

## اثرات سنگریزه و کود مرغی بر برخی شاخص‌های رشد خیار و ویژگی‌های خاک در شمال غرب دریاچه ارومیه

شکراله اصغری<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۷)

### چکیده

استفاده از سنگریزه برای کنترل تبخیر در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک رایج است. هدف از این پژوهش مزرعه‌ای، بررسی اثرات متقابل مقادیر مختلف سنگریزه و کود مرغی بر برخی ویژگی‌های خیار و خاک بود. آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، در منطقه شبستر اجرا گردید. فاکتور اول سنگریزه در مقادیر صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و  $kg\ m^{-2}$  و فاکتور دوم کود مرغی در مقادیر صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و  $1000\ g\ m^{-2}$  بود. سنگریزه به صورت مالچ سطحی و کود به صورت اختلاط با خاک در عمق ۲۰ cm استفاده شد. برخی شاخص‌های رشد خیار در طول فصل رشد و نیز برخی ویژگی‌های گیاه و خاک در پایان فصل رشد تعیین گردید. کاربرد سنگریزه در بالاترین سطح موجب افزایش معنی‌دار عملکرد (۱۶۱/۹٪) و کارایی مصرف آب خیار (۱۷٪)، پایداری خاکدانه (۴۶/۵٪) و رطوبت خاک مزرعه (۴۲/۹٪) و کاهش معنی‌دار آهک (۱۵/۱٪) و مقاومت فروروی خاک (۵۹/۳٪) در مقایسه با شاهد گردید. استفاده از کود مرغی در بالاترین مقدار مصرفی، باعث افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل (۵۰/۳٪)، عملکرد (۹۶/۹٪) و وزن خشک میوه (۶۰/۳٪)، کارایی مصرف آب (۹۸٪)، کربن آلی (۶۴/۴٪)، پایداری خاکدانه (۱۵۰٪)، هدایت الکتریکی خاک (۲۸۷/۵٪) و کاهش معنی‌دار آهک (۲۷/۸٪) و اسیدیته خاک (۱۲/۸٪) نسبت به شاهد گردید. کاربرد توأم سنگریزه و کود مرغی در بالاترین سطح مصرفی، موجب افزایش معنی‌دار محتوای نسبی آب برگ به میزان ۱۴/۸ تا ۲۴/۴ درصد نسبت به سایر تیمارها گردید. نتایج نشان داد مالچ سنگریزه از طریق افزایش نگهداری آب در خاک باعث بهبود عملکرد خیار و کیفیت فیزیکی خاک می‌گردد. همچنین کود مرغی در مقادیر کم تا زیاد، از طریق افزایش ماده آلی و کاهش اسیدیته و آهک، می‌تواند باعث ارتقای کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه نیمه‌خشک شود.

**واژه‌های کلیدی:** کارایی مصرف آب، مالچ‌دهی، محتوای نسبی آب برگ، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک

اصغری ش.ا. ۱۳۹۸. اثرات سنگریزه و کود مرغی بر برخی شاخص‌های رشد خیار و ویژگی‌های خاک در شمال غرب دریاچه ارومیه. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۷، شماره ۳، صفحه: ۹۸-۱۰۹.

۱-دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی (مکاتبه کننده)  
پست الکترونیک: [shokrollah.asghari@gmail.com](mailto:shokrollah.asghari@gmail.com)

## مقدمه

کاهش معنی‌دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از ۱/۶۴ به ۱/۰۲ میلی‌متر و نیز تغییر کلاس بافت خاک از لوم رسی (شاهد) به لوم شنی گردیده است. نتایج پژوهش اسلامی و فرزام نیا (Eslami & Farzamnia, 2009) نشان داد استفاده از مالچ‌های پلاستیکی، شنی (ماسه بادی با قطر متوسط ۰/۰۵ میلی‌متر و به ضخامت ۳ تا ۵ سانتی‌متری پوشش سطحی خاک) و کاه و کلش باعث افزایش معنی‌دار نگهداری رطوبت قابل استفاده خاک در اراضی پسته‌کاری سیرجان گردید. این محققان بیان کردند مالچ شنی از طریق کاهش صعود موئینگی از خاک سطحی با بافت لوم رسی، موجب کاهش تبخیر گردید. لذا آن‌ها کاربرد مالچ شنی را به دلیل کم هزینه و سهل‌الوصول بودن در مقایسه با سایر مالچ‌ها، توصیه نمودند. دلامینی و همکاران (Dlamini et al., 2017) در یک پژوهش مزرعه‌ای در افریقای جنوبی تأثیر مالچ سنگریزه (قطر ۱ سانتی‌متر و ضخامت پوشش ۵ سانتی‌متر) را بر میزان تبخیر از دو نوع خاک با بافت شنی و لوم شنی و نیز کارایی مصرف آب گیاه canola (رقم اصلاح شده کلزا که در تولید روغن خوراکی کاربرد دارد) مطالعه کردند. نتایج نشان داد میزان تبخیر تجمعی در طی ۱۲۰ روز از خاک شنی و لوم شنی مالچ‌پاشی شده به ترتیب ۳۳ و ۴۱ درصد نسبت به تیمار شاهد (مالچ-پاشی نشده) کاهش یافت. همچنین کارایی مصرف آب گیاه به طور میانگین از ۹/۹۴ در تیمار شاهد به  $11/91 \text{ kg ha}^{-1}\text{mm}^{-1}$  در تیمارهای مالچ‌پاشی شده افزایش یافت.

کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک عموماً به دلیل برخورداری از ماده آلی ناچیز، آهکی بودن و pH قلیایی، ضعیف است. یکی دیگر از راهکارهای بهبود کیفیت خاک در این مناطق، به-کارگیری انواع کودهای حیوانی می‌باشد. اوبی و ابو (Obi & Ebo, 1995) در یک آزمایش مزرعه‌ای مشاهده کردند که افزودن ۱۰ تن در هکتار کود مرغی به یک خاک ریز بافت شدیداً تخریب یافته اولتی‌سل واقع در نیجریه، طی دو فصل زراعی کشت ذرت، باعث کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری ( $P < 0.05$ ) و افزایش معنی‌دار ماده آلی، تخلخل کل، نفوذ آب به خاک و هدایت هیدرولیکی گردید. همچنین ظرفیت نگهداری رطوبت در مکش‌های ۰/۱ و ۰/۳ بار و آب قابل استفاده گیاه به

حدود ۳۰۰ سال است که در مناطق خشک کشور چین که دارای بارندگی کم و تبخیر بالایی هستند، استفاده از مالچ سنگریزه به منظور کاهش هزینه آب برای تولید محصول مورد توجه قرار گرفته است (Qiu et al., 2014). مالچ‌ها از طریق افزایش خاکدانه‌سازی و کمک به حفظ آب خاک با کنترل تبخیر و افزایش نفوذ و کاهش روان‌آب، نقش به‌سزایی در بهبود کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند (Li, 2003). زونگوی و همکاران (Zhongkui et al., 2006) اثرات مالچ سنگریزه را در اندازه‌های ۵-۲، ۲۰-۵ و ۲۰-۶۰ بر کاهش تبخیر-تعرق (ET) و تبخیر (E) در یک مزرعه هندوانه در شمال غرب چین مطالعه کردند. نتایج نشان داد تبخیر به طور خطی با افزایش اندازه سنگریزه افزایش یافت و تیمار مالچ با قطر ۵-۲ mm بیشترین تأثیر را در کاهش تبخیر نشان داد. همچنین نسبت E/ET در مراحل رشد در تیمار شاهد (بدون سنگریزه)، برابر ۴۰/۷ درصد بود. در صورتی‌که این نسبت برای تیمارهای مالچ‌پاشی شده ۱۷/۸ تا ۲۵ درصد به‌دست آمد. یوان و همکاران (Yuan, 2009) اثرات مالچ سنگریزه با قطر ۰/۵، ۲/۵ و ۴/۵ cm را بر میزان تبخیر از خاک سطحی در چین بررسی کردند. نتایج نشان داد مالچ‌های سنگریزه‌ای به طور قابل ملاحظه‌ای شدت تبخیر از خاک سطحی را نسبت به شاهد (بدون مالچ) کاهش دادند، وقتی که رطوبت خاک در سطح بالایی قرار داشت. کاهش تبخیر در تیمارهای مالچ‌پاشی شده همبستگی منفی معنی‌دار با اندازه سنگریزه نشان داد و فرآیند تبخیر در تیمارهای مالچ‌پاشی در مقایسه با تیمار شاهد بسیار پایدار بود. همچنین در طی ۴۱ روز فرآیند تبخیر، رابطه میزان تبخیر تجمعی از خاک سطحی با زمان در تیمارهای مالچ‌پاشی و شاهد به ترتیب خطی و لگاریتمی به‌دست آمد. نتایج پژوهش سپهوند (Sepahvand, 2010) بر روی دو قطعه زمین در تراس-های رودخانه‌ای اطراف رودخانه کشکان واقع در جنوب استان لرستان نشان داد که استفاده از مالچ سنگریزه و شن در قطعه زمین زیر کشت خیار به مدت ۳۰ سال در مقایسه با قطعه زمین شاهد (بدون مالچ‌پاشی) موجب افزایش معنی‌دار سنگریزه از ۱۹/۸ به ۲۶/۹ درصد و شدت نفوذ آب از ۰/۷۵ به ۸/۷۵ سانتی‌متر بر ساعت و

دریاچه قرار دارند و کشاورزان محلی برای بالا بردن کارایی مصرف آب سبزیجات و صیفی‌جات، از مالچ سنگریزه در طی سال‌های قبل استفاده کرده‌اند. آزمایش فاکتوریل به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در کرت‌های یک مترمربعی اجرا گردید. فاکتور اول مقدار مصرفی سنگریزه هوا خشک (قطر کوچکتر از ۸ میلی‌متر) در پنج سطح صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و  $60 \text{ kg m}^{-2}$  (به ترتیب معادل صفر، ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ تن در هکتار) و فاکتور دوم مقدار مصرفی کود مرگی هوا خشک در پنج سطح صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و  $1000 \text{ g m}^{-2}$  (به ترتیب معادل صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ تن در هکتار) بود. قبل از اجرای آزمایش، برخی ویژگی‌های خاک مانند بافت به روش هیدرومتر و کود مرگی مانند کربن آلی، نیتروژن، pH و EC (عصاره ۱ به ۵) تعیین گردید (Page, 1985; Klute, 1986). در مجموع، ۷۵ کرت آزمایشی در اواسط فروردین ۱۳۹۶ آماده گردید و مقادیر کود مرگی با بیل تا عمق ۲۰ cm خاک به طور یکنواخت مخلوط گردید. در ۳۰ فروردین کرت‌ها به صورت غرقابی آبیاری شده و ۶ روز بعد (۵ اردیبهشت)، تعداد هشت بذر خیار رقم SUPER GREEN F1 (تولید آمریکا و توزیع توسط شرکت GBI در تهران) در هر کرت کاشته شد سپس مقادیر سنگریزه با ضخامت تقریباً یکسان در سطح کرت پخش گردید. انتخاب مقادیر سنگریزه بر مبنای عرف کشاورزان محلی انجام شد و امکان جمع-آوری و استفاده مجدد سنگریزه در کشت سال‌های بعدی نیز وجود دارد. پس از سبز کردن بذور، تعداد آن‌ها به چهار بذر تنک گردید. آبیاری کرت‌ها با استفاده از دو لوله لترال که بر روی هر کدام دو عدد قطره‌چکان نصب شده بود انجام گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- مالچ‌دهی سنگریزه و اجرای آبیاری قطره‌ای در کرت‌ها

Figure 1. Gravel mulching and implementation of drip irrigation in plots.

علت کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش تخلخل کل، به طور معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) افزایش یافت. در مجموع بررسی منابع نشان داد اگرچه تأثیر مثبت مالچ سنگریزه بر کنترل میزان تبخیر از خاک و افزایش کارایی مصرف آب گیاه مشخص گردیده است، ولی براساس اطلاعات در دسترس، اثرات متقابل مالچ سنگریزه (به عنوان یک اصلاح کننده معدنی) و کود مرگی (به عنوان یک اصلاح کننده آلی) بر خصوصیات گیاه و خاک به ویژه در اراضی متأثر از نمک حاشیه دریاچه ارومیه مطالعه نشده است. فرض بر آن است که استفاده از سنگریزه به عنوان یک مالچ سطحی ارزان قیمت، می‌تواند موجب کاهش تبخیر از خاک سطحی - شود که این موضوع از نظر افزایش کارایی مصرف آب (میزان محصول تولیدی به ازای مقدار آب مصرفی) - به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا مثل کشور ایران حائز اهمیت فراوان است. همچنین کاربرد این نوع مالچ باعث بهبود مقاومت فروروی خاک و ممانعت از سله بستن خاک در این اراضی می‌گردد. اهداف این پژوهش عبارتند از (۱) بررسی تأثیر مقادیر مصرفی سنگریزه بر شاخص‌های رشد خیار مثل محتوای نسبی آب برگ، عملکرد میوه و کارایی مصرف آب. (۲) بررسی تأثیر مقادیر مصرفی سنگریزه بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. (۳) مطالعه اثرات متقابل مقادیر مصرفی سنگریزه و کود مرگی بر ویژگی‌های خاک و تعیین بهترین مقدار از نظر اثر بر کیفیت خاک و رشد محصول در منطقه مورد مطالعه.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک قطعه زمین بایر واقع در شهر شندآباد از توابع شهرستان شبستر (مختصات جغرافیایی ۴۵ درجه ۳۶ دقیقه و ۳۴ ثانیه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۷ دقیقه و ۴۳ ثانیه عرض شمالی) در فصول زراعی بهار و تابستان ۱۳۹۶ اجرا شد. این منطقه دارای آب و هوای سرد و نیمه‌خشک است. بیشینه، کمینه و میانگین دمای سالانه در این منطقه به ترتیب ۳۳، ۵- و ۱۲ درجه سلسیوس، میانگین بارندگی سالانه ۲۸۵ میلی‌متر و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۰۰ متر است. اراضی واقع در این منطقه به دلیل نزدیکی به دریاچه ارومیه، در معرض تهدید طوفان‌های نمکی ناشی از خشک شدن آب

پایداری ساختمان خاک در خاکدانه‌های کوچکتر از ۴/۷۵ میلی‌متر با دستگاه الک‌تر اندازه‌گیری گردید سپس میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) با به-کارگیری الک‌های با قطر سوراخ به‌ترتیب از بالا به پایین ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۱۰۶ میلی‌متر پس از تصحیح به وزن شن محاسبه گردید (Yoder, 1936). پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها با بررسی چولگی و کشیدگی آن‌ها، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در نرم افزار MSTATC و رسم اشکال با نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

### نتایج و بحث

براساس طبقه‌بندی آمریکایی، خاک مورد آزمایش دارای ۲۹/۳۷ درصد شن، ۶۲/۷۷ درصد سیلت و ۷/۸۶ درصد رس و کلاس بافت لوم سیلتی می‌باشد. کود مرغی به‌کار رفته در پژوهش دارای ۲۸ درصد کربن آلی، ۳/۲۲ درصد نیتروژن، pH و EC (عصاره ۱ به ۵) به‌ترتیب ۶/۶ و ۲۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. در جدول ۳، برخی خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست بکار رفته آورده شده است. این ورمی‌کمپوست به عنوان ماده اصلاح کننده برای خاک آلوده به سرب به کار گرفته شد.

### تأثیر مقادیر مصرفی سنگریزه و کود مرغی بر شاخص-

#### های رشد خیار

همه‌ی شاخص‌های رشد خیار (به استثنای قطر بوته) به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر مقادیر مصرفی سنگریزه و یا کود مرغی قرار گرفتند. همچنین اثرات متقابل سنگریزه و کود مرغی فقط بر محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار شد (جدول ۱).

**طول بوته:** مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از سنگریزه به‌عنوان مالچ سطحی موجب افزایش معنی‌دار طول بوته در شاخه اصلی به میزان ۲ تا ۲/۶ درصد در تیمارهای ۳۰ تا ۶۰ kg m<sup>-2</sup> در مقایسه با شاهد (بدون سنگریزه) گردید (جدول ۲). بیشترین طول بوته به میزان ۱۸۸/۵ سانتی‌متر در بالاترین مقدار سنگریزه (۶۰ kg m<sup>-2</sup>) مشاهده گردید. همچنین افزودن کود مرغی به خاک لوم سیلتی در کلیه مقادیر مصرفی، طول بوته خیار را به‌طور معنی‌دار و به میزان ۱/۴ تا ۳/۴ درصد نسبت به شاهد (بدون کود مرغی) افزایش داد

دور آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها براساس عرف و تجربه کشاورزان محلی اعمال گردید. اولین آبیاری در ۲۰ اردیبهشت انجام شد و حجم آب ورودی به هر کرت در یک ساعت از طریق جمع‌آوری و توزین آب خروجی از چهار قطره‌چکان برابر با ۹ لیتر به-دست آمد. در مجموع ۱۸ ساعت آبیاری در دوره رشد خیار (۵ اردیبهشت تا ۳۰ تیر ۱۳۹۶) انجام گرفت. به این ترتیب حجم آب مصرفی همه کرت‌ها به طور یکسان، ۱۶۲ لیتر (۱۸×۹) در نظر گرفته شد.

در ۷ و ۸ تیر ۱۳۹۶، شاخص کلروفیل برگ (میانگین برگ ابتدا، وسط و انتها در شاخه اصلی) و درصد ماده خشک میوه در تیمارها اندازه‌گیری شد (Najafi et al., 2013). در همان زمان، محتوای نسبی آب برگ (RWC) از طریق توزین برگ تازه، متورم شده در آب مقطر به مدت ۲ ساعت و سپس آون خشک شده محاسبه گردید (Abd El-Mageed et al., 2016). عملکرد تجمعی میوه خیار در برداشت‌های مختلف از ۲۰ خرداد تا ۳۰ تیر ۱۳۹۶ از طریق توزین و نیز کارآیی مصرف آب از تقسیم گرم میوه خیار تولیدی به آب مصرفی (۱۶۲ لیتر) هر کرت یک متر مربعی محاسبه گردید (Jensen, 1983). اندازه‌گیری طول و قطر بوته در شاخه اصلی در پایان آزمایش (اواسط مرداد ۱۳۹۶) انجام گردید و بوته‌های خیار از محل طوقه قطع و از مزرعه خارج گردید. سپس مقاومت فروروی خاک در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری داخل کرت‌ها با استفاده از یک فروسنج مخروطی مدل عقربه‌ای (ساخت شرکت اکجل کمپ هلند) در پنج تکرار اندازه‌گیری گردید (Lowery & Morrison, 2002). به‌طور همزمان، نمونه-های خاک دست‌خورده (با حداقل دست‌خوردگی) برای تعیین رطوبت وزنی خاک مزرعه، پایداری خاکدانه‌ها و برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک برداشته شد. نمونه‌های خاک در آزمایشگاه هواخشک گردیده سپس بخشی از آن‌ها از الک ۴/۷۵ میلی‌متر برای تعیین پایداری خاکدانه‌ها گذرانده شدند و بقیه برای تعیین ویژگی‌های شیمیایی از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد. کربن آلی به روش والکلی-بلک، آهک به روش تیتراسیون با اسید کلریدریک و سود، pH و EC در عصاره ۱ به ۲/۵ مطابق روش‌های معمول و استاندارد ارائه شده در منابع کلوت (Klute, 1986) و پیچ (Page, 1985) اندازه‌گیری شد.

مرغی توسط هاشم‌آبادی و کاشی ( Hashemabadi & Kashi, 2004) به‌دست آمده است. احتمالاً کود مرغی به علت غنی بودن از منابع نیتروژن، فسفر و پتاسیم، باعث افزایش حاصلخیزی خاک و رشد رویشی خیار گردیده است.

(جدول ۳). اگرچه بیشترین طول بوته (۱۸۹/۴ سانتی-متر) در بالاترین مقدار کود مرغی ( $1000 \text{ g m}^{-2}$ ) به-دست آمد، ولی اختلاف آن با تیمارهای  $500 \text{ g m}^{-2}$  و  $750$  معنی‌دار نشد. نتایج مشابهی در خصوص افزایش معنی‌دار طول بوته خیار با مصرف  $10$  تن در هکتار کود

جدول ۱- تجزیه واریانس (مقادیر F) صفات اندازه‌گیری شده در خیار

Table 1. Variance analysis (F values) of measured attributes in cucumber

| SV             | Df | L                  | D                   | Chl                 | RWC                 | Y                  | WUE                | DM                 |
|----------------|----|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Gravel         | 4  | 5.83**             | 0.791 <sup>ns</sup> | 0.386 <sup>ns</sup> | 0.668 <sup>ns</sup> | 2.17**             | 2.58**             | 0.42 <sup>ns</sup> |
| Poultry Manure | 4  | 9.14**             | 1.81 <sup>ns</sup>  | 3.64*               | 0.33 <sup>ns</sup>  | 24.56**            | 24.87**            | 2.57**             |
| G × PM         | 16 | 0.29 <sup>ns</sup> | 0.97 <sup>ns</sup>  | 0.03 <sup>ns</sup>  | 1.86*               | 0.45 <sup>ns</sup> | 0.41 <sup>ns</sup> | 0.12 <sup>ns</sup> |
| Error          | 50 | -                  | -                   | -                   | -                   | -                  | -                  | -                  |
| CV (%)         | -  | 1.72               | 12.61               | 31.01               | 8.36                | 18.78              | 18.73              | 44.54              |

SV: منابع تغییر (Sources of variation), Df: درجه آزادی (Degree of freedom), \*, \*\*, ns: به ترتیب همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار (Significant at P=0.05, 0.01 and not significant, respectively), L: طول بوته (Plant length), D: قطر بوته (Plant diameter), Chl: کلروفیل (Chlorophyll), RWC: محتوای نسبی آب برگ (Relative water content), Y: عملکرد (Yield), WUE: کارایی مصرف آب (Water use efficiency), DM: ماده خشک میوه (Dry matter of fruit).

جدول ۲- اثرات اصلی مقادیر مصرفی سنگریزه بر صفات رشدی خیار

Table 2. Main effects of gravel used rates on growth attributes of cucumber

| Gravel             | L            | Y                 | WUE               |
|--------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| $\text{kg m}^{-2}$ | cm           | $\text{g m}^{-2}$ | $\text{g L}^{-1}$ |
| 0 (Control)        | 183.7±3.06c  | 7613±2397b        | 46.99±14.80b      |
| 15                 | 185.7b±3.47c | 7792±2602ab       | 48.09±16.06b      |
| 30                 | 187.5±2.33ab | 8403±1743ab       | 51.87±10.77ab     |
| 45                 | 188.3±2.11a  | 8853±2300ab       | 54.64±14.21a      |
| 60                 | 188.5±2.76a  | 8903±2486a        | 54.95±15.35a      |

در هر ستون، میانگین‌های با یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند. توصیف علائم و پارامترها در زیر جدول ۱ آورده شده است.

In each column, means with the same letter are not significant at the  $p \leq 0.05$  level. Description of symbols and parameters is available under Table 1.

میزان ۳۵ تا ۹۷ درصد به‌طور معنی‌دار در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کود مرغی)، افزایش داد (جدول ۳). بیشترین عملکرد میوه خیار به میزان  $10/96$  کیلوگرم بر مترمربع در تیمار  $1000 \text{ g m}^{-2}$  کود مرغی به‌دست آمد که اختلاف آن با سایر مقادیر مصرفی کود مرغی، معنی‌دار بود. بین تیمارهای  $250$  و  $500 \text{ g m}^{-2}$  کود مرغی نیز از نظر اثر بر عملکرد خیار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. غفاری‌نژاد (Ghaffari Nejad, 2017) تأثیر چهار منبع کود مرغی، گوسفندی، گاوی و کمپوست را در مقادیر مصرفی  $10$ ،  $20$ ،  $30$  و  $40$  تن در هکتار بر برخی شاخص‌های رشد خیار گلخانه‌ای و ویژگی‌های خاک بررسی کرد. نتایج نشان داد بالاترین عملکرد خیار در تیمار کود مرغی (مقدار مصرفی  $20$  تن در هکتار) به-دست آمد. همچنین میزان عملکرد خیار در تیمار کود مرغی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر منابع کودی

عملکرد میوه: تأثیر سنگریزه در مقادیر  $30$  تا  $45 \text{ kg m}^{-2}$  بر عملکرد میوه خیار معنی‌دار نشد، ولی مالچ‌پاشی سنگریزه بر خاک سطحی در بالاترین سطح مصرفی ( $60 \text{ kg m}^{-2}$ )، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد میوه خیار به میزان  $17$  درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون سنگریزه) گردید (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد سنگریزه از طریق کاهش آلودگی سطح زمین، موجب کاهش تشعشعات دریافتی از خورشید و در نتیجه کاهش تبخیر تجمعی از خاک سطحی گردیده و نگهداری آب قابل استفاده خاک را برای رشد گیاه افزایش می‌دهد. زونگوی و همکاران ( Zhongkui et al., 2006) نیز گزارش کردند استفاده از مالچ سنگریزه با قطر  $2$  تا  $5$  میلی‌متر، باعث کاهش معنی‌دار تبخیر-تعرق (ET) و افزایش عملکرد میوه هندوانه گردید. کود مرغی در همه سطوح مصرفی، عملکرد میوه خیار را به

موجب افزایش عملکرد کل میوه خیار از ۲۲/۲۱ در تیمار شاهد (بدون کود مرغی) به ۴۱/۲۹ تن در هکتار در یک خاک لوم رسی سیلتی واقع در استان ایلام گردید.

بود که دلیل آن به درصد بالای نیتروژن (۲/۱۴٪)، فسفر (۱/۰۲۵٪) و پتاسیم (۲/۵۹٪) کود مرغی نسبت داده شد. هاشم‌آبادی و کاشی (Hashemabadi & Kashi, 2004) نیز در یک پژوهش مزرعه‌ای گزارش کردند استفاده از کود مرغی به مقدار ۱۰ تن در هکتار

جدول ۳- اثرات اصلی مقادیر مصرفی کود مرغی بر صفات رشدی خیار

Table 3. Main effects of poultry manure used rates on growth attributes of cucumber

| Poultry manure    | L            | Chl            | DM          | Y                 | WUE               |
|-------------------|--------------|----------------|-------------|-------------------|-------------------|
| g m <sup>-2</sup> | cm           | -              | %           | g m <sup>-2</sup> | g L <sup>-1</sup> |
| 0 (Control)       | 183.1±3.12c  | 56.23±13.48c   | 4.00±1.47b  | 5565±1769d        | 34.35±10.44d      |
| 250               | 185.6±3.39b  | 64.83±17.63bc  | 4.61±1.79b  | 7503±1434c        | 46.31±8.45c       |
| 500               | 187.2±3.00ab | 70.48±20.03abc | 5.12±2.01ab | 8367±1375bc       | 51.64±8.19bc      |
| 750               | 188.5±3.00a  | 75.85±19.56ab  | 5.49±2.20ab | 9170±1241b        | 56.60±7.40b       |
| 1000              | 189.4±4.21a  | 84.54±22.20a   | 6.41±2.28a  | 10960±1684a       | 67.65±10.05a      |

در هر ستون، میانگین‌های با یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند. توصیف علائم و پارامترها در زیر جدول ۱ آورده شده است.

In each column, means with the same letter are not significant at the  $p \leq 0.05$  level. Description of symbols and parameters is available under Table 1.

مقدار کارآیی مصرف آب (۶۷/۶۷ گرم خیار تولید شده به ازای هر لیتر آب مصرفی) در تیمار  $1000 \text{ g m}^{-2}$  کود مرغی مشاهده گردید که تفاوت آن با سایر مقادیر کود مرغی نیز معنی دار بود. واقعیت آن است که کود مرغی با افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و نیز افزایش عملکرد خیار، موجب بالا رفتن کارآیی مصرف آب گردیده است. افشار و همکاران (Afshar *et al.*, 2011) اثرات کود مرغی را در مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار بر کارآیی مصرف آب و عملکرد سیب زمینی در جیرفت بررسی کردند. نتایج نشان داد کلیه مقادیر کود مرغی باعث افزایش معنی دار کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی نسبت به شاهد گردید. به طوری که بالاترین کارآیی مصرف آب در تیمار ۱۵ تن در هکتار کود مرغی و به میزان ۱۰/۶۵ کیلوگرم غده سیب‌زمینی به ازای هر مترمکعب آب مصرفی به دست آمد.

کلروفیل برگ: با توجه به جدول ۱، مشاهده می‌شود تأثیر مقادیر مصرفی سنگریزه بر شاخص کلروفیل برگ معنی دار نشد. کاربرد کود مرغی فقط در مقادیر مصرفی بالا (۷۵۰ و  $1000 \text{ g m}^{-2}$ ) توانست موجب افزایش معنی دار شاخص کلروفیل برگ گردد (جدول ۳). کمترین مقدار شاخص کلروفیل در تیمار شاهد (۵۶/۲۳) و بیشترین مقدار آن (۸۴/۵۴) در بالاترین سطح مصرفی کود مرغی به دست آمد. دلیل افزایش محتوای کلروفیل

کارآیی مصرف آب: با توجه به جدول ۲، مشاهده می‌شود کمترین کارآیی مصرف آب (۴۶/۹۸ گرم خیار تولید شده به ازای هر لیتر آب مصرفی) در تیمار شاهد (بدون سنگریزه) می‌باشد. استفاده از سنگریزه فقط در مقادیر مصرفی ۴۵ تا  $60 \text{ kg m}^{-2}$  توانست باعث افزایش معنی دار کارآیی مصرف آب خیار گردد و بیشترین کارآیی مصرف آب (۵۴/۹۹ گرم خیار تولید شده به ازای هر لیتر آب مصرفی) مربوط به بالاترین سطح مصرفی سنگریزه است، اگرچه تفاوت آن با تیمار  $45 \text{ kg m}^{-2}$  معنی دار نشد. به نظر می‌رسد مالچ سنگریزه در مقادیر مصرفی مذکور توانسته است به عنوان یک عایق، تلفات آب خاک از طریق تبخیر سطحی در فاصله دو آبیاری را کاهش داده و احتمالاً به دلیل ممانعت از بروز تنش آبی موقتی در گیاه، باعث افزایش محصول تولیدی به ازای آب مصرفی یکسان (۱۶۲ لیتر در هر متر مربع) در مقایسه با تیمار شاهد گردیده است. نتایج پژوهش دلامینی و همکاران (Dlamini *et al.*, 2017)، یوان و همکاران (Yuan, 2009)، اسلامی و فرزام نیا (Eslami & Farzamnia, 2009) و زونگوی و همکاران (Zhongkui *et al.*, 2006) نیز مؤید این موضوع می‌باشد. کود مرغی در کلیه مقادیر مصرفی، کارآیی مصرف آب خیار را در حدود ۳۶ تا ۹۸ درصد نسبت به شاهد (بدون کود مرغی) به طور معنی دار افزایش داد (جدول ۳). بیشترین

بالاترین سطح مصرفی سنگریزه ( $60 \text{ kg m}^{-2}$ ) و کود مرغی ( $1000 \text{ g m}^{-2}$ ) و به میزان ۶۷/۹۲ درصد به دست آمد. مشاهده می‌شود در تمامی تیمارهای سنگریزه، بین مقادیر مصرفی کود مرغی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. استفاده از سنگریزه فقط در مقادیر مصرفی ۳۰ (تیمار کود مرغی  $750$  و  $1000 \text{ g m}^{-2}$ )، ۴۵ (تیمار کود مرغی  $500$ ،  $750$  و  $1000 \text{ g m}^{-2}$ ) و ۶۰ کیلوگرم بر مترمربع (کلیه مقادیر کود مرغی) موجب افزایش معنی‌دار RWC در برگ خیار در مقایسه با تیمار شاهد (بدون سنگریزه و کود مرغی) گردید. عبدالمجید و همکاران (Abd El-Mageed *et al.*, 2016) تأثیر سه نوع مالچ (کود حیوانی، کاه و کلش برنج و پلاستیک شفاف) را تحت سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد تبخیر-تعرق محصول) بر محتوای نسبی آب برگ، کارایی مصرف آب و عملکرد کدو در یک خاک شور در جنوب غرب مصر مطالعه نمودند. نتایج نشان داد RWC به طور معنی‌دار تحت تأثیر مواد مالچی قرار گرفت و ترتیب میزان کارایی مصرف آب و عملکرد کدو در تیمارهای مالچی به صورت زیر تعیین گردید:

کود حیوانی < کاه و کلش برنج < پلاستیک شفاف < بدون مالچ

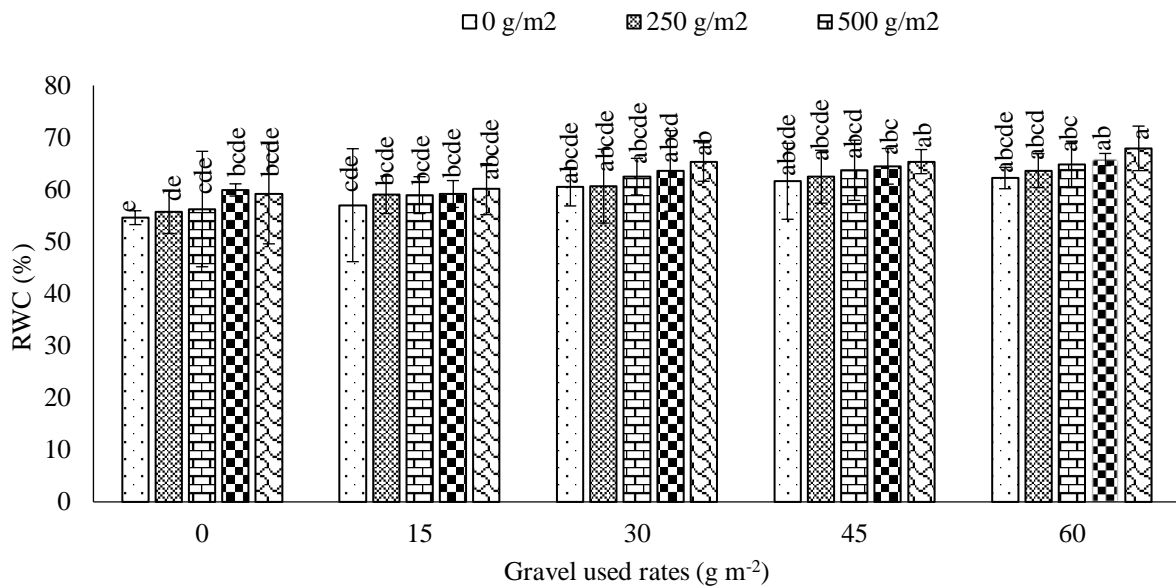
تأثیر مقادیر مصرفی سنگریزه و کود مرغی بر ویژگی‌های خاک

با توجه به جدول ۴، مشاهده می‌شود اثر اصلی مقادیر مصرفی سنگریزه به غیر از اسیدیته و هدایت الکتریکی، بر سایر ویژگی‌های خاک معنی‌دار شد. همچنین اثر اصلی مقادیر مصرفی کود مرغی به استثنای رطوبت مزرعه و مقاومت فروروی، بر بقیه ویژگی‌های خاک معنی‌دار گردید. اثرات متقابل سنگریزه و کود مرغی بر ویژگی‌های خاک نتوانست معنی‌دار گردد.

برگ با افزایش مقدار کود مرغی را می‌توان به بالا بودن درصد نیتروژن کود مرغی در مقایسه با خاک نسبت داد که احتمالاً با افزایش غلظت نیتروژن برگ خیار، موجب بالا رفتن شاخص سبزی‌نگی (کلروفیل) برگ گردیده است. آذرمی و همکاران (Azarmi *et al.*, 2009) گزارش کردند ورمی‌کمپوست کود گوسفندی در مقادیر مصرفی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار باعث افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل برگ خیار در مدت ۹۰ روز بعد کاشت در مقایسه با شاهد گردید. آن‌ها افزایش کلروفیل برگ خیار را به میزان زیاد عنصر نیتروژن در ورمی‌کمپوست (۱/۳٪) در مقایسه با خاک (۰/۹٪) نسبت دادند. نتایج پژوهش نجفی‌علیشاه و همکاران (Najafi Alishah *et al.*, 2013) نیز نشان داد افزودن هیدروژل به خاک، منجر به افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ خیار نسبت به تیمار شاهد گردید. به طوری که مقدار این شاخص از ۳۴/۸۷ در تیمار شاهد به ۳۹/۰۸ در تیمار ۸ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک افزایش یافت.

ماده خشک میوه: تأثیر سنگریزه در مقادیر مصرفی بر ماده خشک میوه خیار معنی‌دار نشد (جدول ۱). کود مرغی فقط در بالاترین مقدار مصرفی توانست ماده خشک میوه خیار را به طور معنی‌دار و در حدود ۶۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (جدول ۳). هاشم‌آبادی و کاشی (Hashemabadi & Kashi, 2004) گزارش کردند تأثیر کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود مرغی بر ماده خشک میوه خیار معنی‌دار نشد، ولی نتایج نجفی‌علیشاه و همکاران (Najafi Alishah *et al.*, 2013) نشان داد استفاده از هیدروژل باعث افزایش ۲۱ تا ۲۶ درصد در ماده خشک میوه خیار گردید.

محتوای نسبی آب برگ (RWC): مقایسه میانگین‌ها در شکل ۲ نشان می‌دهد کمترین مقدار RWC در تیمار شاهد (بدون سنگریزه و کود مرغی) و به میزان ۵۴/۶ درصد مشاهده گردید و بیشترین مقدار آن در تیمار



شکل ۲- اثرات متقابل سنگریزه و کود مرغی بر محتوای نسبی آب (RWC) برگ خیار. حروف مشترک بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیست.

Figure 2. Interaction effects of gravel and poultry manure on the relative water content (RWC) of cucumber leaf. Means with the same letter are not significant at the  $p \leq 0.05$  level.

جدول ۴- تجزیه واریانس (مقادیر F) پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک

Table 4. Variance analysis (*F values*) of measured parameters in soil

| (SV)             | D <sub>f</sub> | OC                 | pH <sub>(1:2.5)</sub> | EC <sub>(1:2.5)</sub> | CaCO <sub>3</sub>  | MWD                | $\theta_f$         | PR                 |
|------------------|----------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| (Gravel)         | 4              | 4.99**             | 1.42 <sup>ns</sup>    | 2.04 <sup>ns</sup>    | 3.34**             | 2.62*              | 11.64**            | 3.73**             |
| (Poultry Manure) | 4              | 29.99**            | 24.62**               | 13.89**               | 16.24**            | 14.35**            | 0.57 <sup>ns</sup> | 1.6 <sup>ns</sup>  |
| (G × PM)         | 16             | 0.63 <sup>ns</sup> | 0.97 <sup>ns</sup>    | 0.77 <sup>ns</sup>    | 0.99 <sup>ns</sup> | 0.72 <sup>ns</sup> | 0.08 <sup>ns</sup> | 0.13 <sup>ns</sup> |
| (Error)          | 50             | -                  | -                     | -                     | -                  | -                  | -                  | -                  |
| CV (%)           | -              | 13.14              | 3.97                  | 57.73                 | 12.64              | 38.86              | 17.83              | 66.24              |

SV منابع تغییر (Sources of variation), D<sub>f</sub> درجه آزادی (Degree of freedom), \*, \*\*, ns به ترتیب همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار (Mean weight diameter of ) MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (Organic carbon), OC: کربن آلی (Significant at P=0.05, 0.01 and not significant, respectively)

$\theta_f$ : رطوبت مزرعه (Field water content), PR: مقاومت فروری (Penetration resistance).

منافذ خاک و کاهش پیوستگی آن‌ها، نیروی موئینگی لازم برای صعود آب به سطح خاک را کاهش می‌دهد. همچنین به‌عنوان یک عایق مانع تابش مستقیم خورشید به سطح خاک و در نتیجه خنک ماندن آن می‌گردد. هر دو عامل ذکر شده موجب کاهش تبخیر آب از خاک سطحی گردیده و به ذخیره بیشتر آب در خاک منجر می‌شوند (Yuan, 2009). با افزایش مقدار سنگریزه، مقاومت فروری خاک کاهش یافت که این کاهش در سطوح بالای سنگریزه (۴۵ تا ۶۰ kg m<sup>-2</sup>) نسبت به شاهد معنی‌دار شد (جدول ۵).

**رطوبت مزرعه و مقاومت فروری:** کود مرغی احتمالاً به علت مقادیر مصرفی پایین نتوانست تأثیر معنی‌داری بر رطوبت مزرعه و مقاومت فروری خاک داشته باشد (جدول ۴). در همه مقادیر مصرفی، سنگریزه باعث افزایش معنی‌دار رطوبت خاک مزرعه گردید. به‌طوری‌که کمترین مقدار رطوبت مزرعه در تیمار شاهد (بدون سنگریزه) به میزان ۱۰/۴ درصد وزنی، و بیشترین مقدار رطوبت مزرعه در بالاترین سطح مصرفی سنگریزه به میزان ۱۴/۸۶ درصد وزنی مشاهده گردید که تفاوت آن با مقادیر رطوبت در سطوح پایین‌تر سنگریزه نیز معنی‌دار بود (جدول ۵). مالچ سنگریزه از طریق افزایش قطر



جدول ۵- اثرات اصلی مقادیر مصرفی سنگریزه بر پارامترهای خاک

Table 5. Main effects of gravel used rates on soil parameters

| Gravel<br>kg m <sup>-2</sup> | OC<br>%    | MWD<br>mm   | θ <sub>f</sub><br>% w w <sup>-1</sup> | PR<br>MPa    | CaCO <sub>3</sub><br>% |
|------------------------------|------------|-------------|---------------------------------------|--------------|------------------------|
| 0 (Control)                  | 1.32±0.36b | 0.43±0.13b  | 10.4±2.30d                            | 3.56±2.16a   | 26.87±5.50a            |
| 15                           | 1.36±0.27b | 0.45±0.15b  | 11.91±1.5c                            | 2.84±1.56ab  | 24.29±3.57ab           |
| 30                           | 1.41±0.26b | 0.59±0.38ab | 12.58±1.8bc                           | 2.45±1.41abc | 24.42±3.52ab           |
| 45                           | 1.31±0.23b | 0.54±0.31ab | 13.44±1.94b                           | 1.96±1.12bc  | 24.23±5.05ab           |
| 60                           | 1.57±0.31a | 0.63±0.27a  | 14.86±2.29a                           | 1.45±0.79c   | 22.80±1.94b            |

در هر ستون، میانگین‌های با یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند. توصیف علائم و پارامترها در زیر جدول ۴ آورده شده است.

In each column, means with the same letter are not significant at the  $p \leq 0.05$  level. Description of symbols and parameters is available under Table 4.

مقادیر بالا (۷۵۰ و ۱۰۰۰ g m<sup>-2</sup>) توانست موجب افزایش معنی دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) در خاک لوم سیلتی مورد آزمایش گردد (جدول ۶). کمترین مقدار کربن آلی و MWD به ترتیب به میزان ۱/۰۴ درصد و ۰/۳۴ میلی‌متر در تیمار شاهد و بیشترین مقدار آن‌ها به ترتیب به میزان ۱/۷۱ درصد و ۰/۸۵ میلی‌متر در تیمار ۱۰۰۰ g m<sup>-2</sup> کود مرغی به دست آمد. کربن آلی از عوامل اصلی خاکدانه‌سازی به شمار می‌رود و کود مرغی به دلیل داشتن کربن آلی بالا در مقایسه با خاک شاهد، باعث بهبود پایداری ساختمان خاک گردیده است. نتایج مشابهی در خصوص تأثیر مثبت کود مرغی بر بهبود وضعیت ماده آلی و ساختمان خاک توسط ابی و ابو (Obi & Ebo, 1995) و غفاری‌نژاد (Ghaffari Nejad, 2017) به دست آمده است.

#### اسیدیتته، آهک و هدایت الکتریکی

اثر اصلی سنگریزه بر اسیدیتته و هدایت الکتریکی خاک معنی دار نشد (جدول ۴) و کاربرد سنگریزه در بالاترین سطح مصرفی، موجب کاهش معنی دار آهک خاک گردید (جدول ۵). به کارگیری سنگریزه به مقدار ۱ kg m<sup>-2</sup> ۶۰ از طریق بهبود شرایط رطوبتی خاک (جدول ۵) و ایجاد محیط مناسب برای فعالیت‌های ترشحاتی ریشه خیار منجر به افزایش احتمالی اسیدهای آلی در ریزوسفر گردیده و از این طریق میزان آهک خاک را کاهش داده است.

بیشترین مقدار (۳/۵۶ مگاپاسکال) مقاومت فروری خاک در تیمار شاهد و کمترین مقدار (۱/۴۵ مگاپاسکال) آن در بالاترین سطح سنگریزه مشاهده گردید. بین رطوبت مزرعه (θ<sub>f</sub>) و مقاومت فروری (PR) رابطه همبستگی خطی منفی و معنی دار یافت شد (PR=-0.484θ<sub>f</sub>+8.57, r=-0.996<sup>\*\*</sup>). به عبارت دیگر، با افزایش مقدار سنگریزه به دلیل بالا رفتن ذخیره رطوبتی خاک و کاهش فشردگی، مقاومت فروری خاک کاهش یافت. اصغری و همکاران (Asghari et al., 2017) نیز در ۱۰۵ نمونه خاک برداشته شده از دشت اردبیل، بین رطوبت مزرعه و مقاومت فروری همبستگی خطی منفی و معنی داری (r=-0.51<sup>\*\*</sup>) گزارش کردند.

کربن آلی و پایداری خاکدانه‌ها: جدول ۵ نشان می‌دهد مالچ‌پاشی سنگریزه در بالاترین سطح مصرفی موجب افزایش معنی دار کربن آلی (۱۸/۹۴٪) و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (۴۶/۵٪) گردید، ولی تأثیر آن در سایر سطوح بر پارامترهای مذکور معنی دار نشد. به نظر می‌رسد سنگریزه در بالاترین سطح مصرفی از طریق افزایش حدوداً ۴۳ درصدی رطوبت خاک مزرعه (θ<sub>f</sub>) و نیز افزایش شاخص‌های رشد خیار (طول بوته و عملکرد) منجر به بالا رفتن میزان ترشحات ریشه و نیز تشدید احتمالی فعالیت میکروبی خاک گردیده و میزان ماده آلی و پایداری ساختمان خاک را نسبت به تیمار شاهد (بدون سنگریزه) افزایش داده است. کربن آلی خاک در کلیه مقادیر مصرفی کود مرغی به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت و استفاده از کود مرغی فقط در

جدول ۶- اثرات اصلی مقادیر مصرفی کود مرغی بر پارامترهای خاک

Table 6. Main effects of Poultry manure used rates on soil parameters

| Poultry manure    | OC         | MWD         | pH(1:2.5)   | EC(1:2.5)          | CaCO <sub>3</sub> |
|-------------------|------------|-------------|-------------|--------------------|-------------------|
| g m <sup>-2</sup> | %          | mm          | -           | dS m <sup>-1</sup> | %                 |
| 0 (Control)       | 1.04±0.21d | 0.34±0.07c  | 7.95±0.26a  | 0.40±0.11c         | 29.72±5.80a       |
| 250               | 1.26±0.21c | 0.41±0.07c  | 7.72±0.27b  | 0.55±0.17bc        | 25.18±3.16b       |
| 500               | 1.42±0.19b | 0.48±0.11bc | 7.57±0.26bc | 0.66±0.20bc        | 23.96±3.28bc      |
| 750               | 1.54±0.18b | 0.58±0.19b  | 7.41±0.30c  | 0.87±0.29b         | 22.40±1.34bc      |
| 1000              | 1.71±0.16a | 0.85±0.39a  | 6.93±0.37d  | 1.55±0.95a         | 21.46±1.68c       |

در هر ستون، میانگین‌های با یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند. توصیف علائم و پارامترها در زیر جدول ۴ آورده شده است.

In each column, means with the same letter are not significant at the  $p \leq 0.05$  level. Description of symbols and parameters is available under Table 4.

مقاومت فروروی خاک را کاهش داد. همچنین باعث افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد خیار گردید. اگرچه بیشترین تأثیر مثبت بر بهبود پارامترهای مذکور در بالاترین مقدار مصرفی سنگریزه ( $60 \text{ kg m}^{-2}$ ) مشاهده گردید، در عین حال تفاوت معنی داری بین این تیمار و مقدار سنگریزه  $45 \text{ kg m}^{-2}$  از نظر اثر بر کارایی مصرف آب و عملکرد خیار مشاهده نشد. کاربرد کود مرغی باعث افزایش کلروفیل برگ، ماده خشک و عملکرد میوه و کارایی مصرف خیار گردید و پایداری ساختمان خاک را افزایش و اسیدیته و آهک خاک قلیایی را کاهش داد. اثرات متقابل سنگریزه و کود مرغی تنها بر محتوای نسبی آب برگ خیار معنی دار شد. با توجه به اینکه مالچ‌پاشی سنگریزه به صورت مکرر و در طولانی مدت ممکن است منجر به تغییر کلاس بافت و تخریب ساختمان خاک گردد (Sepahvand, 2010)، لذا پیشنهاد می‌شود برای کنترل تخریب سطحی در منطقه مورد مطالعه، مالچ سطحی سنگریزه به میزان  $\text{kg m}^{-2}$  ۴۵ استفاده گردیده و در پایان فصل رشد بدون این که با خاک مخلوط گردد جمع‌آوری و برای استفاده در کشت-های بعدی مجدداً مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری: به این وسیله از معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی به دلیل تأمین هزینه‌های پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

در کلیه سطوح مصرفی، کود مرغی به علت داشتن pH پایین و افزایش صفات رشدی خیار، اسیدیته و آهک خاک را به طور معنی دار در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۶). خاک مورد آزمایش (تیمار شاهد) آهکی بوده (دارای pH قلیایی (۷/۹۵) می‌باشد و افزودن  $1000$  گرم بر مترمربع کود مرغی، میزان آهک خاک را به  $21/46$  درصد و اسیدیته را به  $6/93$  کاهش داد. این یافته از نظر اصلاح خاک‌های آهکی و قلیایی مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران حائز اهمیت است. جدول ۶ نشان می‌دهد مقادیر بالای کود مرغی ( $750$  و  $\text{g m}^{-2}$   $1000$ ) منجر به افزایش معنی دار هدایت الکتریکی خاک در مقایسه با شاهد گردید که دلیل احتمالی آن را می‌توان به غلظت بالای سدیم و پتاسیم محلول ورودی به خاک از طریق کود مرغی در این تیمارها نسبت داد. غفاری‌نژاد (Ghaffari Nejad, 2017) نیز گزارش نمود کود مرغی هدایت الکتریکی خاک زیر کشت خیار را نسبت به کودهای گوسفندی، گاوی و کمپوست زباله شهری به میزان زیادی افزایش داد و بیشترین هدایت الکتریکی ( $1/51$  دسی‌زیمنس بر متر) در تیمار  $40$  تن در هکتار کود مرغی مشاهده گردید.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش مزرعه‌ای نشان داد مالچ‌پاشی سنگریزه باعث افزایش رطوبت خاک مزرعه گردید و

### References

- Abd El-Mageed T.A., Semida W.M., and Abd El-Wahed M.H. 2016. Effect of mulching on plant water status, soil salinity and yield of squash under summer-fall deficit irrigation in salt affected soil. *Agricultural Water Management*, 173: 1–12.

- Afshar A., Neshat A., and Afsharmanesh G.H. 2011. The effect of irrigation regime and manure on water use efficiency and yield of potato in Jiroft. *Journal of Water Resources and Soil Conservation*, 1(1): 63-75. (In Persian)
- Asghari Sh., Sheykhzadeh G.R., and Shahabi M. 2017. Geostatistical analysis of soil mechanical properties in Ardabil plain of Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(12): 1631-1643.
- Azarmi R., Torabi Giglou M., and Hajieghrari B. 2009. The effect of sheep-manure vermicompost on quantitative and qualitative properties of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in the greenhouse. *African Journal of Biotechnology*, 8(19): 4953-4957.
- Dlamini P., Ukoh I.B., van Rensburg, L.D., and du Preez C.C. 2017. Reduction of evaporation from bare soil using plastic and gravel mulches and assessment of gravel mulch for partitioning evapotranspiration under irrigated canola. *Soil Research*, 55(3): 222-233.
- Eslami A., and Farzamnia M. 2009. Effect of mulch material on increasing soil water holding capacity and Pistachio yield. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 3(2): 79-87. (In Persian)
- Ghaffari Nejad S.A. 2017. Response of greenhouse cucumber to different levels and sources of organic manures and their effects on some soil properties. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 8(2): 67-80. (In Persian)
- Hashemabadi D., and Kashi A. 2004. Effects of different levels of nitrogen and poultry manure on quantitative and qualitative characteristics of autumn growing cucumber. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 8(2): 25-33. (In Persian)
- Jensen M.E. 1983. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Michigan, USA, p. 827.
- Klute A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2<sup>nd</sup> Ed. Agron. Monog.9. *American Society of Agronomy and Soil Science Society of America*, Madison, WI, 1188p.
- Li X.Y. 2003. Gravel-sand mulch for soil and water conservation in the semiarid loess region of northwest China. *Catena*, 52: 105-127.
- Lowery B., and Morrison J.E. 2002. Soil penetrometer and penetrability. In: Dane, J.H., Topp, G.C. (Ed.). Methods of soil analysis, part 4. Physical methods. Madison (WI): *Soil Science Society of America*; pp. 363-388.
- Najafi Alishah F., Golchin A., and Mohebi M. 2013. The effects of Aquasorb water-absorbing polymer and irrigation frequency on yield, water use efficiency and growth indices of greenhouse cucumber. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 4(3):1-14. (In Persian)
- Obi M.E., and Ebo P.O. 1995. The effects of organic and inorganic amendments on soil physical properties and maize production in a severely degraded sandy soil in southern Nigeria. *Bioresource Technology*, 51: 117-123.
- Page A.L. 1985. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. Agron.Monog.9. *American Society of Agronomy and Soil Science Society of America*, Madison, WI, 1309p.
- Qiu Y., Xie Z., Wang Y., Ren J., and Malhi, S.S. 2014. Influence of gravel mulch stratum thickness and gravel grain size on evaporation resistance. *Journal of Hydrology*, 519: 1908-1913.
- Sepahvand M. 2010. Effect of sand mulch in cucumber cultivation on some physicochemical properties of soils in southern regions of Lorestan province. *National Congress of Water, Soil, Plant Sciences and Agricultural Mechanization. The second and third of March, Islamic Azad University of Dezfool, Iran*. (In Persian)
- Yuan C., Lei T., Mao L., Liu H., and Wu Y. 2009. Soil surface evaporation processes under mulches of different sized gravel. *Catena*, 78: 117-121.
- Yoder R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and study of the physical nature of erosion losses 1. *Agronomy Journal*, 28: 337-351.
- Zhongkui X., Yajun W., Wenlan J., and Xinghu, W. 2006. Evaporation and evapotranspiration in a watermelon field mulched with gravel of different sizes in northwest China. *Agricultural water Management*, 81(1-2): 173-184.

## Effects of Gravel and Poultry Manure on some Growth Indices of Cucumber and Soil Properties in the North West of Urmia Lake

Shokrollah Asghari<sup>1\*</sup>

(Received: December 2017

Accepted: May 2018)

### Abstract

Application of gravel for controlling evaporation is prevalent in soils of arid and semiarid regions. The objective of this field study was to investigate the interactional effects of gravel and poultry manure (PM) at different application rates on selected properties of cucumber and soil. A factorial experiment was carried out in Shabestar region based on completely randomized design with three replicates. The first factor was gravel at the rates of 0, 15, 30, 45 and 60 kg m<sup>-2</sup> and the second was PM at the rates of 0, 250, 500, 750 and 1000 g m<sup>-2</sup>. Gravel was applied as surface mulch while PM was mixed into the top 20 cm of soil depth. Some growth indices of cucumber and soil properties were determined during and at the end of growth season. The highest rate of gravel significantly increased the yield (16.9%) and water use efficiency (WUE) (17%) of cucumber, aggregate stability (46.5%) and field water content (42.8%) of soil and significantly decreased CaCO<sub>3</sub> (15.1%) and soil penetration resistance (59.3%) compared to the control. The highest rate of PM significantly increased the chlorophyll index (50.3%), yield (96.9%), fruit dry matter (60.3%), WUE (98%), organic carbon (64.4%), aggregate stability (150%), electrical conductivity (EC) (287.5%) and significantly decreased CaCO<sub>3</sub> (27.8%) and soil pH (12.8%) relative to the control. Simultaneously, application of gravel and PM at the highest rate significantly increased the relative water content of leaf (14.8 to 24.4%) relative to the other treatments. Results showed that gravel mulch improves cucumber yield and soil physical quality by increasing water holding capacity of the soil. Also, PM at low and high rates can improve soil physical and chemical quality in the semiarid region by increasing the organic carbon and decreasing pH and CaCO<sub>3</sub>.

**Keywords:** Mulching, Relative water content of leaf, Soil physicochemical properties, Water use efficiency

Asghari Sh. A. Effects of Gravel and Poultry Manure on some Growth Indices of Cucumber and Soil Properties in the North West of Urmia Lake. *Applied Soil Research*, 7(3):98-109.

1. Associate Professor, Department of Soil Science and Engineering, University of Mohaghegh Ardabili

\* Corresponding Author Email: [shokrollah.asghari@gmail.com](mailto:shokrollah.asghari@gmail.com)