تاثیر نسبت اختلاط خاک‌اره با خاک بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ریشه خیار گلخانه‌ای(*Cucumis sativus L.*) در سطوح رطوبتی مختلف

یاسر حسینی[1*]، فردین نظری گیگلو[2]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۶)

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر خاک اره و تنش آبی بر خصوصیات مورفولوژیکی ریشه و عملکرد خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus* L. var. Nagen 972) ، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی مغان انجام شد. فاکتور اصلی سطوح رطوبتی(I) (بدون تنش (شاهد)، ۴۵، ۶۵ درصد ظرفیت زراعی) و فاکتور فرعی، نسبت‌های اختلاط خاک اره (SD) (بدون خاک اره، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد حجمی خاک اره) بود. از میان تیمارهای مختلف خاک‌اره، تیمار ۲۰ درصد موجب افزایش بیش‌تر وزن‌تر ریشه شد و این اختلاف با سایر تیمارها در سطح یک‌درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن معنی‌دار گردید. پس از آن به‌ترتیب تیمارهای ۱۰ ، ۴۰، ۵ و صفر درصد قرار گرفتند. بیش‌ترین طول ریشه مربوط به تیمار بدون خاک‌اره بود و پس از آن تیمار ۱۰ درصد خاک‌اره در تخلیه رطوبتی ۶۵ درصد قرار گرفت. همچنین تیمار شاهد با ۵ درصد خاک‌اره، نیز دارای کمترین طول ریشه بود لیکن از نظر طول ریشه تمامی تیمارها در سطح یک‌درصد، در یک گروه قرار گرفتند. و با افزایش تخلیه رطوبتی از صفر به ۶۵ درصد ظرفیت زراعی، میزان عملکرد در تیمار بدون خاک‌اره، تقریبا ۶۲ درصد کاهش یافت و در تیمار پنج درصد، میزان کاهش عملکرد به ۵۵ درصد رسید. همچنین کاهش عملکرد در تیمارهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد خاک‌اره به‌ترتیب ۱۸، ۱۰ و ۲۵ درصد برآورد شد. بیش‌ترین عملکرد مربوط به تیمار ۲۰ درصد در شرایط آبیاری کامل به میزان ۱۳۴ تن در هکتار به‌دست آمد و تیمار۴۰ درصد خاک‌اره با ۱۲۸ تن در هکتار در رتبه دوم قرار گرفت و در کلیه سطوح رطوبتی اعمالی، بالا بودن عملکرد تیمارهای خاک‌اره نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید، لذا در خاک شن-رس- لومی مورد مطالعه، استفاده از نسبت اختلاط ۲۰ درصد خاک‌اره در شرایط آبیاری کامل و سطوح رطوبتی اعمالی، عملکرد بهتری دارد.

واژه‌های کلیدی: حجم ریشه، طول ریشه، کمبود رطوبت، وزن میوه

حسینی ی.، نظری گیگلو، ف. ۱۴۰۱. تاثیر نسبت اختلاط خاک اره با خاک بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ریشه خیار گلخانه‌ای(Cucumis sativus L.) در سطوح رطوبتی مختلف. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۰، شماره ۲. صفحه: ۱۲۰-۱۳۱

۱-دانشیار گروه مهندسی و فناوری کشاورزی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان- دانشگاه محقق اردبیلی

۳-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

* پست الکترونیک: y_hoseini@ymail.com

مقدمه

بیش از چهل و پنج درصد از زمین‌های کشاورزی به طور دائم در معرض خشکی قرار دارند و سی و هشت درصد جمعیت دنیا، در آن مکان‌ها ساکن هستند. لذا در آینده، بیش‌ترین تلاش‌ها در جهت تولید بیشتر محصول در شرایط کم آبی خواهد بود (Ebrahimipak et al., 2018). مطالعات زیادی برای بهبود کارایی مصرف آب در گیاهان مختلف با کاربرد استراتژی‌های جدید به منظور کاهش آب مصرفی و کاهش تاثیر بر روی عملکرد گیاه انجام شده است. از جمله این استراتژی‌ها استفاده از افزودنی‌های خاک برای بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. از جمله این افزودنی‌ها، ضایعات باغی است که در کشور ایران بیش‌تر سوزانده شده و دور ریخته می‌شوند و کمتر به عنوان افزودنی که بتواند خصوصیات خاک را بهبود بخشد، به آن توجه می شود. در تحقیقی که توسط پاکدل و همکاران (Pakdel et al., 2011) انجام شد، تاثیر چهار نوع خاکپوش چیپس چوب، کمپوست زباله شهری، خاک اره و سنگریزه در سه ضخامت مختلف بر رشد درخت چنار درطی دو سال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خاکپوش خاک اره با ضخامت ۱۵ سانتی‌متر بیش‌ترین مقدار درصد رطوبت وزنی و کمترین درجه حرارت خاک را دارا بود. در تحقیقی که توسط برنارد و همکاران (Bernard et al., 2015) انجام شد، تاثیر بقایای باغی بر رشد و عملکرد سورگوم و خصوصیات خاک مطالعه گردید. ایشان کاهش مقادیر کربن خاک سطحی و تاثیر کم بقایای باغی را در افزایش عملکرد سورگوم گزارش نمودند. در تحقیقی که توسط لی و همکاران (Li et al., 2016) انجام شد تاثیر شاخه‌های خردشده و مخلوط‌شده هلو بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه قرار گرفت. آن‌ها گزارش نمودند که تیمارهای حاوی بقایای شاخه‌های هلو استحکام بیشتری از نظر کوبیدگی داشتند و از نظر محتوای رطوبتی و قابلیت نگه‌داری آب در خاک نیز این تیمارها، در فشار ۳۰ کیلوپاسکال تقریبا به میزان ۱۰ درصد رطوبت بیشتری را در خود نگه‌داری کردند که این میزان در فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال به مقدار تقریبا ۸ درصد رسید. دریس و همکاران (Devries et al., 2012) بیان نمودند که بقایای باغی در خاک می‌تواند باعث ایجاد حالت بافری در خاک شده و تنش‌های دمایی را در گیاه کاهش دهد و باعث افزایش فعالیت‌های بیولوژی و افزایش عملکرد گیاه شود. نجفی قیری و همکاران(Najafi-Ghiri et al., 2014) تأثیر کاربرد بیوچار را بر ویژگی‌های خاک و قابلیت جذب عناصرغذایی بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد مصرف بیوچار باعث افزایش معنی‌دار ماده آلی و قابلیت هدایت الکتریکی و پتاسیم محلول و تبادلی می‌گردد در حالی که قابلیت دسترسی نیتروژن، فسفر، روی و مس تحت تأثیر مصرف بیوچار قرار نداشت. همچنین، نتایج مطالعه Divband Hafshejani et al. (2017) نشان‌داد افزودن بیوچار باگاس نیشکر تهیه شده در ۳۰۰ درجه سلسیوس و در صفر و یک درصد، طی هشت ماه، باعث افزایش معنی‌دار کربن آلی، ازت کل، فسفر قابل جذب، ظرفیت تبادل آنیونی، هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌گردد. همچنین در یکی از مطالعاتی که در زمینه بررسی اثر تنش آبی بر عملکرد گیاه انجام شد، بهرام نژاد و صفاری (Bahram Nejad & Saffari, 2014) دریافتند که اثر تنش آبی بر صفات ارتفاع بوته در زمان گلدهی و شاخص برداشت معنی‌دار نیست. از طرفی تنش آبی باعث افزایش درصد اسانس رازیانه و کاهش عملکرد آن شد. بابازاده و همکاران (Babazadeh et al., 2015) در پژوهشی تاثیر آبیاری و مالچ کاه بر عملکرد و اجزای لوبیا انجام دادند، نتایج نشان داد بیشترین مقدار کالری مصرف آب در دور آبیاری ۱۸ روز با میانگین ۰/۵۸ کیلوگرم بر متر مکعب به دست آمد و مالچ کاه با جلوگیری از تبخیر خاک مانع افت عملکرد شد. بارسس و همکاران (Barthes et al., 2015) به بررسی اثر بقایای باغی بر عملکرد و نحوه رشد سورگوم و خصوصیات خاک پرداختند. نتایج نشان داد مقادیر کربن در خاک سطحی کاهش یافت. و نیز بقایای باغی تأثیر ناچیزی در افزایش عملکرد سورگوم داشت. همچنین تحرکی از فسفر و نیتروژن در خاک‌هایی با بقایای سوخته شده چوب مشاهده نشد. کادر(Kader, 2017) در تحقیقی اثر مواد و روش‌های مختلف مالچ‌پاشی را مورد بررسی قرار دادند .نتایج نشان داد که مواد مالچ پلاستیکی می‌تواند در کنترل محیط خاک و بهبود عملکرد محصول نسبت به مواد آلی نقش به سزایی داشته باشد. همچنین مواد آلی ارزان قیمت و سازگار با محیط زیست نبود. جینان و همکاران(Jingnan et al., 2020) اثر بقایای باغی را بر

میزان شوری خاک ها مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که در تیمارهای با مخلوط بقایای باغی مقدار شوری خاک کاهش داشته و علاوه بر آن مصرف بقایای باغی سبب بالا روتن مقدار تخلخل و درصد رطوبت اشباع خاک شده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود بخشید. سلطانی تمجید و همکاران (Soltani Tamjid et al., 2015) اثر توام آب آبیاری و خاکپوش را بر عملکرد و کارایی سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند. فاکتور اصلی طرح شامل مقادیر آب آبیاری در چهار سطح ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ و فاکتور فرعی شامل نوع خاکپوش در سه سطح بدون خاکپوش، خاکپوش کاه و کلش و خاکپوش پلاستیکی بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به خاکپوش پلاستیکی به میزان ۱۴/۹۶ کیلوگرم به‌دست آمد. العمران و همکاران(Alomran et al., 2013) در مطالعه‌ای، تنش رطوبتی را به میزان ۴۰، ۶۰، ۸۰ در صد تبخیر و تعرق مورد نیاز گیاه بر خیار گلخانه‌ای اعمال نمودند، نتایج نشان داد که با افزایش تنش رطوبتی، شوری خاک افزایش می‌یابد و بیش‌ترین نسبت تولید به ازای واحد آب مصرفی، در تیمار ۴۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه به‌دست می‌آید. عامر و همکاران (Amer et al., 2009) نشان‌دادند که عملکرد خیار گلخانه‌ای با افزایش تنش رطوبتی به صورت خطی کاهش می‌یابد.

همانطور که اشاره شد مطالعاتی چند در رابطه با اثر تنش رطوبتی و بقایای باغی به طور مجزا بر روی عملکرد محصولات باغی، صورت گرفته است، لیکن تاثیر توامان آن‌ها کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجا که یکی از اهداف استفاده از خاک‌پوش افزایش مقاومت گیاه به تنش رطوبتی می‌باشد، بدین منظور برای بررسی تاثیر خاک اره و تنش آبی بر عملکرد و خصوصیات موفولوژیکی ریشه خیار گلخانه‌ای، آزمایشی در سه سطح رطوبتی و پنج سطح اختلاط خاک اره با سه تکرار در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، اجراء شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان پارس‌آباد استان اردبیل انجام شده است. طول جغرافیائی محل قرارگیری شهر پارس آباد ۴۷ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن۳۹ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۳۲ متر می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان میدهد. خاک مورد استفاده برای کشت از زمین زراعی موجود در محوطه دانشکده کشاورزی مغان انتخاب گردید که برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی در جدول ۱ نشان داده شده است.

شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Geographical location of the study area.

جدول۱. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

Table1. Results of physical and chemical decomposition of soil used

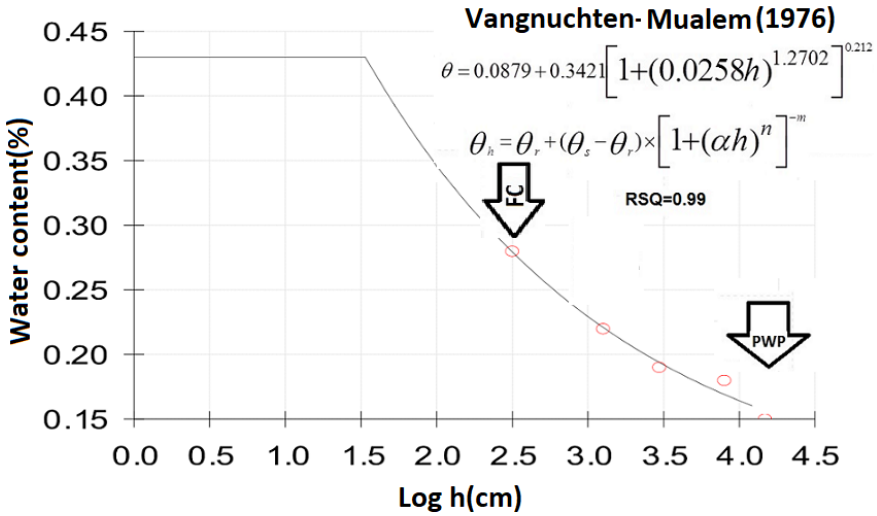
Texture	Sand (٪)	Clay (٪)	Silt (٪)	Particle density (gr cm^{-3})	EC dS) (m^{-1}	Bulk Density gr cm^{-}) (^{3}	$CaCO_3$ (٪)	Organic carbon (٪)	Electrical conductivity (dS m^{-1})	Phosphorus (mg kg^{-1})
Sandy Clay Loam	70	20	10	2.25	1.2	1.56	7.64	1.05	1.1	8.43

برای تعیین منحنی خصوصیات رطوبتی خاک، نمونه هایی از خاک مورد نظر انتخاب و با استفاده از دستگاه صفحات فشاری در صد رطوبت وزنی در ۰/۳-، ۵-، ۱۰- و۱۵-بار که در برگیرنده نقاط پتاسیلی مهم خاک می‌با شند تعیین گردید. سپس پارامترهای معادله منحنی مشخصه خاک تعیین شد(شکل ۲). پارامترهای این مدل منحنی رطوبتی در جدول۲ نشان داده‌شده است. (Van Genuchten, 1987) مطابق رابطه زیر می‌باشد.

$$\theta_h = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \times \left[1 + (\alpha h)^n\right]^{-m} \quad (۱)$$

در این رابطه θ_s و θ_r به ترتیب مقادیر رطوبت اشباع و باقی مانده، h مقدار مکش، α معادل عکس پتانسیل در نقطه ورود هوا بوده و m و n پارامترهای تجربی معادله می‌باشند.

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. در این پژوهش، فاکتور اصلی شامل سطوح رطوبتی(I) در ۳ سطح ۶۵ و ۴۵ درصد ظرفیت زراعی مزرعه و تیمار شاهد بدون اعمال تنش بود و فاکتور فرعی شامل چهار سطح خاک اره(SD)، در سطوح ۴۰، ۲۰، ۱۰، ۵ درصدحجمی و تیمار شاهد بدون خاک اره بود. در این آزمایش از رقم تجاری ناگن ۹۷۲ (*Cucumis sativus* L. var. Nagen 972) استفاده شد. برای جوانه‌زنی، بذرهای خیار ناگن در سینی‌های کشت حاوی پیت‌موس در اوایل فروردین کشت شدند. پس از آماده سازی زمین و کرت‌ها، دانهال‌های خیار از اتاقک رشد به گلخانه منتقل و با تراکم ۲/۵ بوته در متر مربع کشت و بی درنگ آبیاری شدند. در این آزمایش جهت تعیین رطوبت حجمی خاک از دستگاه رطوبت‌سنج دیجیتال مدل TDR-100 استفاده شد و کاهش رطوبت خاک در تیمار آبیاری نسبت به درصد ظرفیت زراعی مورد نظر تامین گردید. برای اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیکی ریشه در پایان آزمایش، بوته خیار از طوقه کف‌بر شده سپس گوادل‌هایی حفر شده و با دقت ریشه از خاک در آورده شد. قطر ریشه اصلی به وسیله کولیس دیجیتالی از نه نقطه از بخش تحتانی، و سط و بخش فوقانی ریشه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر ریشه، ریشه به دقت از خاک جمع‌آوری و با آب شسته شد و سپس وزن آن توسط ترازو قرائت شد. طول ریشه اصلی و ارتفاع بوته توسط متر پارچه‌ای اندازه‌گیری شد. کود اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم به صورت تقسیط، نخست در مرحله استقرار کامل بوته‌ها و دیگری در زمان تشکیل میوه و کود فسفره نیز به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در زمان کشت دانهال به خاک اضافه و توسط روتیواتور با خاک مخلوط گردید. وجین علف‌های هرز به صورت دستی در طول اجرای آزمایش به صورت منظم انجام پذیرفت.



شکل ۲- منحنی مشخصه رطوبت حجمی خاک به همراه نقاط پتانسیلی ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی

Fig. 2. The schematic map of the pilot project

جدول۲. پارامترهای منحنی رطوبتی خاک مورد آزمایش

Table 2. soil moisture curve parameters of tested soil

θ_r ($cm^3.cm^{-3}$)	θ_s ($cm^3.cm^{-3}$)	α (cm^{-1})	n	m	k_s ($cm.day^{-1}$)
0.08	0.43	0.025	1.27	0.21	31.4

نتایج و بحث

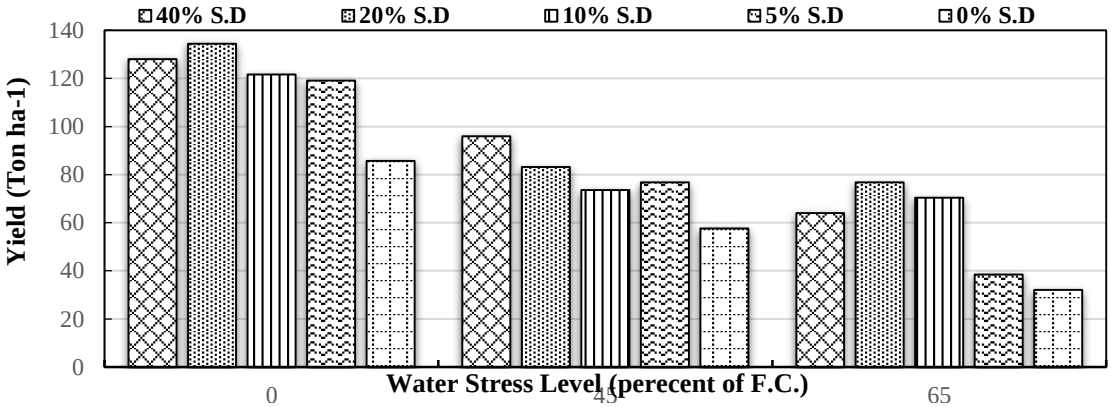
همانطور که در جدول ۳ مشخص است وزن تر ریشه در تخلیه ۶۵ درصد و در تیمارهای مختلف خاک اره با اعمال سطوح رطوبتی افزایش پیدا کرده است که با سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه مطابقت دارد؛ زیرا در شرایط تنش، گیاه ماده خشک را در ریشه ذخیره می‌نماید. البته همانطور که در جدول۴ مشخص است، در تنش ۴۵ درصد و در تیمارهای مختلف خاک اره، با اعمال تخلیه رطوبتی، وزن تر ریشه تفاوت چندانی با تیمار شاهد نداشته است و از روند افزایشی پیروی نمی‌کند. نتایج نشان می‌دهد، از میان تیمارهای مختلف خاک اره، تیمار ۲۰ درصد خاک اره از وزن تر ریشه بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها برخوردار است و پس از آن به‌ترتیب تیمارهای ۱۰، ۴۰، ۵ درصد و در نهایت تیمار شاهد قرار دارد. همچنین افزایش حجم ریشه با افزایش میزان خاک اره به وضوح در تخلیه ۶۵ درصد مشاهده می‌گردد. در تخلیه رطوبتی ۴۵ درصد و تیمار شاهد، روند افزایشی حجم ریشه با افزایش تخلیه رطوبتی مشاهده نمی‌گردد و این نشانگر آن است که در شرایط تخلیه رطوبتی بالا ریشه گیاه نسبت به درصد خاک اره ترکیبی حساسیت بیش‌تری نشان می‌دهد. نتایج آزمون دانکن در سطح اعتماد یک درصد در تخلیه رطوبتی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری را در حجم ریشه تیمارهای مختلف خاک‌اره نشان داد به طوریکه نتایج حجم ریشه در پنج گروه طبقه‌بندی گردید. لیکن در تخلیه رطوبتی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی از نظر حجم ریشه، فقط تیمار ۱۰ درصد خاک اره نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بود. در شکل ۳ ریشه تیمارهای مختلف خاک اره در تخلیه رطوبتی ۶۵ درصد نشان داده شده است. مشابه وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه نیز با افزایش شدت تخلیه رطوبتی و در تخلیه رطوبتی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی، افزایش نسبی نشان داد. اما همچنان مشابه وزن تر ریشه و حجم آن، در تیمار ۴۵ درصد تخلیه رطوبتی، تغییرمعنی‌دار و روند افزایشی مشخصی در وزن خشک ریشه مشاهده نگردید. با توجه به اینکه یکی از راهکارهای اصلی گیاه برای مقابله با تنش رطوبتی، توسعهٔ ریشه است، در تخلیه رطوبتی بالا روند افزایش

وزن و حجم ریشه مشاهده می‌گردد که با افزایش میزان خاک اره تاثیر مثبت آن در این روند به وضوح قابل مشاهده است. در تحقیقی که توسط پاکدل و همکاران (Pakdel et al., 2011) انجام شد نیز افزایش صفات رویشی با افزایش میزان خاکپوش مشاهده گردید. با مقایسه جداول ۳ و ۴ با جدول ۵ نتایج نشان می‌دهد که با کاهش تخلیه رطوبتی، قطر ریشه اصلی در درصدهای مختلف خاک اره و تیمار شاهد به هم نزدیک‌شده و تاثیر تنش بر خصوصیات مرفولوژیکی ریشه کاهش می یابد، لیکن با افزایش تخلیه رطوبتی به میزان ۶۵ درصد، قطر ریشه اصلی در تیمار شاهد، تقریبا به اندازه دو برابر شرایط بدون تخلیه رطوبتی، افزایش می‌یابد و این نشان‌دهنده افزایش توانایی گیاه برای مقابله با شرایط تخلیه رطوبتی و انطباق گیاه با شرایط کاهش رطوبت در دسترس و جلوگیری از خسارت ناشی از آن می‌باشد. این موضوع در رابطه با تعداد ریشه جانبی نیز مشاهده می‌گردد، تعداد ریشه جانبی به واسطهٔ قدرت جذب آب از قسمت‌های مختلف خاک دررطوبت‌های پایین بسیار اهمیت داشته و در عملکرد محصول تاثیرگذار است. البته در هر یک از تیمارهای سطوح رطوبتی، روند مشخصی در افزایش و یا کاهش تعداد ریشه‌های جانبی، با افزایش نسبت اختلاط خاک اره مشاهده نشد.

نتایج نشان داد که در شرایط تخلیه رطوبتی ۴۵ و ۶۵ در صد، طول ریشه در نسبت‌های مختلف خاک اره، نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشته است، لیکن با افزایش تخلیه رطوبتی، همانطور که در جدول۶ نشان داده شده است، میانگین طول ریشه اصلی در یک تیمار خاک اره، بدون درنظر گرفتن میزان تخلیه رطوبتی، کاهش نسبی نشان داده است. بیش‌ترین طول ریشه مربوط به تیمار شاهد بدون خاک اره بوده و پس از آن تیمار ۱۰ درصد خاک اره در تخلیه رطوبتی ۶۵ در صد قرار گرفت و کمترین طول ریشه مربوط به تیمار شاهد با پنج درصد خاک اره بود. لذا روند افزایش طول ریشه با افزایش تخلیه رطوبتی و یا افزایش خاک اره مشاهده نشد. افزایش طول ریشه در واریته‌های مختلف خیار گلخانه‌ای متفاوت است، لذا در صورت مواجههٔ گیاه با سطوح رطوبتی مختلف، می‌توان یکی از معیارهای انتخاب را براساس قابلیت افزایش عمق ریشه و جذب آب درنظر گرفت که نیاز به آزمایش واریته‌های مختلف خیار در شرایط سطوح رطوبتی مختلف دارد (Tuberosa et al., 2011). همانطورکه در شکل ۴ مشخص است، کاهش منطقی میزان عملکرد در تیمار شاهد بدون خاک‌اره با افزایش تخلیه رطوبتی مشاهده می‌گردد؛ به‌طوریکه با افزایش تخلیه رطوبتی از صفر درصد ظرفیت زراعی به ۶۵ درصد ظرفیت زراعی در تیمار بدون خاک اره، میزان عملکرد تقریبا ۶۲ درصد کاهش می‌یابد این درحالیست که در تیمار پنج درصد، میزان کاهش عملکرد نسبت به تیمار بدون خاک اره و بدون تخلیه رطوبتی، به ۵۵ درصد رسید. همچنین کاهش عملکرد در تیمارهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد خاک اره به‌ترتیب ۱۸، ۱۰ و ۲۵ درصد برآورد شد. همانطور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش تخلیه رطوبتی، کاهش عملکرد بوجود می‌آید، لیکن با افزایش درصد خاک اره، این کاهش عملکرد تا حدودی جبران شده و میزان شیب کاهش عملکرد کاهش می‌یابد. همانطور که نتایج نشان می‌دهد، در تیمارهای صفر و پنج درصد خاک اره و در تنش ۴۵ در صد ظرفیت زراعی میزان عملکرد نسبت به تخلیه رطوبتی ۶۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشته و کاهش عملکرد در این تیمارها نسبت به تیمارهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد خاک اره بیش‌تر مشهود است. این موضوع نشان می‌دهد که تاثیر مثبت خاک اره در جلوگیری از کاهش عملکرد محصول در تیمارهای با تخلیه رطوبتی بالاتر، تاثیر بیش‌تری دارد. بالاترین عملکرد مربوط به تیمار ۲۰درصد خاک‌اره در شرایط بدون تخلیه رطوبت در دسترس، به میزان ۱۳۴ تن در هکتار بود و تیمار ۴۰ درصد خاک اره با عملکرد ۱۲۸ تن درهکتار در شرایط بدون تخلیه رطوبتی در رتبه دوم قرار گرفت.

شکل ۳- ریشه خیار گلخانه ای در تیمارهای مختلف خاک اره در تخلیه رطوبتی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی.

Fig. 3- Greenhouses cucumber root in 65 percent of field capacity deficit irrigation in different sawdust treatment



شکل۴- مقایسه عملکرد خیار گلخانه‌ای در شرایط مختلف تخلیه رطوبتی.

Fig. 4. Comparison yield of greenhouse cucumbers in different sawdust treatment in different of water depletion

جدول ۳. اثر توامان تخلیه رطوبتی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی و درصدهای مختلف خاک اره برصفات رویشی

Table 3. Simultaneous effect of moisture depletion of 65% of field capacity and different percentages of sawdust on vegetative traits

Treatments (percent of sawdust) ٪	Main root length (cm)	Yield in different of sawdust percentages without water stress (ton ha^{-1})	Main root diameter (cm)	Root F.W.(g)	Sidelong roots No	Root D.W.(g)	Root Volume.(cm^3)
40	26	64	0.3	7.24	13	1.47	8
20	25	76.8	0.35	7.52	5	1.07	6.5
10	42	70.4	0.4	6.49	10[a]	0.95	7
5	39	38.4	0.4	6	6	0.8	5
Control (Without sawdust)	21.5a[†]	32[a]	0.5[a]	4.28[a]	10[a]	0.56[a]	4.25[a]

† در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک با نمونه شاهد هستند از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ معنی دار نیستند.

† Mean values with similar letters in each column are not significant at 1% probability level according to the Duncan's test.

جدول ۴. اثر توامان تنش رطوبتی ۴۵ در صد ظرفیت زراعی و درصدهای مختلف خاک اره برصفات رویشی

Table 4. Simultaneous effect of moisture depletion of 45% of field capacity and different percentages of sawdust on vegetative traits

Treatments (percent of sawdust) ٪	Main root length (cm)	Yield in different of sawdust precentages without water stress (ton ha^{-1})	Main root diameter (cm)	Root F.W.(g)	Sidelong roots No	Root D.W.(g)	Root Volume.(cm^3)
40	38.5	96	0.25[a]	2.91	7[a]	0.36	4.25[a]
20	27[a]	83.2	0.12	4.83	13	0.51	4[a]
10	36	73.6	0.12	3.69	6[a]	0.68	5.25
5	25[a]	76.8	0.22	2.85[a]	4	0.5	4.5[a]
(without sawdust)	26.5[a]	57.6[a]	0.25[a]	3.02[a]	7[a]	0.41[a]	4.25[a]

جدول ۵. تاثیر درصدهای مختلف خاک اره برصفات رویشی خیار گلخانه‌ای در شرایط بدون تخلیه رطوبت در دسترس.

Table 5. Simultaneous effect of different percentages of sawdust on vegetative traitswithout available moisture depletion

Treatments (percent of sawdust) ٪	Main root length (cm)	Yield in different of sawdust precentages without water stress (ton ha^{-1})	Main root diameter (cm)	Root F.W.(g)	Sidelong roots No	Root D.W.(g)	Root Volume.(cm^3)
40	26.5	128	0.25[a]	3.9	5	0.44	4[a]
20	40	134	0.3	6.99	10	1.25	6
10	25.5	122	0.3	3.5[a]	4	0.39[a]	4.5[a]
5	19	119	0.25[a]	1.91	4	0.41[a]	4.25[a]
Control (without sawdust)	68.5[a]	86[a]	0.25[a]	3.6[a]	8[a]	0.39[a]	4.25[a]

با بررسی جداول ۶ و ۷ که مجموع اثر سطوح تخلیه رطوبتی و تیمارهای خاک اره را نشان می‌دهد، اگرچه با افزایش نسبت خاک‌اره می‌توان تاحدی تاثیر تخلیه رطوبتی را بر گیاه کاهش داد، لیکن نمی‌توان به طور کامل مانع کاهش عملکرد محصول گردید. همانطور که در جدول ۷ مشخص است، با درنظر گرفتن میزان تخلیه رطوبتی به عنوان عامل تاثیرگذار و تجمیع نتایج تیمارهای خاک اره، از نظر خصوصیات مورفولوژیکی ریشه که تاثیر مستقیم در جذب آب دارد، تفاوت معنی‌داری با تیمار بدون تخلیه رطوبتی، مشاهده می‌شود. در تحقیقی که توسط رافائل و همکاران (Raphael et al., 2010) و قاسمیان و همکاران (Ghasemian et al., 2019) انجام شد نیز افزایش مقاومت نسبت به تنش رطوبتی در رابطه با تولید محصول، به افزایش پارامترهای مهم ریشه در جذب رطوبت از جمله طول، قطر و حجم ریشه ارتباط داده شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت می‌نماید. لیکن با درنظر گرفتن عامل خاک اره به عنوان پارامتر تاثیرگذار بر خصوصیات موفولوژیکی ریشه، و تجمیع اثرات تخلیه رطوبت در دسترس، همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده است، تاثیر معنی‌دار و روند مشخصی که نشان‌دهنده افزایش پارامترهای موثر در جذب آب با افزایش میزان خاک‌اره دیده نمی‌شود و فقط در پارامترهای تعداد ریشه‌های جانبی و وزن خشک ریشه افزایش نسبتا محسوسی وجود دارد. این موضوع دلالت بر این دارد که در تیمارهای مختلف خاک‌اره در شرایط تخلیه رطوبتی یکسان با تیمار بدون خاک اره، مکانیسم جذب آب از خاک به گونه‌ای بوده است که گیاه تنش

کمتری را تحمل کرده اســت و این می‌تواند به دلیل بالا رفتن ظرفیت رطوبتی خاک، در تیمارهای با درصــدهای مختلف خاک اره باشــد که ســبب می‌شــود که گیاه در تخلیه رطوبتی یکســان با تیمار بدون خاک اره، دارای درصــد رطوبتی بیش‌تری باشــد و گیاه تنش کمتری را احســاس نماید و نیازی به افزایش پارامترهای موثر بر جذب آب در ریشه، نداشته باشد. این موضوع با تحقیق پاکدل و همکاران (Pakdel et al., 2011) و فابریکی اورنــگ و مــهــرابــاد پــوربــنــاب (Fabriki-Ourang & Mehrabad Purbenab, 2018) مطابقت می‌نماید در تحقیق ایشان نیز خاک‌های حاوی خاک‌اره، دارای درصد رطوبتی بیش‌تری نســبت به تیمارهای بدون خاک‌اره داشت.

جدول۶. اثر توامان سطوح رطوبتی در درصدهای مختلف خاک اره روی صفات رویشی خیار گلخانه‌ای

Table 6. Simultaneous effect of moisture levels in different percentages of sawdust on vegetative traits of greenhouse cucumber

Treatments (percent of sawdust) ٪	Main root length (cm)	Yield in different of sawdust percentages without water stress (ton ha^{-1})	Main root diameter (cm)	Root F.W.(g)	Sidelong roots No	Root D.W.(g)	Root Volume.(cm^3)
40	30.3^{a}	300^{ab}	0.26^{a}	4.6^{ab}	8^{a}	0.76^{ab}	5.4^{a}
20	30.6^{a}	373^{a}	0.25^{a}	6.4^{a}	9^{a}	0.94^{a}	5.5^{a}
10	34.5^{a}	276^{ab}	0.27^{a}	4.5^{ab}	7^{ab}	0.67^{ab}	5.5^{ab}
5	27.6^{a}	244^{bc}	0.29^{a}	3.6^{b}	5^{b}	0.57^{ab}	4.5^{ab}
Control (without sawdust)	38.8^{a}	182^{c}	0.27^{a}	3.6^{b}	6.6^{ab}	0.45^{b}	4.25^{b}

جدول ۷. اثر توامان خاک اره در درصدهای مختلف سطوح رطوبتی روی صفات رویشی خیار گلخانه‌ای

Table 7. Simultaneous effect of sawdust at different percentages of moisture levels on vegetative traits of greenhouse cucumber

Treatments (percent of sawdust) ٪	Main root length (cm)	Yield in different of sawdust percentages without water stress (ton ha^{-1})	Main root diameter (cm)	Root F.W.(g)	Sidelong roots No	Root D.W.(g)	Root Volume.(cm^3)
65	30.7^{a}	216^{b}	0.35^{a}	6.3^{a}	7.9^{a}	0.97^{a}	6.1^{a}
45	30.5^{a}	242^{b}	0.19^{c}	3.4^{b}	7.2^{a}	0.49^{b}	4.65^{b}
Control (without sawdust)	35.9^{a}	368^{b}	0.27^{b}	3.9^{b}	6.1^{a}	0.58^{b}	4.6^{b}

جدول۸. ضرایب همبستگی پیرسون صفات مورد بررسی در سطوح رطوبتی مختلف.

Table8. Pearson correlation coefficient of studied traits under different moisture levels.

Index	percent of sawdust	Main root length	Yield	Main root diameter	Root F.W	Sidelong roots No	Root D.W	Root Volume
percent of sawdust	1							
Main root length	0.44	1						
Yield	0.77	0.63	1					
Main root diameter	0.59	0.15	0.54	1				
Root F.W	0.48	0.26	0.76	0.83	1			
Sidelong roots No	0.64	0.05	0.63	0.99	0.87	1		
Root D.W	0.67	0.49	0.92	0.74	0.95	0.81	1	
Root Volume	0.69	0.29	0.92	0.66	0.76	0.73	0.85	1

نتیجه‌گیری کلی

این تحقیق برای بررسی تاثیر خاک اره بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و وضعیت تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای، انجام گرفت. تیمارها شامل تیمار شاهد بدون خاک‌اره و ترکیب ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ درصد خاک اره بود و سطوح تخلیه رطوبتی در دو سطح ۴۵، ۶۵ درصد ظرفیت زراعی و تیمار شاهد منظور گردید. نتایج نشان داد با افزایش تخلیه رطوبتی، کلیه تیمارها با روند خطی کاهش عملکرد همراه شدند، لیکن تیمارهای با ۴۰ و ۲۰ درصد خاک اره حتی در شرایط تخلیه رطوبتی یکسان نسبت به تیمار شاهد، دارای عملکرد بالاتری بودند. که این می‌تواند به دلیل افزایش شاخص‌های جذب ریشه از جمله طول، وزن و طول ریشه اصلی در این تیمارها باشد. آنالیز همبستگی نیز وجود رابطه معنی‌دار در سطح یک در صد را بین پارامترهای ریشه و عملکرد نشان‌داد. در این رابطه، باید توجه داشت که استفاده از افزودنی‌هایی مانند خاک اره، باید به گونه‌ای باشد که ابتدا نسبت مناسب آن برای هر خاک تعیین شود، به‌طوریکه در این تحقیق نسبت مناسب اختلاط حدود ۲۰ در صد به‌دست‌آمد و علاوه بر این، می‌بایست به این نکته نیز توجه نمود که استفاده از خاک اره فقط می‌تواند بخشی از تاثیرات کاهش سطح رطوبتی را خنثی نموده و در حالت کلی کاهش عملکرد در کلیه تیمارهای خاک اره در شرایط کم آبی مشاهده گردید، لیکن در کلیه سطوح رطوبتی اعمالی، بالا بودن عملکرد تیمارهای خاک اره نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد.

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی طی قرارداد طرح شماره ۲۲۰۴، تهیه شده است و از ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Alomran A.M., Louki I.I., Aly A.A., and Nadeem M.E. 2013. Impact of Deficit Irrigation on Soil Salinity and Cucumber Yield under Greenhouse Condition in an Arid Environment. Journal of *Agricultural Science and Technology*. 15: 1247-1259.

Amer K.H., Sally A., and Jerry L.H. 2009. Effect of Deficit Irrigation and Fertilization on Cucumber, *Journal of Agrobiology*. 101: 1556–1564.

Babazadeh H., Abdzad Ghohari A., and Khonok A. 2015. Effect of Irrigation Management and Different Levels of Straw Mulch on Yield and Yield Components of Bean (phaseolus Vulgaris). *Water research in agriculture*. 2(29):129-140. (In Persian)

Bahram Nejad R., and Saffari M. 2014. The effects of different seed priming agents on morphological characteristics, yield, yield components and water extract of fennal (Foeniculum vulgar Mill) in water stress condition}, *Irrigation and Water Engineering*. 5(1):14-29. (In Persian)

Barthes G.B., Penche A., Hien E., Deleporte P., Clermont-Dauphin C., Courance L., and Manlay R.J. 2015. Effect of ramial wood amendment on sorghum production and topsoil quality in a Sudano-Sahelian ecosystem (central Burkina Faso). *Agroforest System*, 89: 81–93.

Bernard G.B., lien Penche A., Hien E., Deleporte P., Clermont-Dauphin C., Cournac L., and Manlay R.J. 2015. Effect of remain wood amendment on sorghum production and topsoil quality in a Sudano-Sahelian ecosystem (central Burkina Faso). *Agroforest Systems*, 89: 81–93.

Devries F.T., Liiri M.E., Bjørnlund L., Bowker M.A., Christensen S. H., Setala M., and Bardgett R.D. 2012. Land use alters the resistance and resilience of soil food webs to drought, *Nature Climate Change*, 2: 276–280.

Divband Hafshejani L., Naseri A.A., Hooshmand A., Abassi F., and Soltani Mohammadi A. 2017. Effect of Sugarcane Bagasse Biochar Application on Chemical Properties a Sandy Loam Soil. *Journal of Irrigation Sciences and Engineering (JISE)*. 40(1): 62-73. (In Persian)

Ebrahimipak N.A., Egdarnejad A., and Khodadadi Dehkordi D., 2018. Evaluation of AquaCrop Model to Simulate Corn Yield under Water deficit and Superabsorbent application. *Irrigation and Water Engineering*. 8(3):166-184. (In Persian)

Fabriki-Ourang S., and Mehrabad Purbenab S. 2018. Evaluation of variations in physiological and biochemical traits in ancestral and evolutional species of wheat under water deficit stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 11(4): 791-802. (In Persian)

Ghasemian Ardestani H., and Jahan M., Shirani Rad A. H. 2019. Evaluation of morphological traits, yield and yield components of selected varieties of canola in autumn and winter cultivation under different irrigation regimes. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 12(1): 153-163. (In Persian)

Jingnan Li., Xiangyang S., and Suyan L. 2020. Effects of Garden Waste Compost and Bentonite onMuddy Coastal Saline *Soil*.*Sustainability*,12(9): 1-13.

Kader M.A., Senge M., Mojid M.A. and Ito K., 2017. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. *Soil and Tillage Research*. 168:155-166.

Li Ch., Xi B., Li Zh., Ji B., Jiao G., Zhiguo L., and Qingjie W. 2016. Broken branch's mulching improving soil physical and chemical properties and enhancing quality of peach. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 32 (14): 161-167.

Najafi-Ghiri M. 2014. Effect of Different Bio Chas Application on Some Soil Properties and Nutrients Availability in a Calcareous Soil, *Iranian Journal of Soil Research (IJSR)*. 29(3): 351-358. (In Persian)

Pakdel P., Tehranifar A., Nemati SH., Lakzian A., and Kharazi S.M. 2011. The effect of four types of wood chips, municipal compost, sawdust and pebble in three different thicknesses on the growth of the plantain tree, *Journal of Horticultural Science*, 25(3): 296-303. (In Persian).

Rouphael Y., Schwarz D., Krumbein A., and Colla G. 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, 127:172–179.

Soltani Tamjid A., Fathi P., and Panahi H. 2015. Effect of Irrigation Water Depth and Plastic and Straw Mulches on Yield and Water Use Efficiency of Potato under Tape Drip Irrigation in Dehgolan Plain. *Water research in agriculture*, 3(29): 341-351. (In Persian)

Tuberosa R. 2011. Phenotyping for drought tolerance of crop in the genomics era: Key concepts, issues and approaches. University of Bolongna, Italy. Frontiers in Physiology Journal, 3: 1-26.

Van Genuchten M.T. 1987. A Numerical Model for Water and Solute Movement in and Below the Root Zone. Research Report, U. S. Salinity Lab. Riverside CA. 203p.

Effects of Mixing Ratio of Sawdust with soil on Yield and Root Morphological Characteristics of Greenhouse Cucumber (*Cucumis sativus* L.*)* in different Moisture levels

Yaser Hoseini[1*], Fardin Nazari-Gigloo[2]

(Received: September 2021 Accepted: September 2021)

Abstract

To study the effect of sawdust and different Moisture levels on morphological characteristics of greenhouse cucumber, an experiment was conducted in a complete randomized design with three replications in Moghan callege of agriculture. The main and secondary factors were different moisture levels (without stress, 45 and 65% of field capacity) and mixture ratios of sawdust (without sawdust, 5, 10, 20 and 40% sawdust content), respectively. Among different sawdust treatments, 20% sawdust resulted in higher weight of fresh root weigh, with a significant difference with other treatments at the level of 1% based on Duncan's multiple range test. 10, 40, 50 and zero percent of sawdust were ranked in the next order, respectively. The highest root length was observed in control, followed by the treatment of 10% sawdust mixture in 65% moisture level conditions. Also, non-stress treatment with 5% had the lowest root length, but in terms of root length, all treatments at the level of one percent, were placed in similar group. With increasing moisture depletion from 0 to 65%, the yield of 0% sawdust was reduced by approximately 62% of control treatment. And in the 5%, the yield reduction increased to 55%. Also, the yield reduction in 10, 20 and 40% sawdust was estimated at 18, 10 and 25%, of control treatment respectively. The highest yield was 134 tons per hectare obtained for control treatment in 20% and 40% with 128 tons per hectare was in second order and in all applied moisture depletion, the yield of sawdust treatments is higher than the control treatments. Therefore, in the studied sandy-clay-loam soil, using 20% of sawdust mixing ratio, in control treatment and applied moisture depletion, will have better performance.

Keywords: Fruit weight, Moisture deficit, Root length., Root volume

Hoseini Y. and Nazari-Gigloo F. 2022. Effects of Mixing Ratio of Sawdust with soil on Yield and Root Morphological Characteristics of Greenhouse Cucumber (*Cucumis sativus* L.) in different Moisture levels. *Applied Soil Research*, 10(2): 120-131.

1. Associate Professor, Department of Agricultural & Technology Science, Moghan College of Agriculture & Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University of Ardabil – Iran.
2. Graduated Master of Science (MSc), Water Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
* Corresponding Author Email: y_hoseini@ymail.com.