ساقه به ریشه | کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| آب معمولی (W <sub>0</sub> )       | ۹/۱۱ <sup>a</sup>  | ۶/۳۳ <sup>a</sup>    | ۱۲/۴۵ <sup>a</sup>   | ۷/۱۸ <sup>a</sup>   | ۴/۵۰ <sup>a</sup>   | ۶۲۸۶/۱۵ <sup>a</sup> | -۰/۸۴۸ <sup>a</sup> | -۰/۷۱۵ <sup>a</sup> | ۱/۱۱ <sup>a</sup> | -۰/۱۴۹ <sup>a</sup> | -۰/۱۶۳ <sup>a</sup> | -۰/۱۴۳ <sup>a</sup> | ۱۸۸۰ <sup>a</sup>       | ۲/۲۳ <sup>a</sup> | -۰/۵۵۶ <sup>a</sup>                 |
| آب مغناطیسی شده (W <sub>m</sub> ) | ۱۲/۳۳ <sup>b</sup> | ۶/۶۰ <sup>a</sup>    | ۶/۲۳ <sup>b</sup>    | ۶/۹۳ <sup>b</sup>   | ۵/۲۳ <sup>a</sup>   | ۵۹۰۶/۳۳ <sup>a</sup> | -۰/۷۰۳ <sup>a</sup> | -۰/۳۶۴ <sup>b</sup> | ۱/۰۳ <sup>a</sup> | -۰/۰۷۳ <sup>a</sup> | -۰/۰۳۳ <sup>a</sup> | -۰/۱۳۳ <sup>a</sup> | ۱۳/۳۳ <sup>b</sup>      | ۱/۷۸ <sup>a</sup> | -۰/۴۸۵ <sup>b</sup>                 |

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۵ - نتایج جدول تجزیه واریانس (اماره ۴) برای شش عامل زمان سبز شدن، طول ساقه، طول ریشه، طول برگ، عرض برگ و شاخص سطح برگ.

| منابع تغییر (روز) | زمان سبز شدن (روز)  | طول ساقه (سانتی متر) | طول ریشه (سانتی متر) | طول برگ (سانتی متر) | عرض برگ (سانتی متر) | شاخص سطح برگ (مربع) | وزن تر ساقه (گرم)     | وزن تر ریشه (گرم)    | وزن تر برگ (گرم)    | وزن خشک ساقه (گرم)  | وزن خشک ریشه (گرم)  | وزن خشک برگ (گرم)   | ارتفاع گیاه (سانتی متر) | نسبت ساقه به ریشه  | کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) |
|-------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| نوع آب (W)        | ۳۴/۵ <sup>***</sup> | ۰/۳ <sup>ns</sup>    | ۱۴/۸۵ <sup>***</sup> | ۰/۴۲ <sup>ns</sup>  | ۱/۳۹ <sup>ns</sup>  | -۰/۶۴ <sup>ns</sup> | -۰/۱۳۹۰ <sup>ns</sup> | ۱۴/۸۳ <sup>***</sup> | -۰/۵۶ <sup>ns</sup> | ۱/۳۰ <sup>ns</sup>  | -۰/۰۷ <sup>ns</sup> | -۰/۹۹ <sup>ns</sup> | ۱۴/۰۶ <sup>***</sup>    | ۲/۶۲ <sup>ns</sup> |                                     |
| زنبوبت (Z)        | ۱/۵۹ <sup>ns</sup>  | ۰/۹۹ <sup>ns</sup>   | ۰/۶۵ <sup>ns</sup>   | ۴/۳۷ <sup>*</sup>   | ۰/۴۵ <sup>ns</sup>  | ۸/۱۵ <sup>**</sup>  | ۱/۸۸ <sup>ns</sup>    | ۲/۳۳ <sup>ns</sup>   | ۹/۳۳ <sup>***</sup> | -۰/۵۶ <sup>ns</sup> | ۱/۴۰ <sup>ns</sup>  | ۴/۱۸ <sup>*</sup>   | ۰/۳۰ <sup>ns</sup>      | ۰/۹۵ <sup>ns</sup> |                                     |
| W*Z               | ۰/۲۳ <sup>ns</sup>  | ۲/۰۸ <sup>ns</sup>   | ۰/۰۳ <sup>*</sup>    | ۰/۹۸ <sup>ns</sup>  | ۰/۶۷ <sup>ns</sup>  | ۱/۶۵ <sup>ns</sup>  | ۰/۲۵ <sup>ns</sup>    | ۳/۲۹ <sup>ns</sup>   | ۱/۰۳ <sup>ns</sup>  | -۰/۶۹ <sup>ns</sup> | ۰/۶۹ <sup>ns</sup>  | ۴/۲۶ <sup>*</sup>   | ۷/۹۴ <sup>**</sup>      | ۱/۳۲ <sup>ns</sup> |                                     |

\*\*\*، \*\*، \*، ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و بدون اثر معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۷: مقایسه میانگین بر اساس نوع ژئولیت برای زمان سبز شدن، طول ساقه، طول ریشه، طول برگ، عرض برگ و شاخص سطح برگ برای خاک با ژئولیت متفاوت.

| کارایی<br>مصرف آب<br>(کیلوگرم بر<br>مترمکعب) | نسبت<br>ریشه<br>به<br>ساقه و<br>برگ | نسبت<br>ساقه<br>به<br>ریشه | ارتفاع گیاه<br>(سانتی متر) | وزن<br>خشک<br>برگ<br>(گرم) | وزن<br>خشک<br>ریشه<br>(گرم) | وزن<br>خشک<br>ساقه<br>(گرم) | وزن<br>تر<br>ریشه<br>(گرم) | وزن<br>تر<br>ساقه<br>(گرم) | وزن<br>تر<br>برگ<br>(گرم) | شاخص<br>سطح برگ<br>(سانتی متر<br>مربع) | عرض برگ<br>(سانتی متر) | طول برگ<br>(سانتی متر) | طول ریشه<br>(سانتی متر) | طول ساقه<br>(سانتی متر) | زمان<br>سبز<br>شدن<br>(روز) | منابع<br>تغییر                        |
|--|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| ۰/۵۱۴۶ <sup>۳</sup>                          | ۰/۵۴۰ <sup>۳</sup>                  | ۱/۲۹۳ <sup>۳</sup>         | ۱۶/۵۴ <sup>۳</sup>         | ۰/۱۱۷ <sup>۳</sup>         | ۰/۱۰۳ <sup>۳</sup>          | ۰/۰۷۸ <sup>۳</sup>          | ۰/۸۵۰ <sup>۳</sup>         | ۰/۶۶۰ <sup>۳</sup>         | ۰/۶۶۳ <sup>۳</sup>        | ۵۰۴۲/۶۱ <sup>۳</sup>                   | ۵/۰۶ <sup>۳</sup>      | ۶/۵۳ <sup>۳</sup>      | ۱۰/۵۳ <sup>۳</sup>      | ۶/۰۱ <sup>۳</sup>       | ۱۰/۳۹ <sup>۳</sup>          | بدون<br>ژئولیت<br>(Z <sub>0</sub> )   |
| ۰/۵۲۶۳ <sup>۳</sup>                          | ۰/۲۳۳ <sup>۳</sup>                  | ۱/۶۶۸ <sup>۳</sup>         | ۱۵/۲۷ <sup>۳</sup>         | ۰/۱۵۵ <sup>۳</sup>         | ۰/۰۵۸ <sup>۳</sup>          | ۰/۰۹۱ <sup>۳</sup>          | ۱/۳۳ <sup>۳</sup>          | ۰/۵۳۹ <sup>۳</sup>         | ۰/۸۴۸ <sup>۳</sup>        | ۷۳۵۸/۳۰ <sup>۳</sup>                   | ۵/۰۶ <sup>۳</sup>      | ۷/۸۸ <sup>۳</sup>      | ۸/۴۳ <sup>۳</sup>       | ۶/۸۰ <sup>۳</sup>       | ۱۰/۳۳ <sup>۳</sup>          | ژئولیت<br>کلسیک<br>(Z <sub>Ca</sub> ) |
| ۰/۵۶۷۳ <sup>۳</sup>                          | ۰/۲۲۶ <sup>۳</sup>                  | ۳/۰۵۰ <sup>۳</sup>         | ۱۶/۴۹ <sup>۳</sup>         | ۰/۸۴ <sup>۳</sup>          | ۰/۰۵۰ <sup>۳</sup>          | ۰/۱۳۳ <sup>۳</sup>          | ۱/۰۴ <sup>۳</sup>          | ۰/۴۲۰ <sup>۳</sup>         | ۰/۸۰۴ <sup>۳</sup>        | ۵۸۸۷/۸۱ <sup>۳</sup>                   | ۴/۴۵ <sup>۳</sup>      | ۶/۷۵ <sup>۳</sup>      | ۹/۷۸ <sup>۳</sup>       | ۶/۶۰ <sup>۳</sup>       | ۱۱/۵۴ <sup>۳</sup>          | ژئولیت<br>پتاسیک<br>(Z <sub>K</sub> ) |

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۸- مقایسه میانگین براساس نوع آب و زوئیت برای زمان سبز شدن، طول ساقه، طول ریشه، طول برگ، عرض برگ و شاخص سطح برگ برای نوع آب و زوئیت مورد استفاده.

| کارایی<br>مصرف آب<br>(کیلوگرم بر<br>مترمکعب) | نسبت<br>ریشه<br>به<br>ساقه و<br>برگ | نسبت<br>ساقه<br>به<br>ریشه | ارتفاع گیاه<br>(سانتی متر) | وزن<br>خشک<br>ساقه<br>(گرم) | وزن<br>خشک<br>ریشه<br>(گرم) | وزن<br>برگ<br>(گرم) | وزن تر<br>ساقه<br>(گرم) | وزن تر<br>ریشه<br>(گرم) | وزن تر<br>برگ<br>(گرم) | شاخص<br>سطح برگ<br>(سانتی متر<br>مربع) | عرض برگ<br>(سانتی متر) | طول برگ<br>(سانتی متر) | طول ریشه<br>(سانتی متر) | طول ساقه<br>(سانتی متر) | زمان<br>سبز<br>شدن<br>(روز) | منابع<br>تغییر |
|--|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|
|  |                                     |                            |                            |                             |                             |                     |                         |                         |                        |  |                        |                        |                         |                         |                             |                |
| ۰/۵۱۳ <sup>a</sup>                           | ۰/۳۶ <sup>a</sup>                   | ۱/۱۴ <sup>a</sup>          | ۱۸/۹۳ <sup>ab</sup>        | ۰/۱۶۶ <sup>ab</sup>         | ۰/۰۸۰ <sup>a</sup>          | ۰/۰۹۳ <sup>a</sup>  | ۰/۹۱۹ <sup>ab</sup>     | ۰/۹۲۶ <sup>a</sup>      | ۰/۷۹۴ <sup>a</sup>     | ۵۴۳۸/۹۰ <sup>ab</sup>                  | ۴/۲۱ <sup>a</sup>      | ۶/۷۸ <sup>a</sup>      | ۱۲/۹۸ <sup>ab</sup>     | ۵/۹۵ <sup>a</sup>       | ۸/۴۱ <sup>a</sup>           |                |
| ۰/۴۹۱ <sup>a</sup>                           | ۰/۳۴ <sup>a</sup>                   | ۱/۸۳ <sup>a</sup>          | ۱۴/۶۳ <sup>bc</sup>        | ۰/۱۳۹ <sup>ab</sup>         | ۰/۰۵۳ <sup>a</sup>          | ۰/۰۹۱ <sup>a</sup>  | ۱/۳۷۸ <sup>a</sup>      | ۰/۵۴۹ <sup>abc</sup>    | ۰/۸۸۳ <sup>a</sup>     | ۶۹۴۸/۰۸ <sup>ab</sup>                  | ۴/۵۸ <sup>a</sup>      | ۷/۶۱ <sup>a</sup>      | ۸/۵۸ <sup>ab</sup>      | ۶/۰۵ <sup>a</sup>       | ۹/۰۰ <sup>ab</sup>          |                |
| ۰/۷۵۱ <sup>a</sup>                           | ۰/۲۶ <sup>a</sup>                   | ۳/۶۹ <sup>a</sup>          | ۲۲/۸۳ <sup>a</sup>         | ۰/۱۶۳ <sup>ab</sup>         | ۰/۰۶۳ <sup>a</sup>          | ۰/۲۰۴ <sup>a</sup>  | ۱/۱۴۳ <sup>ab</sup>     | ۰/۶۷۰ <sup>ab</sup>     | ۰/۸۶۳ <sup>a</sup>     | ۶۶۷۱/۶۶ <sup>ab</sup>                  | ۴/۴۳ <sup>a</sup>      | ۷/۱۵ <sup>a</sup>      | ۱۵/۸۰ <sup>a</sup>      | ۷/۰۳ <sup>a</sup>       | ۹/۹۱ <sup>abc</sup>         |                |
| ۰/۵۱۳ <sup>a</sup>                           | ۰/۷۸ <sup>a</sup>                   | ۱/۴۴ <sup>a</sup>          | ۱۴/۱۵ <sup>bc</sup>        | ۰/۱۰۷ <sup>b</sup>          | ۰/۱۲۶ <sup>a</sup>          | ۰/۰۶۳ <sup>a</sup>  | ۰/۷۸۲ <sup>b</sup>      | ۰/۳۹۵ <sup>bc</sup>     | ۰/۵۶ <sup>a</sup>      | ۴۶۴۶/۳۳ <sup>b</sup>                   | ۵/۹۱ <sup>a</sup>      | ۶/۲۸ <sup>a</sup>      | ۸/۰۶ <sup>ab</sup>      | ۶/۰۸ <sup>a</sup>       | ۱۲/۱۶ <sup>bc</sup>         |                |
| ۰/۵۶۳ <sup>a</sup>                           | ۰/۳۴ <sup>a</sup>                   | ۱/۵۰ <sup>a</sup>          | ۱۵/۹۱ <sup>abc</sup>       | ۰/۱۷۱ <sup>a</sup>          | ۰/۰۶۳ <sup>a</sup>          | ۰/۰۹۰ <sup>a</sup>  | ۱/۳۹۳ <sup>a</sup>      | ۰/۵۲۸ <sup>abc</sup>    | ۰/۸۰۹ <sup>a</sup>     | ۷۷۶۸/۵۳ <sup>a</sup>                   | ۵/۲۸ <sup>a</sup>      | ۸/۱۳ <sup>a</sup>      | ۸/۳۶ <sup>ab</sup>      | ۷/۵۵ <sup>a</sup>       | ۱۱/۶۶ <sup>bc</sup>         |                |
| ۰/۳۸۳ <sup>a</sup>                           | ۰/۱۸ <sup>a</sup>                   | ۲/۴۰ <sup>a</sup>          | ۹/۹۵ <sup>c</sup>          | ۰/۱۱۳ <sup>ab</sup>         | ۰/۰۳۳ <sup>a</sup>          | ۰/۰۷۰ <sup>a</sup>  | ۰/۹۵۳ <sup>ab</sup>     | ۰/۱۷۰ <sup>c</sup>      | ۰/۷۴۴ <sup>a</sup>     | ۵۳۰۴/۱۷ <sup>ab</sup>                  | ۴/۴۶ <sup>a</sup>      | ۶/۳۵ <sup>a</sup>      | ۳/۷۶ <sup>c</sup>       | ۶/۱۸ <sup>a</sup>       | ۱۳/۱۶ <sup>c</sup>          |                |

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

پرداخت که این عمل می‌تواند افزایش محصول را به دنبال داشته باشد. همچنین در استفاده همزمان از آب مغناطیسی و زئولیت می‌بایست به نوع زئولیت مورد نظر توجه داشت. بنابراین پیشنهاد می‌گردد مطالعات بیش‌تر بر روی اثر متقابل این دو تیمار بر عملکرد گیاهان انجام گردد.

### تشکر و قدردانی

زئولیت‌های مورد استفاده در این تحقیق از شرکت افرازند تهیه شده است و نویسندگان از جناب آقای مهندس مهران رجبی مدیر عامل این شرکت تشکر می‌نمایند.

### منابع

آرمند پی‌ش، ا.، ایران‌نژاد، ح.، اله‌دادی، ا.، امیری، ر و کلیایی، ا. ۱۳۸۸. اثر کاربرد زئولیت بر جوانه‌زنی و قدرت رویش بذور کلزا تحت تنش خشکی. فصلنامه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، دوره ۱۵، شماره ۱. صص ۶۲-۵۴.

احمدی، م.، خاشعی سیوکی، ع و باقری مقدم، م. ۱۳۹۲. ارزیابی تأثیر زئولیت پتاسیک بر زمان و درصد سبز شدن زیره سبز. همایش ملی آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان، دانشگاه شهید باهنر، دوره ۱۲م.

خاشعی سیوکی، ع.، کوچک‌زاده، م و شهابی‌فر، م. ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت و رطوبت خاک بر اجزای عملکرد ذرت. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، جلد ۲۲، شماره ۲. صص ۲۴۱-۲۳۵.

رنجبر، غ.، روستا، م. ج و چراغی، س. ع. م. ۱۳۹۱. بررسی اثر آب مغناطیسی بر شاخص‌های رشد گندم در شرایط شور. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۲۶، شماره ۳. صص ۲۷۴-۲۶۳.

غلامحسینی، م.، آقاعلیخانی، م و ملکوتی، م. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کلزای پاییزه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره چهل و پنجم (ب). صص ۵۴۸-۵۳۷.

کاظمی، ح. ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر زئولیت‌ها، کانی‌های سحرآمیز. انتشارات بهشت. ۱۳۰ صفحه.

کیانی، ع. ۱۳۸۶. آب مغناطیسی، پدیده‌ای نو در ارتقا بهره‌وری آب، ماهنامه زیتون، شماره ۱۸۳. صص ۵-۱.

مدنی، ح.، فرهادی، ا.، پاک‌کی، ع و چنگیزی، م. ۱۳۸۸. تأثیر سطوح

تیمار زئولیت پتاسیک در آب معمولی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با خاک بدون زئولیت در این تیمار آب ندارد بنابراین استفاده از آب مغناطیسی سبب این کاهش وزن شده است. وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه تحت تأثیر هیچ‌کدام از انواع زئولیت در تیمارهای مختلف آب قرار نگرفته‌اند.

وزن تر برگ در تیمار زئولیت کلسیک بدون در نظر گرفتن نوع آب از سایر تیمارها بیش‌تر است. کم‌ترین وزن تر برگ نیز در تیمار بدون زئولیت و آب مغناطیسی مشاهده می‌شود. تیمار زئولیت در هر دو تیمار آب نسبت به خاک شاهد، وزن تر برگ را بیش‌تر افزایش داده است در حالیکه خاک بدون زئولیت نسبت به زئولیت پتاسیک بیش‌تر بر وزن تر ریشه مؤثر بوده است. بیش‌ترین وزن خشک برگ به تیمار آب مغناطیسی و زئولیت کلسیک اختصاص داشت. در بین سایر تیمارها تفاوت آماری در وزن خشک مشاهده نمی‌شود. بنابراین شاخص‌های برگ‌گی تحت تأثیر نوع زئولیت و طول ریشه تحت تأثیر نوع آب قرار گرفته است.

بر اساس این نتایج، زئولیت پتاسیک نسبت به زئولیت کلسیک بیش‌تر تحت تأثیر نوع آب، بر خصوصیات رشد گیاه اثر گذاشته است. با توجه به این نکته که تأثیر تیمار آب مغناطیسی شده بسته به نوع منبع آب و نوع گیاه می‌تواند متفاوت می‌باشد (and Maheshwari, 2009)، واکنش لویبا سبز به آب مغناطیسی نمی‌تواند گویای تأثیر منفی یا مثبت این تیمار بر همه گیاهان را بیان کند.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده استفاده از آب مغناطیسی بر مؤلفه‌های زمان سبز شدن، طول ریشه، وزن تر ریشه و ارتفاع گیاه لویبا تأثیر معنی‌داری دارد. این تأثیر با افزایش زمان سبز شدن و کاهش طول ریشه، وزن تر ریشه و ارتفاع گیاه همراه است. همچنین استفاده از زئولیت بر مؤلفه‌های طول برگ، شاخص سطح برگ، وزن تر و خشک برگ تأثیر معنی‌داری داشته است. که این تأثیر به صورت افزایش صفات یاد شده می‌باشد. همچنین استفاده از زئولیت کلسیک نسبت به زئولیت پتاسیک بر این صفات در سطح ۵ درصد تأثیر مثبت معنی‌داری دارد و این در حالی است که زئولیت پتاسیک تنها سبب افزایش طول و وزن خشک برگ شده است که با تیمار بدون زئولیت نیز از لحاظ آماری تأثیر معنی‌داری ندارد. بنابراین نتایج تا این مرحله از رشد در این گیاه بیان می‌دارند که از مغناطیسی کردن این نوع آب بدون استفاده از زئولیت برای آبیاری لویبا سبز باید اجتناب نمود. این در حالی است که استفاده همزمان از آب مغناطیسی و زئولیت در عملکرد برگ‌ها تأثیر مثبت معنی‌داری دارد. می‌توان با استفاده از زئولیت به افزایش عملکرد در برگ‌ها و افزایش سطح تعرق گیاه

- Manna, K. G., Mandal, A. K., and Hati, K. M. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer- NPK on three cropping system in vertisols of semi- arid tropics. II . Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology*. 95: 85- 93.
- Line I.J., and Yotvat, J. 1990. Exposure of irrigation and drinking water to magnetic field with controlled power and direction, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 83:525-526.
- Maheshwari B.L., and Grewal, H.S. 2009. Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agricultural Water Management* 96:1229-1236.
- Turker, M., Temirci, C. Battal, P., and Erez, M. E. 2007. The effects of an artificial and static magnetic field on plant growth, chlorophyll and phytohormone levels in maize and sunflower plants. *Phyton Ann. Rei Bot.* 46, 271–284.
- مختلف نیتروژن و زئولیت بر خصوصیات کمی و کیفی سیب زمینی رقم آگریا در منطقه اراک. مجله یافته‌های نوین کشاورزی، سال سوم، شماره ۴. صص ۳۷۹-۳۹۱.
- Belyavskaya, N. A. 2004. Biological effects due to weak magnetic field on plants. *Advances in Space Research*. 34 (7): 1566–1574
- Danilov, V., Bas, T. Eltez, M., and Rizakulyeva, A. 1994. Artificial magnetic field effects on yield and quality of tomatoes. *Acta Horticulturae*. 366: 279-285.
- Esitken, A. and Turan, M. 2004. Altering magnetic field effects and plant nutrient element composition of strawberry. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B , Soil & Plant Science*. 54:135-139.
- Fehr. W.R., and Caviness, C.E. 1980. Stage of soybean development. Iowa State University. Agriculture and Home Economics Experiment Station. Iowa State University. Special Report. No.80. 11 p.
- Ghosh, P. K., Ajay, K. K., Bandyopadhyay, M. C.,



## Effect Of magnetic Water And Natural Clinoptilolite Zeolite On Growth Of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

M. Ahmadede<sup>۱\*</sup>, A. Khashei Siuki<sup>۲</sup>, A. Shahidi<sup>۳</sup>

Received: Aug.29, 2013

Accepted: Jun.18, 2014

### Abstract

Using zeolite and magnetic water can be a good alternative to reduce use of chemical fertilizers. In this study investigated the effect of these two factors was investigated the growth of green bean. This research was conducted in Birjand Agricultural Research greenhouse in 1392. This study was performed in factorial experiment based on completely randomized design with 6 treatment (Water treatment in two types; non-magnetically and magnetically and zeolite treatment in three levels; potassic, calcic and without zeolite) and 6 replicates and a total of 36 pots. Results showed a significant negative effect on the use of magnetic water during emergence, root length, root fresh weight and plant height. Using of Zeolites have a positive effect on leaf length, leaf area index and leaf dry weight. The interaction between water and zeolite showed a significant effect on root length, plant height and leaf dry weight. calcic zeolite increasing leaf length, leaf area index, leaf fresh weight and leaf dry weight, respectively, 1.20, 1.45, 1.56 and 1.32 compared to the control treatment to show a better performance among others.

**Key words:** Magnetic Water, Zeolite, Green beans, Emergence, Growth

---

۱- M.Sc student Irrigation and Drainage, College of Agriculture, University of Birjand.

۲- Assistant Professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, University of Birjand

۳- Assistant Professor, Water Engineering Department, College of Agriculture, University of Birjand

(\* - Corresponding Author Email: m.ahmadede@gmail.com)