Shahid Chamran University of Ahvaz

Irrigation Sciences and Engineering (JISE)
Vol. 44, No. 3, Fall 2021, p. 1-14

Research Paper

Journal homepage: https://jise.scu.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Effects of Mixing Ratio of Sawdust on Water Use Efficiency of Greenhouse Cucumbers in Water Management allowed deficit Condition

Y. Hoseini

Associate Professor of Moghan College of Agriculture and Natural resources - University of Mohaghegh Ardabili - Ardabil – Iran. (y_hoseini@uma.ac.ir)

ARTICLE INFO

Artlcle history:
Received: 2 October 2019
Revised: 29 February 2020
Accepted: 3 March 2020

Keywords:
Moisture deficit, Yield, Sawdust, Yield sensitivity coefficient, Water use efficiency.

TO CITE THIS ARTICLE:

Hoseini, Y. (2021). 'Effects of Mixing Ratio of Sawdust on Water Use Efficiency of Greenhouse Cucumbers in Water Management allowed deficit Condition', Irrigation Sciences and Engineering, 44(3), pp. 1-14. doi: 10.22055/jise.2020.30941.1874.

Introduction

The irrigated cultivation of agricultural production is believed to be the country's largest consumer of freshwater resources, and the fact that Iran is located in arid and semiarid regions on Earth, the need for water for agricultural production is high. For this reason, more than 90 % of water resources are dedicated to the agricultural sector. However, in recent years, with the irregular and unsystematic spread of farming in the country, to meet the food demand of the growing population of the country, and the consecutive and severe droughts, leading to reduced rainfall, have caused loss of irrigation water and followed by drought stress for agricultural products. More than 45% of the farmlands are prone to dryness, and 38% of the world's population lives in these places. Therefore, in the future, most efforts will be made to produce more products in drought conditions. In other words, more crops should be produced per drop of water. Lack of water (usually called drought) could be defined as the lack of necessary and sufficient moisture for plants to grow normal with a complete life cycle (Fotoohie Ghazvini et al. 2011). Cucumber is one of the important greenhouse vegetables in Iran and the world. This product, in Iran, has the largest area under cultivation in comparison with other greenhouse vegetables; moreover, according to the 2009 statistics of the office of herbs, vegetables, and ornamental plants of the Ministry of Agriculture, the greenhouse cucumbers area under cultivation in Iran is 4701 ha. Cucumber is the product of warm and temperate seasons (with mild winters) and is very sensitive to adverse environmental conditions, and even rare changes in soil moisture content will have a significant adverse effect on its growth and yield (An and Liang 2013). Therefore, to study the effect of sawdust and water stress on the yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus L*). The experiment was conducted in a complete randomized design with three replications.

Methodology

This research has been carried out in the city of Pars-Abad, Ardabil province, Iran, (longitude 47°55' east, latitude 39°38’ north, and height from sea level 32 meters. This research was done in 2018 in the

greenhouse of the Moghan Agriculture and Natural Resources Faculty using a complete randomized block design with three replications. Treatments included 0, 5, 10, 20, 40% of sawdust content, and water stress was applied at three levels of 0, 45, and 65% of field capacity. To determine the characteristic curve of soil moisture, soil samples were selected, and the weight moisture percentage at pressures of -0.3, -5, -10, and -15 bar, which included the important potential of the soil, was determined by using the Pressure plate's apparatus, and soil moisture characteristic curve was mapped, and soil parameters characteristic curve was determined.

Results and Discussion

With increasing moisture stress from 0 to 65%, the yield of 0% sawdust was reduced by approximately 39% of the control treatment. Moreover, in the 5% of level confidence, the yield reduction increased to 32% of the control treatment. In addition, the yield reduction in 10, 20, and 40% sawdust was estimated at 58, 52, and 52% 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 the second order. Therefore, a mixing ratio of 20% sawdust can be proposed for greenhouse cucumber production under water stress conditions. Yield response factor for control treatment was 0.99, and for 40, 20, 10, and 5%, sawdust were 0.94, 0.99, 0.93, and 1.02, respectively; so reduction of yield sensitivity in sawdust treatments caused the plant to maintain its yield under water stress conditions. Moreover, the highest water use efficiency was obtained for 20% treatment, equivalent to 33 $kg.m^{-3}$ at 40% potential evapotranspiration. Moreover, for 40, 10, 5% and control treatment were 29.26, 23, 19 and 22 kg. m^{-3}, respectively.

Conclusions

Since drought is one of the most important factors, limiting crop productivity and grafting on appropriate rootstocks can reduce the negative effects of water stress on the plant. In this regard, to investigate the effect of grafting and water stress on root physiological characteristics, yield, and nutritional status of greenhouse cucumber, an experiment was done in the form of a split-plot in a complete randomized block design with three replications. The results showed that, with increasing water stress, unlike the control, which was associated with decreasing linear trend of yield. In addition, the high water use efficiency in cucurbits treatments shows that it is possible to perform economic optimization in the production based on water consumption scarcity of water. The results showed that the best water use efficiency was obtained in the range of 22-40% of maximum evapotranspiration. It should be noted that the use of additives such as sawdust should be such that the ratio is first determined for each soil.

Acknowledgments

The author gratefully thanks the University of Mohaghegh Ardabili for their financial support and assistance during the study.

References

1- An, Y.Y. and Liang, Z.S. 2013. Drought tolerance of Periploca sepium during seed germination: antioxidant defense and compatible solutes accumulation. *Acta Physiological Plant*, 35: 959–967.

2- Fotoohie ghazvini, R., Haidary, M. and Hashempur, A. 2011. Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants (Tranlate). Jahad Daneshgahi Publications of Mashhad, Razavi Khorasan Province. Pp,360. (in Persian).

© 2021 Shahid Chamran Universiry of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم و مهندسی آبیاری
جلد ٤٤، شماره‌ی۳، پاییز ۱٤۰۰، مقاله پژوهشی، ص. ١٤-١

اثرات کاربرد نسبت‌های مختلف خاک اره بر بهره‌وری مصرف آب خیار گلخانه‌ای در شرایط مدیریت آب سهل‌الوصول

یاسر حسینی

دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان- دانشگاه محقق اردبیلی y_hoseini@uma.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۸/۷/۱۰ بازنگری: ۱۳۹۸/۱۲/۱۰ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر خاک اره بر عملکرد خیار گلخانه‌ای در شرایط تنش آبی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل تیمار بدون خاک اره (شاهد) و ترکیب پنج، ۱۰، ۲۰، ٤۰ درصد خاک اره بود و تنش‌های خشکی در دو سطح ٤٥، ٦٥ درصد ظرفیت زراعی و سطح بدون تنش منظور گردید. نتایج نشان داد که با افزایش تنش رطوبتی از صفر به ٦٥ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین میزان کاهش عملکرد مربوط به تیمار بدون خاک اره بود که تقریباً ۳۹ درصد تیمار شاهد گردید و پس از آن تیمار پنج درصد قرار گرفت که عملکرد آن ۳۲ درصد تیمار شاهد گردید. هم‌چنین عملکرد در تیمارهای ۱۰، ۲۰ و ٤۰ درصد به ترتیب ٥۸، ٥۲ و ٥۰ درصد تیمار شاهد برآورد شد. بیشترین عملکرد مربوط به تیمار ۲۰ درصد حجمی در شرایط بدون تنش رطوبتی به میزان ۱۳٤ تن در هکتار به‌دست آمد و تیمار ٤۰ درصد خاک اره با ۱۲۸ تن در هکتار در شرایط بدون تنش در رتبه دوم قرار گرفت. همچنین نتایج در کلیه تنش‌های اعمالی، بالا بودن عملکرد تیمارهای خاک اره را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. ضریب واکنش عملکرد برای تیمار شاهد برابر ۰/۹۹ و برای تیمارهای ٤۰، ۲۰ ، ۱۰ و ٥ درصد، به‌ترتیب برابر ۰/۹٤، ۰/۹۹، ۰/۹۳ و ۱/۰۲ به‌دست آمد. بیشترین بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۲۰ درصد خاک‌اره و به‌میزان ۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب در ٤۰ درصد تبخیرتعرق پتانسیل به‌دست آمد.

کلید واژه‌ها: کمبود رطوبت، عملکرد، خاک اره، ضریب واکنش عملکرد، کارایی مصرف آب.

مقدمه

مطالعـه‌های زیادی برای بهبود کارایی مصرف آب در گیاهان مختلف با کاربرد استراتژی‌های جدید به منظور کاهش آب صرفی و کـاهش تـاثیر روی عملکرد گیاه انجام شده است. از جمله این استراتژی‌ها اسـتفاده از افزودنی‌هـای خـاک بـرای بهبـود شـرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد. از جمله این افزودنی‌ها، ضایعات باغی است که در کشور ایران بیشتر سـوزانده شـده و دور ریختـه می‌شوند و کمتر به عنوان افزودنی که بتواند خصوصـیات خـاک را بهبود بخشد، به آن توجـه می‌شـود. اسـتفاده از بقایـای بـاغی در اصلاح خاک در ایران کمتر مورد بررسی و مطالعه قرارگرفته است. خاک‌اره طی رشد گیاه تجزیه می‌شود. ظرفیـت تبـادل کـاتیونی و مقدار آب قابل دسترس در آن کم و نسبت کربن بـه نیتـروژن آن زیاد است. اما قیمت ناچیز، وزن اندک، فراوانی و در دسترس بودن آن در کشور مزیـت محسـوب مـی‌شـود. بنـابراین، افـزودن مـواد نگه‌دارنده آب و مواد غذایی بـه ایـن قبیـل بسـترها مـی‌توانـد در کاهش هدرروی محلول غذایی و کاهش هزینـه‌های تولیـد مفیـد باشد(Barzegar Hafshjani et al., 2015). در تحقیقی کـه توسـط Pakdel et al. (2011) انجـام شـد، تـأثیر چهـار نـوع خـاکپوش چیـپس چـوب، کمپوسـت زبالـه شـهری، خـاک اره و سنگ‌ریزه در سه ضخامت مختلف بر رشد درخت چنار در طـی دو سال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خـاکپوش خـاک اره با ضخامت ۱٥ سانتی‌متر بیش‌ترین مقدار درصد رطوبت وزنـی و کمترین درجه حرارت خاک را دارا می‌باشد. Dostalek et al. (2007) اثـر خـاکپوش‌دهی کامـل بـا کـاه، خـاکپوش‌دهی روی ردیف‌ها با پوست تازه درختان و چمن‌کاری کامل در زیر نهال‌های تعدادی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای را مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند که در نهال‌هایی که از کاه به عنـوان خـاکپوش بـه طور کامل استفاده شده بود، سرعت رشد چند برابر بیش‌تر از سایر تیمارها بود. در گزارشـی کـه توسـط Arnold et al. (2005) منتشر شد اثر خاکپوش پوست کاج و ضخامت آن را روی دو نـوع گیاه زبان گنجشک سبز و گل کاغذی مورد بررسـی قـرار گرفـت. نتایج پـژوهش آن‌هـا نشـان‌داد کـه پتانسـیل آب خـاک در لایـه خاکپوشـی بـا ضـخامت۷/۶ سـانتی‌متر کـاهش پیـدا کـرده و بـه حدود۵/۸- کیلوپاسکال در مقایسه با تیمار شاهد بـدون خـاکپوش می‌رسد، اما لایه خاکپوشـی بـا ضـخامت ۲۲/۹ سـانتی‌متر باعـث افزایش پتانسیل آب به ۱۶/۲- کیلوپاسکال گردید. در تحقیقی که توسط Bernard et al. (2015) انجام شد، تأثیر بقایای بـاغی

DOI: 10.22055/JISE.2020.30941.1874

بر رشد و عملکرد سورگوم و خصوصیات خاک مطالعه گردید. ایشان کاهش مقادیر کربن خاک سطحی و تأثیرکم بقایای باغی را در افزایش عملکرد سورگوم گزارش نمودند. De Vries 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. Najafi-Ghiri (2014) تأثیر کاربرد بیوچار که ماده کربنی است و از گرمادهی بقایای گیاهی و ضایعات در محیط حاوی اکسیژن محدود یا بدون اکسیژن به‌دست می‌آید 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 تحقیقی که توسط Barzegar Hafshjani et al. (2015) انجام گردید امکان استفاده از خاک اره درشت و تأثیر افزودن بنتونیت و پامیس بر رشد رویشی فلفل دلمه‌ای قرمز مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که پس از پیت، بستر خاک‌اره به همراه پامیس نسبت به تیمارهای خاک‌اره خالص و خاک اره به‌همراه بنتونیت دارای رشد رویشی بهتری بودند. هم‌چنین زودترین گل‌دهی، میوه‌دهی و رنگ‌اندازی پس از بستر پیت در تیمار خاک اره به همراه پامیس ۱۵ درصد بود که با تیمارهای خاک اره به همراه پامیس ۵ و ۱۰ درصد تفاوت معنی‌دار نداشت. ایشان نشان دادند بیشترین ظرفیت نگه‌داری آب در خاک مربوط به تیمار ۸۵ درصد خاک اره به همراه ۱۵درصد بنتونیت می‌باشد. به عبارت دیگر افزایش خلل و فرج خاک در بستر خاک اره با افزایش مقادیر بنتونیت تعدیل می‌یابد و محیط رشد مناسبی از نظر تامین اکسیژن و نگه‌داری آب فراهم می‌شود Kang et al. (2004) بیان کردند که استفاده از انواع خاک اره باعث بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی بسترهای رشد خواهد شد. در تحقیقی که توسط Ahmad et al. (2019) انجام شد، بستر کشت‌های مختلف از جمله توف، ترکیب توف و پرلیت، ترکیب توف و پرلیت و خاک اره و هم‌چنین ترکیب توف و خاک اره برای تولید خیار گلخانه‌ای مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان‌داد که ترکیب توف و خاک اره هرکدام به نسبت ۵۰ درصد حجمی، رشد بیشتری را سبب می‌شود و از نظر هزینه نیز کمترین هزینه را نسبت به سایر بسترهای کاشت دارد. علاوه بر این ترکیب توف و پرلیت و خاک اره، کمترین عملکرد را نسبت به سایر بسترهای کاشت داشت. در تحقیقی که توسط Allaire et al. (2004) برای بررسی امکان استفاده از خاک اره به عنوان بستر کاشت گوجه فرنگی گلخانه‌ای انجام شد، نتایج نشان‌داد که خاک اره در سال دوم آزمایش، عملکردی مشابه پودر سنگ دارد و درصورتیکه بتوان شرایط بهینه را برای آن فراهم نمود، بستر مناسبی برای تولید محصولات گلخانه‌ای خواهد بود. Majidi et al. (2012) بیان نمودند که مخلوط پیت و پرلیت بهترین بستر برای کشت هیدروپونیک فلفل سبز می‌باشد. Osundare et al. (2019) در تحقیق خود تأثیر مقادیر مختلف خاک اره را بر میزان عملکرد خیار گلخانه‌ای مورد بررسی قرار دادند، نتایج تحقیق ایشان نشان‌داد که پلات‌های حاوی ۵ کیلوگرم خاک اره در مساحت ۴ × ۴ متر مربع باعث افزایش معنی‌دار عملکرد در واحد سطح می‌گردد. همچنین، نتایج مطالعه Divband Hafshejani et al. (2015) نشان داد 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. در تحقیقی که توسط Li et al. (2016) انجام شد و تأثیر شاخه‌های خرد شده و مخلوط شده هلو را بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مطالعه نمودند، گزارش شد که تیمارهای حاوی بقایای شاخه‌های هلو استحکام بیش‌تری از نظر کوبیدگی برخوردار بوده و از نظر محتوای رطوبتی و قابلیت نگه‌داری آب در خاک نیز این تیمارها، در فشار ۳۰ کیلوپاسکال تقریباً به میزان ۱۰ درصد رطوبت بیشتری را در خود نگه‌داری می‌کنند. در تحقیقی که توسط Li و Yingzhong (2015) انجام شد، تیمارهای حاوی بقایای باغی باعث افزایش محتوای کربن خاک در طی دو سال گردید و افزایش قابل ملاحظه‌ای را از نظر محتوای کربن خاک نشان داد. هم‌چنین مطالعات چندی در رابطه با تاثیر کم آبیاری بر میزان عملکرد خیار گلخانه‌ای صورت گرفته است که اغلب مطالعات صورت گرفته کاهش عملکرد خیار گلخانه‌ای را نسبت به کم‌آبیاری و تنش‌آبی گزارش نموده‌اند. Alomran et al. (2013) در مطالعه‌ای، تنش رطوبتی را به میزان ۴۰، ۶۰، ۸۰ درصد تبخیر و تعرق مورد نیاز گیاه بر خیار گلخانه‌ای اعمال نمود. نتایج نشان‌داد که با افزایش میزان کم آبیاری، شوری خاک افزایش می‌یابد و بیش‌ترین نسبت تولید به ازای واحد آب مصرفی، در تیمار ۴۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه به‌دست می‌آید. Amer et al. (2009) نشان دادند که عملکرد خیار گلخانه‌ای با افزایش تنش رطوبتی به صورت خطی کاهش می‌یابد. Mao et al. (2003) با تحقیقی که بر روی کاهش عملکرد خیار گلخانه‌ای با افزایش تنش رطوبتی در چین انجام دادند، بیان نمودند که بازده کاربرد آب، با کاربرد بیش‌تر مقدار آب تا مرحله میوه‌دهی کاهش می‌یابد؛ لیکن از مرحله میوه‌دهی به بعد افزایش نشان می‌دهد. در تحقیقی که توسط Ayas و Demirtaş (2009) انجام شد، تنش رطوبتی به میزان ۱۰۰، ۷۵، ۲۵و صفر درصد تبخیر از تشتک کلاس A اعمال گردید، نتایج نشان داد که میزان عملکرد خیار گلخانه‌ای به طور معنی‌داری تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار دارد و میزان فاکتور عملکرد گیاه برابر ۱/۲۱۳ می‌باشد. 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 خیار گلخانه‌ای رقم ناگن، آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در سه سطح رطوبتی و پنج سطح اختلاط خاک اره با سه تکرار در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان پارس‌آباد استان اردبیل انجام شده است که در شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. خاک مورد استفاده برای کشت از زمین زراعی موجود در محوطه دانشکده کشاورزی مغان انتخاب گردید که برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن در جدول (۱) نشان داده شده است. این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در قالب طرح کرت خرد شده در قالب بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی مغان انجام گرفت(شکل۲). در این پژوهش، عامل اصلی شامل تنش‌های رطوبتی در دو سطح ۶۵ و ۴۵ درصد ظرفیت زراعی و تیمار شاهد بدون اعمال تنش بود و فاکتور فرعی شامل چهار سطح خاک اره، در سطوح ۴۰، ۲۰، ۱۰، ۵ درصدحجمی و تیمار شاهد بدون خاک اره بود. برای تعیین منحنی مشخصه رطوبتی خاک، نمونه‌هایی از خاک مورد نظر انتخاب و با استفاده از دستگاه صفحات فشاری، درصد رطوبت‌وزنی در پتانسیل‌های ۰/۳- ، ۵- ،۱۰- و۱۵- بار تعیین گردید و منحنی مشخصه رطوبتی خاک بر اساس مدل Van Genuchten (1987) با استفاده از نرم افزار RETC رسم گردید (شکل ۳). به این ترتیب رطوبت معادل دو سطح تنش رطوبتی شامل ۶۵ و ۴۵ درصد ظرفیت زراعی تعیین گردید. پارامترهای این مدل منحنی رطوبتی در جدول (۲) نشان داده شده است. منظور از تنش معادل ۶۵ درصد ظرفیت زراعی، عبارت است از آبیاری در زمانی است که ۴۵ درصد حجم آب قابل استفاده، (که فاصله بین حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی است) در خاک وجود داشته باشد. سپس از دستگاه رطوبت‌سنج PMS-714 برای تعیین رطوبت روزانه و زمان آبیاری استفاده شد. نحوه‌ی تعیین زمان آبیاری با این دستگاه به این صورت بود که ابتدا رطوبت در تنش مورد نظر با استفاده از منحنی رطوبتی خاک محاسبه گردید. سپس رطوبت گلدان‌ها به‌صورت روزانه به‌وسیله دستگاه رطوبت‌سنج اندازه‌گیری می‌شد و این اندازه‌گیری‌ها تا زمانی که رطوبت حجمی باقی‌مانده در گلدان‌ها به اعداد مربوط به تنش‌های ۴۵ و ۶۵ درصد برسد، ادامه می‌یافت و زمانی که دستگاه اعداد مربوط به این تنش‌ها را نشان می‌داد، آبیاری انجام می‌گرفت. رطوبت حجمی تنش‌های اعمالی برای تنش‌های ۶۵، ۴۵ و تیمار شاهد به‌ترتیب برابر ۱۷، ۲۲ و ۲۸ درصد حجمی بودند. 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. در این تحقیق برای اندازه‌گیری تبخیر و تعرق روزانه از ترازوی دیجیتالی با دقت یک گرم استفاده گردید. برای انجام این کار در طول دوره انجام آزمایش، هر روز صبح گلدان‌ها توسط ترازوی دیجیتالی توزین شده و اختلاف دو روز متوالی نشانگر میزان تبخیرتعرق انجام گرفته توسط گیاه بود. برای تعیین زمان آبیاری با این دستگاه ابتدا رطوبت حجمی باقی‌مانده در تنش‌های ۴۵ و ۶۵ درصد، با استفاده از مقدار آب قابل دسترس که اختلاف بین رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و رطوبت در نقطه پژمردگی می‌باشد، محاسبه گردید.

تعیین بهره‌وری آب

برای محاسبه بهره‌وری آب از معادله پیشنهادی فائو (۳۳) استفاده شد (Doorenbos and Kassam, 1979):

$$WP=\frac{Y}{ET}\times 100 \qquad (۱)$$

که WP: بهره‌وری آب برحسب کیلوگرم بر مترمکعب، Y: عملکرد بر حسب کیلوگرم بر هکتار و ET: آب مصرف‌شده توسط گیاه (تبخیرتعرق گیاه) برحسب مترمکعب بر هکتار می‌باشد.

تعیین ضرایب حساسیت گیاه (K_s) و واکنش عملکرد به آبیاری (K_y)

به منظور محاسبه ضریب واکنش عملکرد به آبیاری از رابطه ارایه شده توسط فائو استفاده شد.

$$ET_c=K_s\times ET_{cp} \qquad (۲)$$

که در آن ETc: تبخیرتعرق گیاه در شرایط تنش (mm)، ETcp: تبخیرتعرق گیاه در شرایط بدون تنش(mm)، و K_s: ضریب تنش خشکی و شوری می‌باشد. بین کاهش نسبی عملکرد محصول و کاهش نسبی تبخیرتعرق رابطه‌ای به‌صورت زیر می‌باشد.

$$(1-\frac{Y}{Y_p})=K_y(1-\frac{ET}{ET_p}) \qquad (۳)$$

که در آن Y: عملکرد واقعی، Yp: حداکثر عملکرد، Ky: ضریب حساسیت به کم آبی، ET: تبخیرتعرق و ETp: حداکثر تبخیرتعرق می‌باشند.

 DOI: 10.22055/JISE.2020.30941.1874

Fig. 1- Schematic of study area

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

$I_{100\%}sd_{0\%}$	$I_{100\%}sd_{0\%}$	$I_{100\%}sd_{0\%}$
$I_{35\%}sd_{0\%}$	$I_{35\%}sd_{0\%}$	$I_{35\%}sd_{0\%}$
$I_{55\%}sd_{0\%}$	$I_{55\%}sd_{0\%}$	$I_{55\%}sd_{0\%}$
$I_{100\%}sd_{40\%}$	$I_{100\%}sd_{40\%}$	$I_{100\%}sd_{40\%}$
$I_{35\%}sd_{40\%}$	$I_{35\%}sd_{40\%}$	$I_{35\%}sd_{40\%}$
$I_{55\%}sd_{40\%}$	$I_{55\%}sd_{40\%}$	$I_{55\%}sd_{40\%}$
$I_{100\%}sd_{20\%}$	$I_{100\%}sd_{20\%}$	$I_{100\%}sd_{20\%}$
$I_{35\%}sd_{20\%}$	$I_{35\%}sd_{20\%}$	$I_{35\%}sd_{20\%}$
$I_{10\%}sd_{20\%}$	$I_{10\%}sd_{20\%}$	$I_{10\%}sd_{20\%}$
$I_{100\%}sd_{10\%}$	$I_{100\%}sd_{10\%}$	$I_{100\%}sd_{10\%}$
$I_{35\%}sd_{10\%}$	$I_{35\%}sd_{10\%}$	$I_{35\%}sd_{10\%}$
$I_{55\%}sd_{10\%}$	$I_{55\%}sd_{10\%}$	$I_{55\%}sd_{10\%}$
$I_{100\%}sd_{5\%}$	$I_{100\%}sd_{5\%}$	$I_{100\%}sd_{5\%}$
$I_{35\%}sd_{5\%}$	$I_{35\%}sd_{5\%}$	$I_{35\%}sd_{5\%}$
$I_{55\%}sd_{5\%}$	$I_{55\%}sd_{5\%}$	$I_{55\%}sd_{5\%}$

Fig. 2- The schematic map of the pilot project

شکل۲- نقشه شماتیک طرح آزمایشی

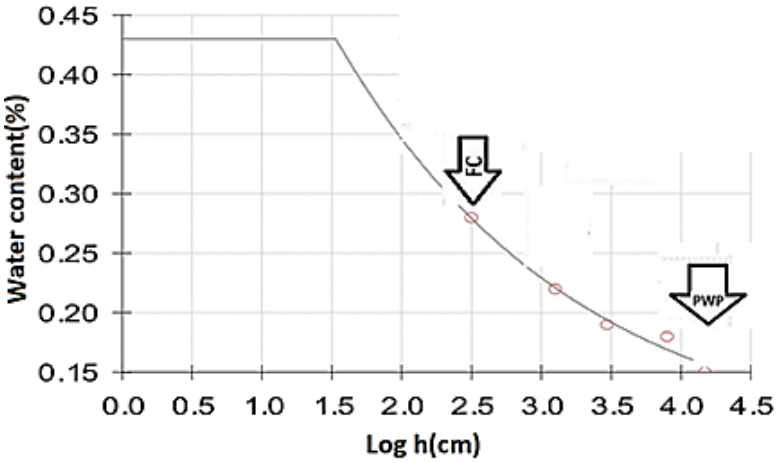

Fig. 3- Soil moisture content characteristic curve with potential points PWP and FC
شکل ۳- منحنی مشخصه رطوبت حجمی خاک به همراه نقاط شاخص ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های منطقه مورد استفاده برای آزمایشات
Table 1- Physical and chemical properties of the soil samples

Texture	pH	Organic Carbon (%)	Bulk density (g/cm^3)	Actual Density ($g.cm^{-3}$)	Silt (%)	Clay (%)	Sand (%)	P (ppm)
Sandy clay loam	7.76	1.05	1.56	2.25	10	20	70	8.43

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 ($cm.day^{-1}$)
0.43	۰/51	0.025	1.27	0.21	31.4

نتایج و بحث

همانطور که در شکل (۴) مشخص است، با افزایش تنش رطوبتی از ۴۵ درصد ظرفیت زراعی به ۶۵ درصد، کاهش عملکرد دیده می‌شود لیکن با افزایش درصد خاک اره، این کاهش عملکرد تا حدودی جبران شده و میزان شیب کاهش عملکرد کم می‌شود. همان‌طورکه نتایج نشان می‌دهد، در تیمارهای صفر و پنج درصد خاک اره و در تنش ۴۵ درصد ظرفیت زراعی میزان عملکرد نسبت به تنش 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 تأثیر مثبت خاک اره در جلوگیری از کاهش عملکرد محصول در تیمارهای با تنش بالاتر، بیش‌تر بوده است که این موضوع می‌تواند به‌دلیل افزایش ظرفیت نگه‌داری آب در خاک با افزایش میزان خاک اره و سهل‌الوصول بودن آب در دسترس گیاه در تیمارهای مخلوط‌شده با خاک اره باشد. بالاترین عملکرد مربوط به تیمار ۲۰ درصد خاک اره در شرایط بدون تنش رطوبتی به میزان۱۳۴ تن در هکتار بود و تیمار ۴۰ درصد خاک اره با عملکرد ۱۲۸ تن در هکتار در شرایط بدون تنش در رتبه دوم قرار گرفت. با بررسی جداول (۳) و (۴) که مجموع اثر سطوح تنشی و تیمارهای خاک اره را نشان می‌دهد، می‌توان به این نتیجه رسید که اگرچه با افزایش نسبت خاک اره می‌توان تاحدی تأثیر تنش رطوبتی را بر گیاه کاهش داد، لیکن نمی‌توان به طور کامل مانع کاهش عملکرد محصول گردید به‌طوریکه اثر متقابل تنش و درصد خاک اره در تیمار ۴۰ درصد خاک اره باعث کاهش عملکرد محصول به میزان ۸۰ درصد نسبت به تیمار ۲۰ درصد خاک اره گردید. نتایج آزمون فیشر در سطح اعتماد یک درصد اثر متقابل درصد خاک اره و تنش رطوبتی بر عملکرد را در چهارگروه طبقه‌بندی نمود. به این ترتیب که تیمارهای ۱۰ درصد و ۴۰ درصد خاک اره در یک گروه قرار گرفتند و این نشان‌دهنده اهمیت تعیین نسبت اختلاط مناسب خاک اره برای کاهش اثرات تنش رطوبتی در خیار گلخانه‌ای می‌باشد. همان‌طور که در جدول (۴) نشان داده شده است در کلیه تیمارهای تنش رطوبتی، تأثیر اختلاط خاک اره مشاهده می‌شود به‌طوریکه در همه تیمارهای تنش، تیمارهای بدون خاک اره در آزمون فیشر در سطح اعتماد یک درصد درگروه مجزا طبقه‌بندی

DOI: 10.22055/JISE.2020.30941.1874

گردیده‌اند. این موضوع با نتایج تحقیق Barzegar et al. Hafshjani (2015) هم‌خوانی دارد. این محققین نیز افزایش درصد بنتونیت را در بستر خاک اره سبب کاهش میزان اکسیژن محلول خاک می‌دانند که سبب تأثیر منفی بر عملکرد می‌گردد.

در تحقیقی که توسط Raphael et al. (2010) بر روی خانواده کدوییان انجام شد، 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. این موضوع دلالت بر این دارد که در تیمارهای مختلف خاک اره در شرایط تنش یکسان با تیمار بدون خاک اره، مکانیسم جذب آب به گونه‌ای بوده است که گیاه تنش کمتری را تحمل کرده است و این می‌تواند به دلیل بالا رفتن ظرفیت اکسیژن خاک و درصد خلل و فرج آن در تیمارهای با درصدهای مختلف خاک اره باشد که سبب می‌شود که گیاه در تنش رطوبتی یکسان در مقایسه با تیمار بدون خاک اره، دارای درصد رطوبتی بیش‌تری باشد و گیاه تنش کمتری را احساس نماید و نیازی به افزایش پارامترهای موثر بر جذب آب در ریشه، نداشته باشد. این موضوع در شکل (۵) نیز قابل مشاهده می‌باشد، به‌طوریکه در تیمارهای ۴۰ و ۲۰ درصد خاک اره، نسبت به تیمارهای ۵ و ۱۰ درصد خاک اره طول ریشه کمتر می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که خیار با داشتن ریشه‌های قوی و عمیق در مواجه با تنش رطوبتی، باعث توسعه بیشتر ریشه می‌گردند و می‌توانند آب و عناصر معدنی را با کارایی بیش‌تری جذب نمایند. تحقیقات نیز نشان داده است که در اثر تنش آبی و محدود شدن ، مقدار ریشه در واحد حجم خاک افزایش می‌یابد (Azarmi et al. 2019). با توجه به این که یکی از راه‌کارهای اصلی گیاه برای مقابله با تنش خشکی افزایش توسعه ریشه است حجم ریشه می تواند معیار مناسبی برای انتخاب ارقام متحمل از حساس باشد. این موضوع با تحقیق Pakdel et al. (2011) مطابقت می‌نماید. در تحقیق ایشان نیز خاک‌های حاوی خاک اره، دارای درصد رطوبتی بیش‌تری نسبت به تیمارهای بدون خاک اره بود.

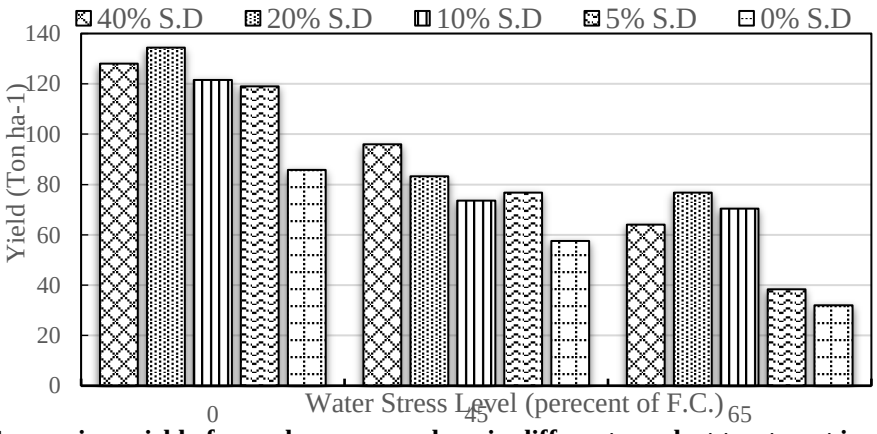

Fig. 4- Comparison yield of greenhouse cucumbers in different sawdust treatment in different of water stress

شکل ٤- مقایسه عملکرد خیار گلخانه‌ای درتیمارهای مختلف خاک اره و تنش رطوبتی متفاوت

Fig. 5- Greenhouses cucumber root in 65 percent of field capacity deficit irrigation in different sawdust treatment

شکل ٥- ریشه خیار گلخانه‌ای در تیمارهای مختلف خاک اره در تنش رطوبتی ٦٥ درصد ظرفیت زراعی

جدول۳- آب مصرفی و بهره‌وری مصرف آب تیمارها در دوره کشت

Table 3- Water consumption and water use efficiency of treatments during the cultivation period

Treatments	Percentage of sawdust	65 percent of field capacity	45 percent of field capacity	Control (without stress)
Fruit yield (ton ha^{-1})	40	64	96	128
	20	76.8	83.2	134
	10	70.4	73.6	122
	5	38.4	76.8	119
	Control (without sawdust)	32	57.6	86
Water consumption (m^3 ha^{-1})	40	3072	3600	4320
	20	2304	2867	5376
	10	3072	3200	8960
	5	3360	4064	7744
	Control (without sawdust)	2464	2560	5600
Water use efficiency (kg m^{-3})	40	20.8	26.6	29.6
	20	33	29	25
	10	23	23	13.5
	5	11.4	19	15.2
	Control (without sawdust)	13	22.5	15.37
Evapotranspiration (mm)	40	77	91	108
	20	58	72	135
	10	77	80	224
	5	84	102	194
	Control (without sawdust)	62	64	140

جدول ٤- تأثیر درصدهای مختلف خاک اره برعملکرد

Table 4- Influence of different percentages of sawdust on yield

Treatments (percent of sawdust)	Yield in water stress of 65 percent of field capacity (ton ha^{-1})	Yield in water stress of 45 percent of field capacity (ton ha^{-1})	Yield in diferrent of sawdust precentages without water stress (ton ha^{-1})	Combined effect of sawdust and water stress on yield (ton ha^{-1})
40	64	96	128	96^{ab}
20	76.8	83.2	134	119^{a}
10	70.4	73.6	122	88^{ab}
5	38.4	76.8	119	78^{bc}
Control (without sawdust)	32^{a}	57.6^{a}	86^{a}	58^{c}

†The averages in each column that have common words are not significant at the 1% probability level according to the Fisher test.

همان‌طور که در شکل (۶) نشان داده شده است، بیش‌ترین حساسیت عملکرد به کاهش تبخیرتعرق، مربوط به تیمار ۴۰درصد خاک اره با شیب ۲/۰۵ بوده و ضریب حساسیت سایر تیمارها کمتر از این تیمار می‌باشد و به‌ترتیب از تیمار۲۰درصد، پنج درصد، ۱۰ درصد و تیمار شاهد، کاهش می‌یابد. این مسئله می‌تواند به‌دلیل این موضوع باشد که در درصدهای بالای خاک اره ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک کاهش یافته و با مصرف آب گیاه در دفعات بیشتری تحت تنش رطوبتی قرار می‌گیرد. Allaire et al. (2005) و Dorias et al. (2007) نیز در تحقیق خود به این موضوع اشاره نموده اند. با توجه به شکل (۷)، ضریب واکنش عملکرد (K_y) برای تیمار شاهد برابر ۰/۹۹ و برای تیمارهای ۴۰، ۲۰ ، ۱۰ و ۵ درصد، به ترتیب برابر ۰/۹۴، ۰/۹۹، ۰/۹۳ و ۱/۰۲ به‌دست آمد. ضریب واکنش عملکرد خیار گلخانه‌ای در تحقیق

DOI: 10.22055/JISE.2020.30941.1874

Ayas و Demirtaş (2009) برابر ۱/۲ به‌دست آمد که بیش‌تر از نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد.

درتحقیق Cakir et al. (2017) مقدار ضریب واکنش عملکرد خیار گلخانه‌ای ۰/۷۵ برآورد گردیده که نزدیک به نتایج تیمارهای مختلف خاک اره می‌باشد. در تحقیق Mao et al. (2003) میزان ضریب واکنش عملکرد خیار گلخانه‌ای در شرایط کم آبیاری، برابر ۰/۴ به‌دست آمد که کمتر از نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد. لیکن در تحقیق ایشان حداکثر عملکرد در تبخیرتعرق ۷۲۶ میلی‌متر به‌دست آمد که بیش از تبخیرتعرق تیمار شاهد این تحقیق در شرایط عملکرد بهینه می‌باشد. میزان تبخیرتعرق پتانسیل محاسبه‌شده برای خیار گلخانه ای در تحقیق Rezaverdinezhad et al. (2017) برابر ۲۷۲ میلی‌متر در دوره ۱۸۰روزه محاسبه گردید که تقریباً با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

کم بودن ضریب واکنش عملکرد در تیمارهای خاک اره نشان‌دهنده حساسیت کمتر این تیمارها به تنش‌های رطوبتی می‌باشد که این موضوع می‌تواند در شرایطی که تامین رطوبت مورد نیاز گیاه به طور منظم تأمین نگردد، ریسک تولید محصول را کاهش دهد. در تحقیق Amer et al. (2009) نیز عملکرد خیار گلخانه‌ای نسبت به آب مصرفی به‌صورت خطی کاهش نشان داد. هم‌چنین در رابطه با میزان بهره‌وری مصرف آب، همان‌طور که در شکل(۸) نشان داده شده است، به‌جز تیمار ۴۰ درصد که با کاهش مقدار آب مصرفی، کارایی مصرف آب کاهش می‌یابد، در سایر تیمارها، بهره‌وری مصرف آب تا محدوده مشخصی که برای هریک از تیمارها متفاوت است، افزایش می‌یابد و میزان افزایش بهره‌وری مصرف آب در تیمارها به صورت خطی بوده و در تیمار۴۰ درصد به صورت نمایی کاهش می‌یابد.

از میان تیمارهای مختلف خاک اره، کارایی مصرف آب در تیمار ۲۰ درصد خاک اره با کاهش آب مصرفی افزایش می‌یابد. نشان دهنده آن است که ترکیب ۲۰درصد خاک اره دارای تأثیر مثبت بیش‌تری نسبت به تیمارهای دیگر در شرایط تنش رطوبتی است.

نتایج نشان‌داد که بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب برای تیمار۲۰ درصد معادل ۳۳ گیلوگرم بر مترمکعب بوده و برای تیمار۴۰، ۱۰، پنج درصد و تیمار شاهد به‌ترتیب برابر۲۹/۲۶، ۲۳، ۱۹و ۲۲/۵ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی می‌باشد. Buttaro et al. (2015) برای خیار گلخانه‌ای، میزان بهره‌وری مصرف آب را برابر ۲۲ تا ۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آوردند که تقریباً برابر نتایج حاصل از تیمار شاهد این تحقیق می‌باشد.

با مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقی که توسط Alomran et al. (2013) بر روی خیار گلخانه‌ای انجام شد و بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب را در ۴۰ درصد تبخیر و تعرق حداکثر محاسبه نمود، از آنجا که در این تحقیق بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب برای تیمار ۲۰درصد خاک اره برابر ۴۲ درصد و برای تیمار ۴۰، ۱۰، پنج درصد و شاهد به‌ترتیب برابر ۱۰۰، ۳۴، ۵۲ و ۴۵ درصد تبخیر و تعرق بهینه به‌دست آمد.

بیش‌ترین کارایی مصرف آب در تیمار ۲۰ درصد خاک اره نزدیک به نتایج Alomran et al. (2013) بوده و در حدود ۴۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه گردید. هم‌چنین در تحقیق Rezaverdinezhad et al. (2017) بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۸۰ درصد تبخیر و تعرق پتانسیل ۳۱ درصد کمتر از تیمار شاهد و برابر ۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد که این موضوع نشان از حساس بودن خیار گلخانه‌ای به شرایط رطوبتی خاک است و استفاده از خاک اره همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان داد، می‌تواند در کنار کاهش مصرف آب، بهره‌وری مصرف آب را افزایش دهد، همان‌طورکه در این تحقیق بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۲۰ درصد خاک اره به‌دست آمد. در تحقیقی که توسط Cakir et al. (2017) انجام شد، با اعمال کم آبیاری بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب برای خیار گلخانه‌ای، در کمترین مقدار آب کاربردی که ۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود، محاسبه شد که با بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب در تیمار شاهد این تحقیق که برابر ۲۲/۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد، اختلاف زیادی داشته و تقریباً دو برابر آن می‌باشد.

همان‌طور که نتایج این تحقیق در تیمار ۲۰ درصد خاک اره نشان می‌دهد بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب در بیش‌ترین تنش رطوبتی به‌دست آمده است که با نتایج Cakir et al. (2017) مطابقت دارد. این موضوع در تیمارهای ۱۰، پنج و شاهد نیز صادق می‌باشد و بهره‌وری مصرف آب با افزایش تنش بیش‌تر شد و حداکثر آن در تیمار۲۰ درصد به مقدار ۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. Wang et al. (2009) نیز افزایش بهره‌وری مصرف آب را با کاهش میزان آب کاربردی، درکشت خیار گلخانه‌ای گزارش نموده‌اند و نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که علاوه بر کم‌آبیاری که باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌گردد، استفاده از ترکیب خاک اره به نسبت مناسب به موازات کاهش آب مصرفی، می‌تواند بهره‌وری مصرف آب را تا حدود ۱/۵ برابر تیمار شاهد افزایش دهد.

این موضوع نشان می‌دهد که با استفاده از نسبت ترکیب مناسب خاک اره با خاک در تولید محصولات گلخانه‌ای علاوه بر بالا بودن تولید در واحد سطح می‌توان میزان بهره‌وری مصرف آب را افزایش داده و در شرایط محدودیت منابع آبی، مصرف آب را بهینه‌سازی نمود. هم‌چنین نتایج نشان داد که بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۲۰ درصد خاک اره در کلیه احجام مصرفی آب، دارای بهره‌وری بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها می‌باشد و می‌توان نسبت اختلاط ۲۰درصد خاک اره را برای تولید خیار گلخانه‌ای در شرایط تنش رطوبتی پیشنهاد نمود.

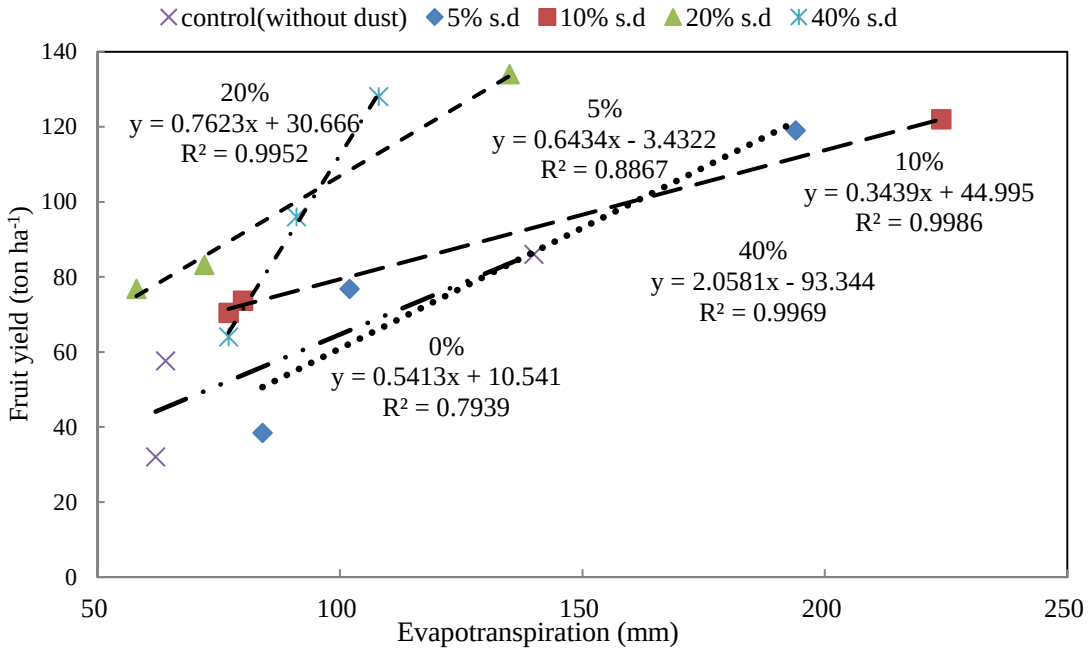

Fig. 6- The relationship between yield and evapotranspiration in different percentages of sawdust

شکل ٦- رابطه عملکرد و تبخیر و تعرق در درصدهای مختلف خاک اره

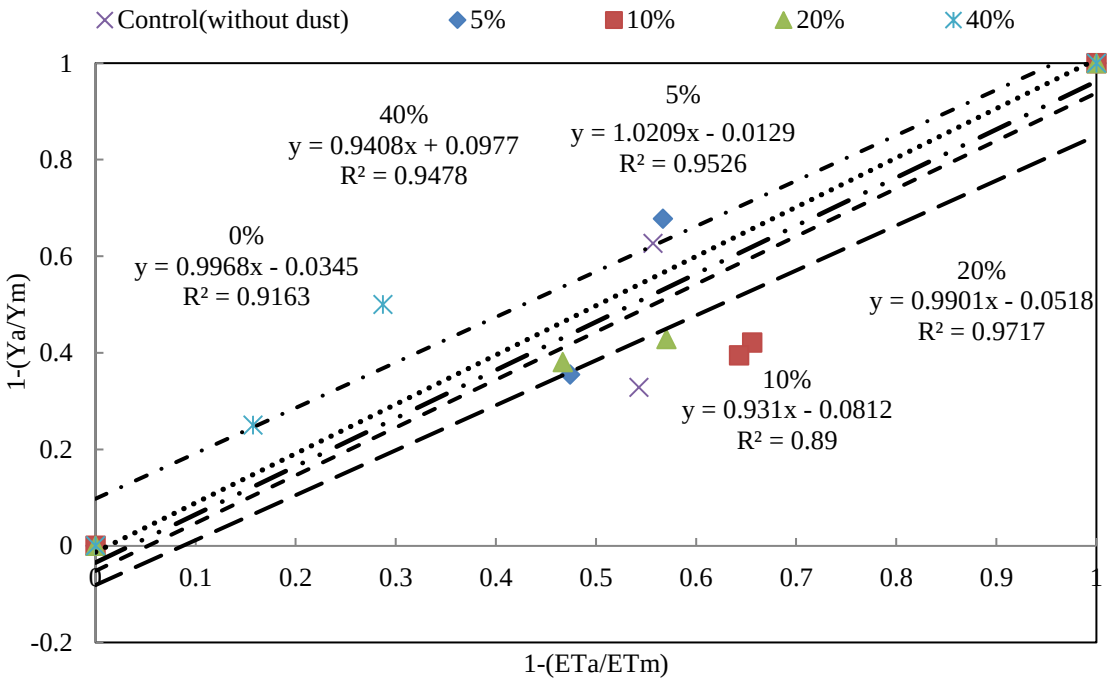

Fig. 7- Yield response factor of crop in percentages of sawdust

شکل ۷- ضریب واکنش عملکرد محصول در درصدهای مختلف خاک اره

DOI: 10.22055/JISE.2020.30941.1874

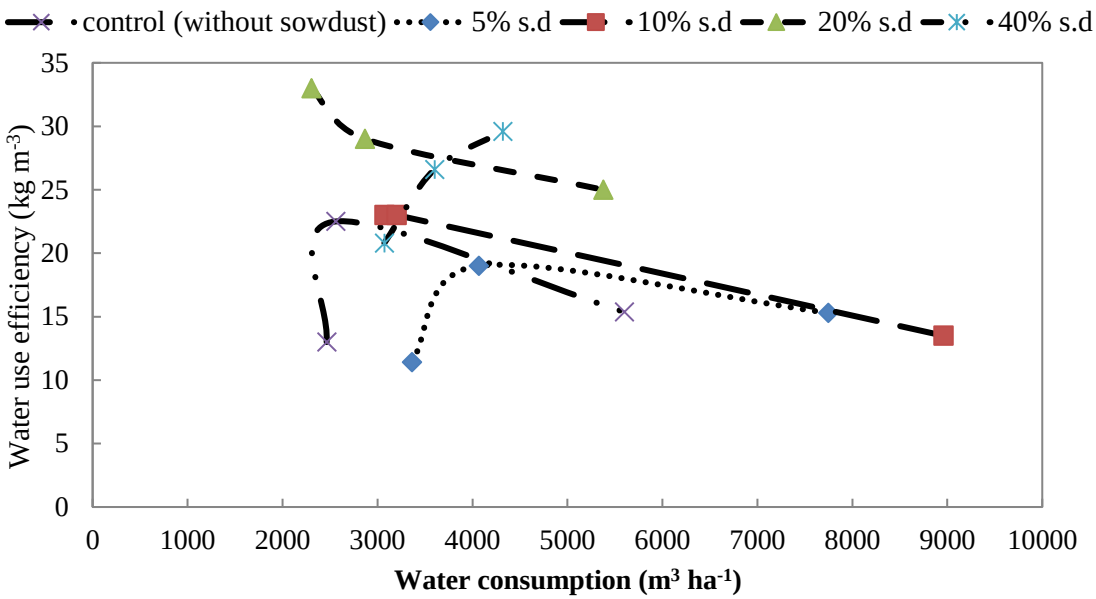

Fig. 8- Comparison of water use efficiency in percentages of sawdust
شکل ۸- مقایسه بهره‌وری مصرف آب در درصدهای مختلف خاک اره

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد با افزایش تنش آبی کلیه تیمارها با روند خطی کاهش عملکرد همراه شدند، لیکن تیمارهای با ۴۰ و ۲۰ درصد خاک اره حتی در شرایط تنش رطوبتی یکسان نسبت به تیمار شاهد، دارای عملکرد بالاتری بودند. کاهش ضریب حساسیت عملکرد در تیمارهای خاک اره، سبب می‌شود گیاه بتواند در شرایط تنش، عملکرد خود را حفظ نماید. بالا بودن بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای خاک اره نشانگر آن است که می‌توان در شرایط کمبود آب، تولید را بر اساس آب مصرفی، بهینه‌سازی اقتصادی نمود. نتایج نشان داد بهترین بهره‌وری مصرف آب در دامنه ۲۲ تا ۴۰ درصد تبخیرتعرق حداکثر به‌دست می‌آید. در این رابطه باید به این موضوع توجه داشت که استفاده از افزودنی‌هایی مثل خاک اره باید به گونه‌ای باشد که ابتدا نسبت مناسب آن برای هر خاک تعیین شود. در این تحقیق نسبت مناسب اختلاط حدود ۲۰ درصد به‌دست‌آمد و علاوه بر این به این نکته نیز توجه نمود که استفاده از خاک اره فقط می‌تواند بخشی از تأثیرات تنش را خنثی نموده و در حالت کلی کاهش عملکرد در کلیه تیمارهای خاک اره در شرایط تنش مشاهده می‌شود لیکن در کلیه تنش‌های اعمالی، بالا بودن عملکرد تیمارهای خاک اره نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید.

تشکر و قدردانی

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

1- Al-Far, A.M., Tadros, M.J. and Makhadmeh, I.M., 2019. Evaluation of different soilless media on growth, quality, and yield of cucumber ('Cucumis sativus' L.) grown under greenhouse conditions. *Australian Journal of Crop Science*, *13*(8), pp.1388-1400.

2- Allaire, S., Caron, J., Menard, C. and Dorais, M., 2004.Growing media varying in particle size and shape forgreenhouse tomato. *Acta Horticulture*. 644, pp.307-311.

3- Allaire S.E., Caron J., Ménard C., Dorais, M., 2005. Potential replacements for rockwool as growing substrate for greenhouse tomato. *Canadian Journal of Soil Science*, 85, pp. 67–74.

4- Alomran A.M., Louki, II., 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, pp. 1247-1259.

5- Amer, K.H., Sally, A. and Jerry, L.H., 2009. Effect of deficit irrigation and fertilization on cucumber, *Journal of Agrobiology*, 101, pp. 1556–1564.

6- Arnold, M.A., Mc Donald, G.V. and Bryan, D.L., 2005. Planting depth and mulch thickness affect establishment of green ash and bougainvillea golden rain tree, *Journal of Arboriculture*, 31(4), PP. 25-30.

7- Ayas, S. and Demirtaş, Ç., 2009. Deficit irrigation effects on cucumber (Cucumis sativus L. Maraton) yield in unheated greenhouse condition, *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7 (3and4), pp. 645 – 649.

8- Azarmi, R., Torabi Giglou, M. and Hoseini, Y., 2019. Effect of cucurbita rootstocks and water deficit on growth properties and yield of cucumber. *Journal of Science and Technolgy Greenhouse Culture*, 10 (1), pp. 47-58.

9- Barzegar Hafshjani, Z., Mobli, M., Khoshgoftar manesh, A.H and Abedi Kupaie, J., 2015. The Effect of adding pamis and bentonite to sawdust on growth traits of greenhouse capsicum. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6 (21), pp. 77–84.

10- Bernard, G.B., lien Penche, A., Hien, E., Deleporte, P., Clermont-Dauphin, C., Cournac, 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 Systems*. 89, pp. 81–93

11- Buttaro, D., Santamaria, P., Signore, A., Cantore, V., Boari, F., Montesano, F. and Parente, A. 2015. Irrigation management of greenhouse tomato and cucumber using tensiometer: effects on yield, quality and water use. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, (4), pp. 440–444.

12- Cakir, R., Cebib, U.K., Altintasc, S. and Ozdemirba, A., 2017. Irrigation scheduling and water use efficiency of cucumber grown as aspring-summer cycle crop in solar greenhouse. *Agricultural Water Management*, 180, pp. 78–87.

13- Dorias, M., Menard, C. and Begin, G., 2007. Risk of phytotoxicity of sawdust substrates for greenhouse vegetables. *Acta Horticulturae*. 761, pp. 589-594.

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

15- Divband Hafshejani, L., Naseri, A.A., Hooshmand, A., Abassi, F. and Soltani Mohammadi, A., 2015. Effect of sugarcane bagasse biochar application on chemical properties a sandy loam soil, *Journal of Irrigation Sciences and Engineering (JISE)*, 40(1), pp. 62-73. (In Persian)

16- Doorenbos, J. and Kassam, A.H., 1979. *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage.

17- Dostalek, J., Weber, M., Matula, M. and Frantik, T., 2007. Forest stands restoration in the agricultural landscape. The effect of different methods of planting establishment. *Ecological Engineering.* 29(1), pp. 77-86.

18- Kang, J.Y., Lee, H. and Kim, K.H., 2004. Physical and chemical properties of inorganic horticultural substrates used in Korea. Acta Horticulture. 644, pp. 237-241.

19- Li, Zh. and Yingzhong, Xi., 2015. Improving desertified soil properties by incorporating and mulching tree branch in Ningxia province- *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 31(10), pp. 174-181.

20- Li, C., Bo, X., Li, Zh., Bin, J., 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), pp. 161-167.

21- Majidi, Y., Ahmadizadeh, M., and Ebrahimi, R., 2012. Effect of different substrates on growth indices and yield of green peppers at hydroponic cultivate. *Current Research Journal of Biological Sciences*. 4(4), pp. 496-499.

22- Mao, X., Liu, M., Wang, X., Hou, C.Z. and Shi, J. 2003. Effects of deficit irrigation on yield and water use of greenhouse grown cucumber in the north china plain, *Agricultural Water Management*, 61(3), pp. 219-228.

23- Najafi-Ghiri, M. 2014., Effect of different bio chars application on some soil properties and nutrients availability in a calcareous soil, *Iranian Journal of Soil Research (IJSR)*, 29(3), pp. 351-358. (In Persian)

24- Osundare, O.T., Badmus, A.A. and Olatubosun, O.A. 2019. Effects of organic weed control methods on weed density, phenotypic traits and yield attribute of cucumber (*Cucumis Sativus*). *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 9(10), pp.105-110.

25- Pakdel, P., Tehranifar, A., Nemati, S.H., 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), pp. 296-303. (In Persian)

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

27- Rezaverdinezhad, V., Shabanian, M., Besharat, S. and Hasani, A. 2017. Determination of crop water requirement, crop coefficient and water use efficiency of greenhouse-grown cucumber and tomato (Case study: Urmia region). *Journal of Science & Technolgy Greenhouse Culture*, 8(3), pp. 27-40.

28- 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.

29- Wang, Z., Liu, Z., Zhang, Z. and Liu, X., 2009. Subsurface drip irrigation scheduling for cucumber (Cucumis sativus L.) grown in solar greenhouse based on 20cm standard pan evaporation in Northeast China. *Scientia Horticulture*, 123 (1) , pp. 51–57.