Shahid Chamran University of Ahvaz
Irrigation Sciences and Engineering (JISE) **Vol. 42, No. 3, Fall 2019, p. 213-226**

EXTENDED ABSTRACT

Study on the Effect of Deficit Irrigation Composing with Controlled Vegetative on Date Palm Seedlings (CV. Barhee)

A. H. Mohebi[1*] and P. Tishehzan [2]

1*- Corresponding Author, Assistant Professor at Date Palm and Tropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, the Organization for Agricultural Research, Education, and Promotion (*hamidmohebi@hotmail.com*).

2-Assistant Professor, Water Science Engineering Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: 19 December 2018 Revised: 6 April 2019 Accepted: 15 April 2019

Keywords: Water Table Control, Groundwater Rising, Water Requirement, Lysimeter, Date Palm Tissue Culture Seedlings. ***DOI:*** 10.22055/jise.2019.27739.1809.

Introduction

The world population today is about 6.5 billion, and it is estimated that it will increase to 9.1 billion by the year 2050 (UN, 2004). It is estimated that irrigation consumes more than 80% of the good quality water. Due to the reduction in available water resources, the application of water-saving strategies, such as deficit irrigation and the use of underground water resources, can reduce water usage for irrigation. One strategy for the source control is to restrict the outflow in field drains such that the height of the water table is maintained at a shallow depth that allows certain crops to utilize groundwater to satisfy a portion of their water requirements. Shallow groundwater can be a significant source of water for agricultural production, especially during the drought period. The fraction of the crop water demand that can be met by shallow water tables depends on the crop grown, irrigation and drainage management, the soil type, the depth to the water table, and the shallow groundwater salinity(Ayars et al. 2006). A wide range of crops has been successfully grown that obtained a significant portion of the crop water requirement from shallow groundwater. The types of crops range from truck crops (pepper and carrots) to grain, hay, and some tree crops (e.g. date palm) that have salt tolerances from sensitive (lettuce) to tolerant (cotton). Although such observations have been made for moderately salt-tolerant perennial crops, such as alfalfa hay, vine and tree crops have a larger potential for in- situ water use from shallow groundwater than do annual crops because of their well-developed and established root system after the first growing season. Hutmacher et al. (1996) showed that cotton (Gossypium hirsutum L.) crops can obtain 20 to 50% of their water requirement from shallow groundwater under the proper irrigation management. The timing and amounts of surface irrigation impact the extent to which crops will utilize shallow groundwater. Judicious use of deficit irrigation in combination with shallow groundwater management is necessary to achieve optimal results (Ayars et al., 1999).

Methodology

In order to investigate the effects of shallow groundwater and determine the level of deficit irrigation, an experiment was carried out on the growth of palm seedlings. This experiment was carried out based on a randomized complete block design, including three irrigation water depths and four types of drainage with 12 treatments in 3 replications (36 lysimeters) on seedlings date cultivar

Barhee in drainage lysimeters in Ahvaz during 2014–2017. The lysimeters were filled with soil and were connected to bottles with Marriotte siphons to maintain the water tables at the desired levels. Date palm seedlings (cv. Barhee) were planted in the lysimeter. Water use was calculated through the method described by Allen et al. (1998). The soil and water were analyzed before planting (Tab 1 & 2).

Table 1- Soil analysis

Ec	pH	OC	Anions (meq/l)				Total	Cations (meq/l)				Total
dS/m		%	SO_4^{-2}	Cl^-	HCO_3^{-2}	CO_3^{-2}	Anions	K^+	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cations
11.2	7.45	0.3	15.77	117.5	10	--	143.27		89.05	38	14	141.05

Table 2- Water analysis

Ec	pH	(meq/lit)					
dS/m		CO_3^{-2}	HCO_3^{-2}	Cl^-	Mg^{+2}	Ca^{+2}	Na^+
3.02	7.7	1.87	0.5	9.76	5.1	5.34	0.36

The water bill was calculated using the formula below:

$$Wi + Wp + Wg - Wd = 0 \quad (1)$$

In each lysimeter, soil salinity, vegetative growth percentages, and characteristics were measured once every 6 months. The data were analyzed using SPSS 17 software, and Excel 2007 was used to draw the charts.

Results and Discussion

The groundwater contribution is higher when roots are fully developed. A large amount of the water originated either from irrigation or groundwater is added to the top zone when the crop is not fully developed yet. Therefore, this amount is not contributing significantly to the transpiration of the crop. The results showed that the survival was 100%, and the seedlings survived and grew as well. The analysis of the variance of treatments on different growth characteristics (number, length, and width of leaf and leaflet, and crown height) at various time intervals showed that the irrigation, drainage, and interactions among them had no significant effect on growth characteristics. The results showed that the volume of groundwater through the capillary rise is directly related to the amount of irrigation water required. As the amount of irrigation water increased, the amount of capillary-water rise decreased and vice versa. So, in 100% irrigation treatment, the rate of capillary rise was less than 50% of the irrigation treatment. As the age of the seedlings increased, the amount of drainage water decreased, so that in the second year after cultivation, the rate of water drainage was less than the first year.

Conclusions

Crop water use from shallow groundwater is affected by soil water flux, crop rooting characteristics, crop salt tolerance, presence of a drainage system, and irrigation system type and management. The results of this study showed that the volume of groundwater through the capillary rise is directly related to the amount of irrigation water required. As the amount of irrigation water increased, the amount of water climbed decreased and vice versa. So, in 100% irrigation treatment, the rate of capillary rise was less than 50% of the irrigation treatment. As the age of the seedlings increased, the amount of drainage water decreased, so that in the second year after cultivation, the rate of drainage water was less than the first year.

Acknowledgment
The authors would like to thank the staff of Date Palm and Tropical Fruit Research Center for their contribution to the implementation of this research.

References

1- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration (Guidelines for computing crop water requirements). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation and drainage, paper 56. Rome. pp.300.
2- Ayars, J.E., Hutmacher, R.B., Schoneman, R.A., Soppe, R.W.O., Vail, S.S. and Dale, F., 1999). Realizing the potential integrated irrigation and drainage water management for meeting crop water requirements in semi-arid and arid areas. *Irrigation and Drainage Systems*, 13, pp.321–347.
3- Ayars J. E., Christen E. W., Soppe R. W., and Meyer W. S., 2006. The resource potential of in-situ shallow groundwater use in irrigated agriculture: a review. *Irrigation Science*, 24, pp.147‑160.

4- Grismer, M.E., and Gates, T.K., 1988. Estimating saline water table contribution to crop water use. California Agriculture, 42, pp.3–24.

5- Hutmacher, R.B., Ayars, J.E., Vail, S.S., Bravo, A.D., Dettinger, D. and Schoneman, R.A., 1996. Uptake of shallow groundwater by cotton: growth stage, groundwater salinity effects in column lysimeters. *Agriculture Water Management,* 31, pp.205–223.

© 2019 by the authors. Licensee SCU, 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 ۴۲، شماره‌ی۳، پاییز ۹۸، ص. ۲۲۶-۲۱۳

بررسی اثر کم‌آبیاری با زهکش کنترل‌شده بر خصوصیات رویشی نهال خرما رقم برحی

عبدالحمید محبی[1*] و پروانه تیشه‌زن[2]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی hamidmohebi@hotmail.com

۲- استادیار ، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۸ بازنگری: ۱۳۹۸/۱/۱۷ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۲۶

چکیده

روند کاهشی منابع آب، اهمیت استفاده بهینه آن را از نظر اقتصادی و اجتماعی دو چندان نموده است. به‌منظور بررسی اثرات آب زیرزمینی کم‌عمق بر رشد نهال‌های خرما و تعیین سطح کم‌آبیاری، آزمایشی در اهواز به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی مشتمل بر سه عمق آب آبیاری و چهار نوع زهکشی در مجموع با ۱۲ تیمار در ۳ تکرار روی نهال‌های کشت بافتی خرما رقم برحی در لایسیمترهای زهکش‌دار طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ اجرا شد. نتایج نشان داد ۱۰۰ درصد نهال‌ها زنده مانده و رشد نمودند. حجم آب زیرزمینی صعودکرده با میزان آب آبیاری ارتباط مستقیم داشت. با افزایش میزان آب آبیاری، میزان صعود آب افزایش و با کاهش میزان آب آبیاری، میزان صعود آب کاهش پیدا کرد. با افزایش سن نهال میزان صعود آب افزایش داشت. در سال دوم پس از کشت، میزان صعود آب بیشتر از سال اول بود. با افزایش سن نهال میزان زه‌آب کاهش یافت و در سال دوم پس از کشت میزان زه‌آب کمتر از سال اول بود. به عبارت دیگر با رشد نهال و مصرف بیشتر آب جهت تبخیر و تعرق، آب کمتری از لایه‌های خاک شسته و به زهکش منتقل شد. نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی بر تعداد، طول و عرض برگ و برگ‌چه و ارتفاع طوقه نهال در بازه‌های زمانی مختلف نشان داد کم‌آبیاری، زهکشی و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات رشد رویشی ندارد.

کلید واژه‌ها: کنترل سطح ایستابی، صعود آب زیرزمینی، نیاز آبی، لایسیمتر، نهال کشت‌بافتی خرما.

مقدمه

روند کاهشی منابع آب و حجم بالای آب مورد نیاز نخیلات، اهمیت استفاده بهینه از منابع مختلف آبی از نظر اقتصادی و اجتماعی را دوچندان نموده است. در سال‌های اخیر برنامه‌ریزان و دست اندرکاران توجه ویژه‌ای به بخش آب نموده‌اند. در ابلاغ آیین‌نامه اجرایی نحوه‌ی بهینه مصرف آب، وزارت جهاد کشاورزی موظف است به‌منظور مدیریت مصرف آب کشاورزی برنامه‌ریزی و اقدام‌های لازم در زمینه‌های ارتقای کارایی آب از طریق استقرار نظام بهره‌برداری آب، بهبود و اصلاح روش‌های آبیاری، توسعه روش‌های نوین آبیاری، توسعه شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی و تجهیز و نوسازی اراضی اقدام کند. اعمال روش‌هایی نظیر کم‌آبیاری و استفاده از آب‌های نامتعارف و منابع آبی زیرزمینی از راه‌کارهای مدیریت بهینه مصرف آب است. وجود سطح ایستابی بالا در بسیاری از مناطق خوزستان از جمله نخلستان‌های وسیع آن، پیشینه‌ای طولانی دارد. در مناطقی مانند خوزستان که دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک با میزان تبخیر بالاست، سطح ایستابی کم‌عمق به‌مرور زمان مشکلاتی همانند زه‌دار شدن اراضی و شوری ثانویه را ایجاد می‌نماید. در برنامه پنجم سازندگی، زهکشی حدود ۱۰۴۲۴۰ هکتار اراضی نخلستان در نظر گرفته شده است. از جمله راه‌کارهای حل مسایل فوق‌الذکر به‌ویژه در شرایط خشک‌سالی، حفظ رطوبت خاک و استفاده از زهکشی مدرن (مانند زهکشی کنترل‌شده) می‌باشد. در زهکشی کنترل‌شده، سطح ایستابی در عمق مناسبی از زمین حفظ می‌گردد تا ضمن کاهش هزینه‌ها، کاهش زه‌آب‌ها و اثرات مخرب زیست‌محیطی، با تأمین بخشی از نیاز آبی گیاه، بهره‌وری از هر قطره آب افزایش یابد. بنابراین به‌نظر می‌رسد تلفیق این دو راه‌کار ضمن افزایش کارایی آبیاری سبب کاهش مشکلات ثانویه نظیر تنش شوری گردد. از مهم‌ترین مراحل کاشت خرما، مراحل گیرایی و رشد نهال در سال‌های آغازین احداث باغ است. در صورت امکان استفاده از زهکشی کنترل‌شده، می‌توان علاوه بر حفظ پیوسته رطوبت محیط ریشه، با کاهش آب مصرفی، بخشی از منابع آبی مورد نیاز جهت توسعه سطح زیر کشت که طبق برآورد انجام‌شده در برنامه پنجم سازندگی حدود ۸۰۰۰ هکتار نخلستان می‌باشد را نیز تأمین نمود. لذا با توجه به وضعیت موجود، انجام مطالعاتی در زمینه بررسی اثرات آب زیرزمینی کم‌عمق بر رشد نهال‌های خرما و تعیین سطح کم‌آبیاری از ضرورت وافری برخوردار است.

زهکشی براساس تعریف جدید، فرایند خارج کردن آب سطحی اضافی و مدیریت سفره آب زیرزمینی کم‌عمق از طریق

نگه‌داشت و دفع به‌موقع آب و مدیریت کیفیت آب برای رسیدن به منافع دلخواه اقتصادی و اجتماعی و حفظ محیط‌زیست است (Abdel Daiem et al., 2005). روش‌های مختلفی مانند زهکشی خشک، زهکشی زیستی و ... برای اجرای عملی این تعریف پیشنهاد و اجرا شده است. یکی از این روش‌ها، زهکشی کنترل‌شده است. سیستم‌های زهکشی معمولاً برای بدترین و بحرانی‌ترین شرایط طراحی می‌گردند. در نتیجه آب زیرزمینی را بیش از مقدار لازم برای کنترل شوری و نگه‌داشت سطح ایستابی بهینه از زمین خارج می‌سازند (Wahba et al., 2003). روش زهکشی کنترل‌شده علاوه بر خروج آب‌های اضافی از اتلاف نهاده‌ها و انتقال آلاینده‌ها نیز جلوگیری می‌کند. در این حالت سطح ایستابی تا مقدار دلخواه بالا آمده و مقدار زه‌آب خروجی کاهش می‌یابد. آب ذخیره‌شده در نیمرخ خاک از طریق صعود مویینه‌ای برای رفع مقداری از نیاز آبی گیاه قابل استفاده است. تلاش‌های فراوانی که در چند دهه پیش در زمینه افزایش کارایی مصرف آب صورت گرفته نیز نتوانسته است منجر به کاهشی چشم‌گیر در مصرف آب کشاورزی گردد. امید بر این است که زهکشی کنترل‌شده بتواند در نقاط مستعد، نقشی در افزایش کارایی مصرف و بهره‌وری آب داشته باشد. زهکشی کنترل‌شده در بسیاری از کشورها در زمره‌ی بهترین عملیات مدیریتی محسوب می‌گردد. زهکشی کنترل‌شده همراه با آبیاری زیرزمینی در آمریکا توسعه‌یافته و به‌دلیل جنبه‌های مثبت زیست‌محیطی و افزایش محصول به‌طور گسترده‌ای در سالیان اخیر مورد استفاده قرارگرفته است (Skaggs , 1999). مطالعات گسترده‌ای در ایران و جهان جهت شناخت اثرات این نوع زهکشی و نیز تعیین موارد مختلف مورد نیاز طراحی نظیر عمق مناسب سطح ایستابی و .. انجام شده و یا در حال انجام است. بسیاری از این آزمایش‌ها برای کنترل بهتر، به‌صورت لایسیمتری صورت می‌پذیرد.

مقدار افزایش محصول در اثر کاربرد زهکشی کنترل‌شده به شرایط اقلیمی و مقدار بارندگی در هر سال بستگی دارد و ممکن است واکنش گیاه به زهکشی کنترل‌شده در سال‌های مختلف، متفاوت باشد. به‌طور مثال در آزمایش ۵ ساله بر گیاه ذرت، افزایش ۴ تا ۱۱ درصدی محصول گزارش شده است (Parsons et al., 1990). در شرایط خشک، سطح ایستابی می‌تواند ۷۰-۶۰ درصد نیاز آبی گیاه را تأمین کند (Grismer and Gates, 1988).

نتایج اثر شوری و سطح ایستابی همراه با کم‌آبیاری تنظیم شده بر مصرف آب، رشد، باردهی و جذب یون درختان هلو در لایسیمتر نشان داد تحت مدیریت کم‌آبیاری تنظیم‌شده در دوره رشد تدریجی میوه، سطح ایستابی غیر شور (۰/۱ دسی‌زیمنس بر متر) و شور (۲ دسی‌زیمنس بر متر) به‌ترتیب در تأمین بیش از ۳۰ و ۱۵ درصد آب مصرفی مشارکت داشت (Boland et al., 1996).

بررسی ۵ ساله اثر عمق سطح ایستابی بر بیلان آب و عملکرد گلابی نشان داد که مشارکت سطح ایستابی بر بیلان آب در سطوح ایستابی کمتر از ۱۲۰ سانتی‌متر، اغلب بیش از نیاز آبی روزانه بود ولی این مشارکت در اعماق ۱۶۰-۱۵۰ سانتی‌متری خیلی سریع پایین آمد (Battilani et al., 2004) .

بررسی اثر عمق (اعماق ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ سانتی‌متری) و شوری آب زیرزمینی (۰/۵ و ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر) در دو روش آبی و دیم بر میزان مشارکت آب زیرزمینی در تأمین نیاز آبی پسته با آزمایشی لایسیمتری نشان داد آب زیرزمینی غیرشور (۱۲۰-۳۰ سانتی‌متری) در شرایط آبیاری و عدم آبیاری به‌ترتیب ۸۹/۷-۷۲/۴ درصد و ۱۰۰-۹۰/۷ درصد در تأمین نیاز آبی گیاه مشارکت داشت. این مشارکت برای آب زیرزمینی شور در شرایط آبیاری و عدم آبیاری به‌ترتیب ۷۴/۸-۵۷/۲ و ۱۰۰-۷۹/۳ درصد بود. با افزایش عمق ایستابی، میزان مشارکت کاهش یافت (Sepaskhah and Karimi-Goghari, 2005).

Zeineldin و Aldakheel (2010) با استفاده از پنج لایسیمتر زهکش‌دار اثر کاهش آب آبیاری به میزان ۵۰ درصد و تغییر سطح ایستابی را بر میزان سهم آب زیرزمینی در تأمین نیاز آبی خرمای سه ساله بررسی نمودند. میزان مشارکت آب زیرزمینی در ماه‌های مختلف بین ۱۷ تا ۵۰ درصد بود.

Elkhoumsi et al. (2015) با مطالعه میزان سهم آب زیرزمینی در تأمین آب مصرفی درختان خرما در کشور مراکش نشان دادند که سیستم ریشه درختان نخل می‌تواند تا عمق ۹ متری برسد و این امر به برداشت آب از سطح آب‌دار کمک می‌کند. نتایج نشان داد در طول فصل خشک بدون آبیاری، ۵۰ درصد از تعرق نخل خرما از سطح آب زیرزمینی تأمین شده است.

اثر بیش آبیاری درختان نخل با آب کم کیفیت را بر خصوصیات آب زیرزمینی کم‌عمق، شوری خاک و مصرف آب در صحرای تونس توسط Zied et al. (2017) بررسی شد. نتایج این محققان نشان داد که اثر کیفیت آب آبیاری توام با بالا آمدن سطح ایستابی ناشی از آبیاری (در عمق‌های کمتر از ۱/۵ متر) خطر شوری ثانویه را افزایش می‌دهد. اگرچه بیش آبیاری باعث رقیق شدن آب زیرزمینی می‌شود اما خطر شوری ثانویه ناشی از بالا آمدن سطح ایستابی بیشتر است.

حد لازم زهکشی به عواملی مانند مرحله رشد گیاه، مدت و شدت بارندگی، ویژگی‌های فیزیکی خاک و دمای هوا بستگی دارد. بنابراین طراحی و مدیریت زهکشی به منطقه مورد نظر، اقلیم، ویژگی‌های خاک و نیازهای گیاه بستگی دارد. حد بحرانی که تعیین‌کننده مقدار بهینه زهکشی در همه مناطق و شرایط مختلف باشد، عملاً وجود ندارد.

قسمت عمده زهکش‌های احداث شده و در حال طراحی و اجرا شده‌ی کشور در استان خوزستان قرار دارد و این استان دارای پتانسیل قابل توجهی برای اجرای سیستم زهکشی کنترل‌شده می‌باشد (Akram and Akram, 2004). در ایران از گذشته‌های دور زارعین و باغداران بنا بر تجربه، نوعی از زهکشی کنترل‌شده و آبیاری زیرزمینی را استفاده نموده‌اند. Akram و

DOI: 10.22055/jise.2019.27739.1809

Akram (2004) هم‌چنین در بررسی‌های خود متوجه شده‌اند که در سیستان، زارعین در برخی مواقع، خروجی زهکش‌های زیرزمینی را با گونی می‌بندند. این کار جهت حفظ رطوبت در دسترس گیاه و ممانعت از خروج آب توسط زهکش‌ها صورت می‌پذیرد. آن‌ها با بستن خروجی زهکش، تعداد دفعات آبیاری را کاهش داده و برای گیاه این امکان را فراهم می‌کنند که از رطوبت باقی‌مانده در نیمرخ بالایی خاک استفاده کند. در سال 2014 اثر زهکشی کنترل‌شده روی میزان کاهش ضریب زهکشی و حجم زه‌آب خروجی در سه مزرعه از مزارع کشت و صنعت امام خمینی بررسی شد. عمق کنترل سطح ایستابی در اعماق ۷۰ و ۹۰ سانتی‌متری بود. با کنترل سطح ایستابی، علاوه بر کاهش ضریب زهکشی و کاهش حجم زه‌آب خروجی، مصرف آب آبیاری نیز در تیمارهای کنترل‌شده کاهش یافت. زهکشی کنترل‌شده محدودیتی برای رشد گیاه به وجود نیاورد و کاهشی در عملکرد محصول مشاهده نگردید (Mahjoubi et al., 2014).

اثر ماندابی، شوری و کمبود آب به کمک مدل Hydrous 1D بر نیاز آبی خرما بررسی شد. نتایج نشان داد که اثر عمق سطح ایستابی و دور آبیاری به فصل بستگی دارد. در فصل تابستان آب زیرزمینی کم‌عمق و دور آبیاری بالا برای حفظ رطوبت خاک و شوری کم ناحیه ریشه و در نتیجه افزایش تعرق خرما ضروری است (Askri et al., 2014).

به‌منظور بررسی اثرحفظ رطوبت خاک و نیز کنترل سطح ایستابی شور بر بیلان آب و نمک ناحیه ریشه، گیرایی و رشد نهال خرما، آزمایش لایسیمتری با سه سطح شوری آب زیرزمینی (۴ تا ۱۲ دسی‌زیمنس‌برمتر)، دو عمق سطح ایستابی (۶۰ و ۹۰ سانتی‌متر) و دو سطح کاربرد و عدم کاربرد مالچ انجام شد. نتایج نشان داد که که عمق کمتر آب زیرزمینی، میزان تجمعی ETc را ۴/۴۳ تا ۹/۲۳ درصد و ۹/۲۸ تا ۱۲/۳ درصد به‌ترتیب در تیمارهای بدون مالچ و با مالچ افزایش داد. مالچ‌دهی به آب‌شویی نمک‌ها کمک کرد، به‌طوری‌که شوری خاک لایسیمترهای دارای پوشش کاهش یافت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مالچ‌دهی در سطح یک درصد بر میزان تبخیر و تعرق تجمعی، تغییرات شوری ناحیه ریشه، محیط تنه، تعداد برگ و برگ‌چه و طول برگ نهال-های جوان خرما مؤثر است. شوری و عمق آب زیرزمینی تأثیر معنی‌داری بر هیچ کدام از شاخص‌ها نداشت (Tishehzan et al., 2011 and 2014).

نتایج طرح پژوهشی در کشت و صنعت امام خمینی با سه تیمار زهکشی آزاد، زهکشی کنترل‌شده در عمق ۷۰ سانتی‌متری و زهکشی کنترل‌شده در عمق ۹۰ سانتی‌متری نشان داد که زهکشی کنترل‌شده بر شوری و نسبت جذبی سدیم تاثیر منفی ندارد. میزان یون کلر خاک نیز از ابتدا تا انتهای دوره از یک روند کاهشی چه در تیمارهای زهکشی کنترل‌شده و چه در تیمار زهکشی آزاد برخوردار بود (Sadeghi Lari, 2016).

با توجه به مطالعه‌های انجام‌شده فوق‌الذکر و پتانسیل استان خوزستان جهت زهکشی، به نظر می‌رسد با شروع پژوهش‌های علمی در این زمینه و تعیین عوامل طراحی در شرایط استان و برای درخت خرما بتوان گام مهمی در تحول کشاورزی استان برداشت. لذا به عنوان اولین گام باید عمق بهینه سطح ایستابی با توجه به اهداف طرح برای نهال خرما تعیین و اثرات سطح ایستابی بر رشد آن بررسی شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور اجرای این تحقیق، آزمایشی در پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری اهواز به ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی °۱۵، ۳۱ و عرض جغرافیایی °۳۰، ۴۸ در لایسیمترهای زهکش‌دار از جنس پلی‌اتیلن به قطر ۹۰ (قطر داخلی ۸۰) و ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، مشتمل بر سه عمق آب آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A) و چهار نوع زهکشی (زهکشی کنترل‌شده در ۶۰ و ۸۵ سانتی‌متری از سطح خاک، کنترل سطح ایستابی در ۸۵ سانتی‌متری و زهکشی آزاد) در مجموع با ۱۲ تیمار در سه تکرار برای نهال‌های کشت بافتی خرما رقم برحی (به تعداد ۳۶ اصله) در نظر گرفته شد. برای پر کردن لایسیمترها ابتدا فیلتر شن و ماسه مناسب با لوله زهکش تهیه و در اطراف لوله زهکش قرار داده شد. سپس برای جلوگیری از نفوذ خاک درون منافذ زهکش و فیلتر، روی فیلتر شن و ماسه، توری پلاستیکی با مش ۱/۵ میلی‌متر قرار داده شد. سپس لایسیمترها از ترکیب خاک منطقه، ماسه و کود حیوانی به‌ترتیب به میزان ۴۷، ۴۷ و ۶ درصد وزنی پر گردید. برای متراکم نمودن خاک درون لایسیمترها از روش غرقاب استفاده شد. کنترل سطح ایستابی به روش بطری ماریوت صورت گرفت. بطری ماریوت به شیوه‌ای که توسط مور (Moor, 2004) بیان گشته است، ساخته و به هر لایسیمتر به‌طور مجزا متصل گردید. آب استفاده‌شده ناشی از صعود مویینه‌ای، توسط این مخزن تأمین گشته و در صورت آبیاری و بالا آمدن سطح ایستابی، آب اضافی از طریق زهکش متصل به مخزن خارج می‌شد.

نمونه آب آبیاری و نمونه خاک قبل از اعمال تیمارها تهیه و خصوصیات شیمیایی و بافت خاک (به روش هیدرومتری) تعیین گردید (Aliehyaei and Bebahani, 1993; Aliehyaei, 2006). قبل از کاشت نهال‌ها و اعمال تیمارها از خاک هر لایسیمتر در عمق ۵۰ سانتیمتری نمونه‌برداری شد و میزان شوری در آزمایشگاه پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری تعیین گردید. نهال‌های یکسان کشت بافتی خرما رقم برحی تهیه و هر اصله با رعایت اصول کاشت در یک لایسیمتر مجزا در اسفندماه کاشته شد (شکل ۱).

Fig. 1- View of Lysimeters at the test site
شکل ۱- نمایی از لایسیمترها در محل اجرای آزمایش

عملیات کاشت صبح زود انجام تا از وارد آمدن استرس به نهال جلوگیری شود. برای کاشت نهال کشت‌بافتی، گلدان پلاستیکی به دقت برش داده شد تا به ریشه‌های نخل آسیب نرسد و بیشترین مقدار از مواد بستر اطراف ریشه همراه آن باقی بماند. نهال در عمقی از خاک قرار داده شد تا پیاز نهال کشت‌بافتی هم‌سطح با سطح خاک اطراف باشد تا امکان ورود آب به درون قلب نهال و پوسیدن جوانه مرکزی نباشد. پس از کاشت، اولین عملیات آبیاری با دقت انجام شد. به‌منظور حفاظت نهال‌های خرما از شرایط نامساعد محیطی در ماه‌های اولیه رشد (بادهای شدید و گرم در اولین تابستان و سرما در فصل زمستان) اطراف آن‌ها با برگ‌های خشک درخت خرما پوشش داده شد.

آبیاری به روش سطحی با آب رودخانه کارون صورت گرفت. میزان آب مورد نیاز آبیاری با توجه به داده‌های هواشناسی به‌دست آمده از ایستگاه هواشناسی کشاورزی اهواز (مجاور محل طرح) و با روش تشتک تبخیر برای هر آبیاری تعیین شد. در زمان آبیاری، زمان خروج یک لیتر آب از هر بابلر در هر تیمار با زمان‌سنج اندازه‌گیری و زمان لازم برای آبیاری هر تیمار مشخص و آبیاری در این مدت زمان مشخص انجام شد. با توجه به هدف آزمایش، نیاز آب‌شویی در نظر گرفته نشد. میزان آب مورد نیاز با کمک رابطه‌های (۱) و (۲) تعیین گردید (Allen et al., 1998).

$$ETc = ET0 * Kc \quad (۱)$$

$$ET0 = Kp * Epan \quad (۲)$$

که ETc= تبخیر و تعرق گیاه، ET0= تبخیر و تعرق پتانسیل، Kc= ضریب گیاهی و Epan= ضریب تستک تبخیر است.

آب مورد استفاده برای آبیاری و کنترل سطح ایستابی، آب رودخانه کارون بود. دور آبیاری براساس یافته‌های تحقیقاتی (Alihouri et al., 2014)در دوره گیرایی (آبیاری در ماه اول ، دوم و ادامه به‌ترتیب پس از ۴۵، ۶۰ و ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشت) صورت گرفت. در طی آزمایش حجم آب استفاده‌شده از مخزن ماریوت به‌عنوان میزان صعود آب زیرزمینی اندازه‌گیری شد. برای این کار حجم تخلیه‌شده از مخزن ماریوت در فواصل دو آبیاری ثبت گردید. برای تیمارهای زهکشی کنترل‌شده، سطح آب با استفاده از مخزن ماریوت کنترل شد. با شروع آبیاری، شیر آب ورودی از ماریوت بسته شده و پس از خروج کامل زه‌آب، دوباره باز و سطح ایستابی تنظیم می‌شد. ۴۸ ساعت پس از هر آبیاری، حجم زه‌آب جمع‌آوری‌شده، اندازه‌گیری و ثبت گشت. برای بررسی روند شوری خاک، قبل از کشت نهال‌ها و در انتهای هر فصل پس از کشت، نمونه خاک از عمق ۵۰ سانتی‌متری با آگر تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌ها پس از هوا خشک‌شدن، کوبیده و سپس از الک ۱۰ میلی‌متری عبور داده شدند. از خاک عبور داده‌شده از الک، طبق دستورالعمل سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی (Aliehyaei and Bebahani, 1993; Aliehyaei, 2006) گل اشباع تهیه گردید. پس از ۲۴ ساعت، به کمک پمپ خلا عصاره اشباع تهیه شد. در عصاره حاصل، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) به کمک دستگاه EC متر WTW مدل Inolab Cond 720 قرائت گردید. برای تعیین بیلان آب، اجزای آن به‌طور جداگانه تعیین گشت. بیلان آب از رابطه‌ی ۳ تعیین گردید.

$$Wi+Wp+Wg-Wd=0 \quad (۳)$$

که: Wi = حجم آب آبیاری (لیتر)، Wp = حجم آب ناشی از بارندگی (لیتر)، Wg = حجم آب زیرزمینی صعودکرده (لیتر) و Wd = حجم زه‌آب (لیتر) است.

عملیات به‌زراعی شامل عملیات کاشت، مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها و تغذیه مطابق یافته‌های تحقیقاتی و به‌صورت یکسان برای همه‌ی تیمارها در طول دوره آزمایش انجام گرفت. میزان تغییرات شوری خاک در پایان هر فصل با روش نمونه‌برداری از عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک هر لایسیمتر تعیین شد.

در فواصل شش‌ماهه، درصد گیرایی و خصوصیات رشد رویشی نهال‌ها شامل ارتفاع طوقه نهال، تعداد، طول و عرض برگ

DOI: 10.22055/jise.2019.27739.1809

و برگ‌چه اندازه‌گیری شد. به‌منظور مقایسه نهال‌ها، ارتفاع طوقه از سطح زمین به کمک متر اندازه‌گیری گردید. تعداد کل برگ و برگ‌چه‌های هر نهال شمارش شد. تفاوت تعداد در ابتدا و انتهای آزمایش تعداد برگ و برگ‌چه تولیدشده را مشخص نمود. برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ، چهار برگ از جهات مختلف انتخاب و طول آن‌ها از ابتدای دمبرگ تا انتهای برگ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عرض نیز بیشترین عرض هر برگ تعیین گردید. برای هر نهال میانگین این اعداد به‌عنوان طول و عرض برگ ارایه شد. برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ‌چه، چهار برگ‌چه از برگ‌چه‌های میانی چهار برگ از جهات مختلف انتخاب و طول آن‌ها از ابتدای رگبرگ اصلی تا انتهای برگ‌چه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عرض نیز بیشترین عرض هر برگچه تعیین گردید. برای هر نهال میانگین این اعداد به‌عنوان طول و عرض برگ‌چه ارایه شد. در پایان تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده با توجه به طرح آزمایشی، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2007 استفاده شد.

نتایج وبحث

خصوصیات خاک و آب

نمونه‌ای از خاک مورد استفاده در لایسیمترها در آزمایشگاه برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تجزیه گردید (جدول ۱). درصد شن، سیلت و رس خاک با استفاده از روش هیدرومتری تعیین و بافت خاک به کمک مثلث بافت خاک، لوم تعیین گردید. هم‌چنین طی چند مرحله آب مورد استفاده برای آبیاری نمونه‌برداری وآنالیز گردید که میانگین نتایج در جدول (۲) آمده است.

میزان تبخیر و بارندگی

در طول دوره آزمایش مقادیر بارش و تبخیر به‌صورت روزانه از ایستگاه هواشناسی کشاورزی اهواز دریافت شد که روند تغییرات میزان بارش ماهیانه (شکل ۲) و تبخیر (شکل ۳) در مدت آزمایش رسم گردید.

محاسبه بیلان آب

بیلان آب در هر دوره آبیاری براساس تبخیر از تشت کلاس A، میزان بارندگی، حجم صعود آب و زه‌آب محاسبه گردید (شکل ۴). همان‌طورکه مشاهده می‌شود، در آذر ماه ۹۲ و ۹۴ این میزان منفی گردیده است و نشان‌دهنده این است که در این ماه‌ها با توجه به این که بارندگی بیشتر از تبخیر و تعرق گیاهی بوده است، نیازی به عملیات آبیاری وجود نداشت.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک

Table 1- Chemical and physical characteristics of Soil

Ec	pH	OC	Anions(meq/l)				Total	Cations(meq/l)				Total
dS/m		%	SO_4^{-2}	Cl^-	HCO_3^{-2}	CO_3^{-2}	Anions	K^+	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Cations
11.2	7.45	0.3	15.77	117.5	10	--	143.27		89.05	38	14	141.05

جدول۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

Table 2- Chemical characteristics of irrigation water

Ec	pH	(meq/lit)					
dS/m		CO_3^{-2}	HCO_3^{-2}	Cl^-	Mg^{+2}	Ca^{+2}	Na^+
3.02	7.7	1.87	0.5	9.76	5.1	5.34	0.36

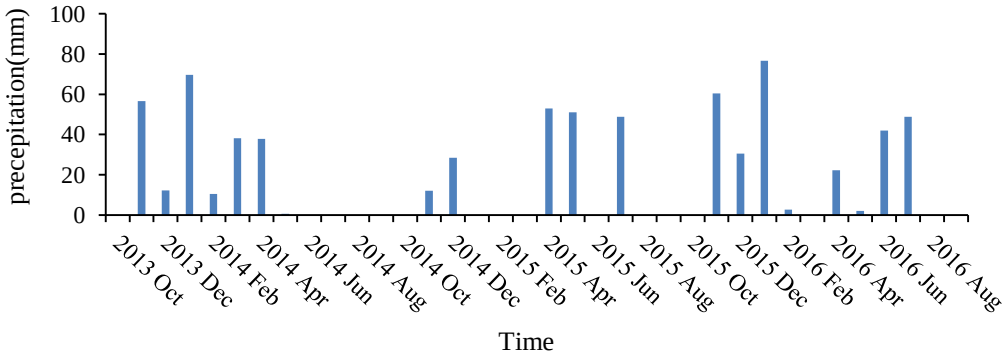

Fig 2- Monthly precipitation data during the study

شکل ۲- میزان بارندگی ماهیانه در طول مدت اجرای آزمایش

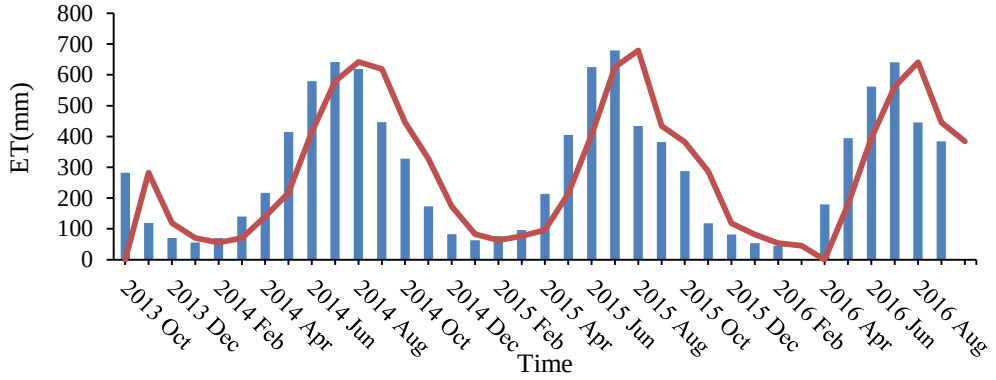

Fig 3- Monthly evaporation data during the study

شکل۳- میزان تبخیر ماهیانه در طول مدت اجرای آزمایش

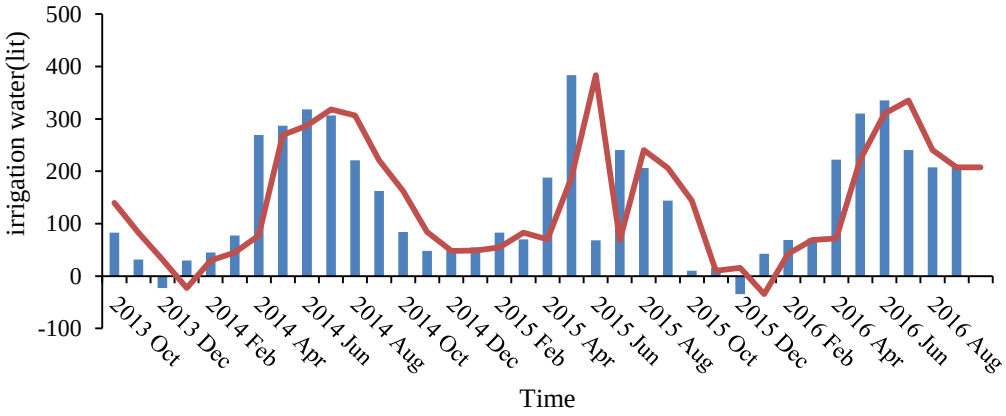

Fig 4- Irrigation water for each date palm during the study

شکل٤- میزان آب مورد نیاز هر اصله نخل خرما در مدت آزمایش

صعود آب زیرزمینی و زه‌آب خروجی

میزان صعود آب زیرزمینی در فاصله دو آبیاری از طریق اندازه‌گیری حجم آب تخلیه‌شده از بطری ماریوت طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ (شکل ۵) و سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ (شکل ۶) به‌دست آمد. نتایج نشان داد که حجم آب زیرزمینی صعودکرده با میزان آب آبیاری مورد نیاز ارتباط مستقیم دارد و هرچه میزان آب آبیاری کاهش یافت، میزان صعود آب افزایش و بالعکس هرچه میزان آب آبیاری افزایش پیدا کرد، میزان صعود آب کاهش پیدا کرد. به‌طوری‌که در تیمار ۱۰۰درصد آبیاری، میزان صعود آب کمتر از تیمار ۵۰ درصد بود. با افزایش سن نهال نیز میزان صعود آب افزایش داشت، به‌طوری‌که در سال دوم پس از کشت میزان صعود آب بیشتر از سال اول بود.

زه‌آب خارج‌شده از هر لایسیمتر در بشکه‌های جداگانه جمع‌آوری و پس از اطمینان از خروج کامل زه‌آب، حجم آن اندازه‌گیری شد. میزان تجمعی آن طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در شکل ۷ و طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در شکل ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان داد با افزایش میزان آب آبیاری، میزان زه‌آب افزایش و با کاهش میزان آب آبیاری، میزان زه‌آب کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری با ۵۲/۲ میلی‌لیتر بیشترین میزان زه‌آب و تیمار ۷۵ درصد با ۴۲/۸ میلی‌لیتر در رتبه بعدی و تیمار ۵۰ درصد با ۲۷/۶ میلی‌لیتر کمترین زه‌آب را در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ داشت (شکل ۷). به عبارتی تیمار ۵۰ درصد، حدود ۵۳ درصد زه‌آب کمتری نسبت به تیمار ۱۰۰درصد داشت. در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری با ۲۳/۶ میلی‌لیتر بیشترین میزان زه‌آب و تیمار ۷۵ درصد با ۱۶/۱ میلی‌لیتر در رتبه بعدی و تیمار ۵۰ درصد با ۱۳/۷ میلی‌لیتر کمترین زه‌آب را داشت (شکل ۸). به عبارت دیگر تیمار ۵۰ درصد، حدود ۵۸ درصد زه‌آب کمتری نسبت به تیمار ۱۰۰درصد داشت. با افزایش سن نهال نیز میزان زه‌آب کاهش داشت، به‌طوری‌که در سال دوم پس از کشت، میزان زه‌آب کمتر از سال اول بود. در واقع با رشد نهال و مصرف بیشتر آب برای تبخیر و تعرق، آب کمتری از لایه‌های خاک شسته و به زهکش منتقل گردید.

DOI: 10.22055/jise.2019.27739.1809

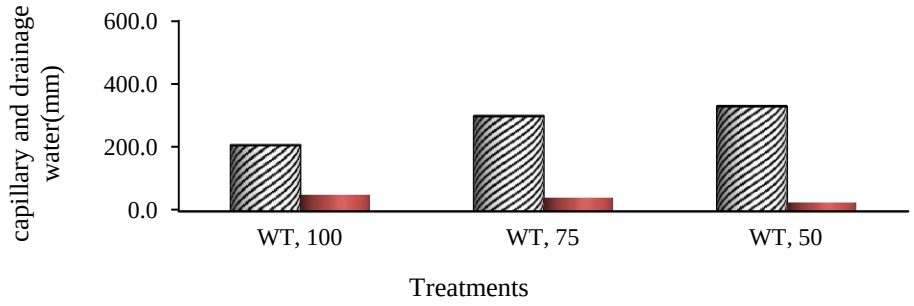

Fig 5- Capillary rise and drainage water (mm) during 2014-2015
شکل ٥- ارتفاع صعود آب و زه‌آب در تیمارهای آزمایشی در سال ١٣٩٤-١٣٩٣

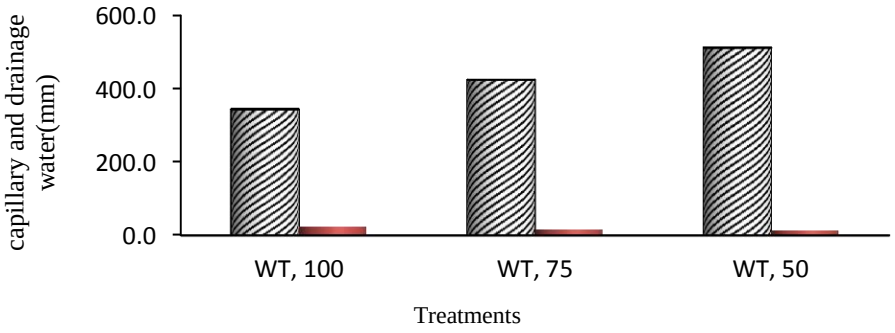

Fig 6- Capillary rise and drainage water (mm) during 2015-2016
شکل ٦- ارتفاع صعود آب و زه‌آب در تیمارهای آزمایشی در سال ١٣٩٥-١٣٩٤

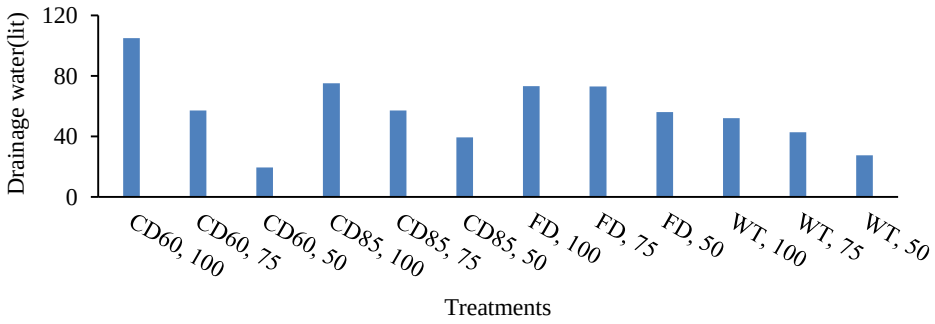

Fig 7-Volume of drainage water in the different treatments during 2014-15
شکل ٧- حجم زه‌آب در تیمارهای آزمایشی در سال ٩٤-١٣٩٣

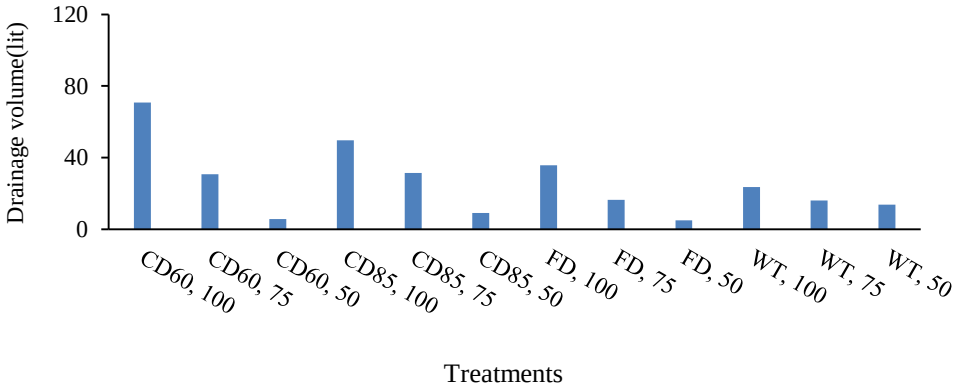

Fig 8- Volume of drainage water in the different treatments during 2015-16
شکل ٨- حجم زه‌آب در تیمارهای آزمایشی در سال ٩٥-١٣٩٤

تغییرات شوری خاک

قبل از کشت نهال‌ها، نمونه خاک از عمق ۵۰ سانتی‌متری برای هر لایسیمتر تهیه و در آزمایشگاه، هدایت الکتریکی(EC) آن‌ها اندازه‌گیری شد. پس از کشت در انتهای هر فصل نیز نمونه‌برداری خاک انجام و میزان شوری آن اندازه‌گیری شد و منحنی تغییرات شوری خاک در تیمارهای مختلف رسم گردید (شکل ۹). نتایج نشان داد زهکشی آزاد با عمق آبیاری ۵۰ و ۷۵ درصد تبخیر از تشتک کلاس A باعث شور شدن خاک گردید، ولی زهکشی آزاد با عمق آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A باعث کاهش شوری خاک شد. در زهکشی کنترل‌شده، در عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک، تیمارهای کم‌آبیاری ۵۰ و ۷۵ درصد شوری خاک را مقدار جزیی افزایش داد، ولی عمق آبیاری ۱۰۰ درصد شوری خاک را کاهش داد. هم‌چنین در زهکشی کنترل‌شده در عمق ۸۰ سانتی‌متری خاک و در تیمارهای با عمق آبیاری ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A، شوری خاک تغییر چندانی نکرد. نتایج این تحقیق با تحقیق Sadeghi Lari (2016) که نشان داده است زهکش کنترل‌شده بر شوری تاثیر منفی ندارد، هم‌خوانی دارد.

بررسی آماری

پس از انجام آزمایش و جمع‌آوری داده‌ها، آزمون کولموگراف اسمیرنو برای بررسی نرمال بودن داده‌ها انجام شد (جدول۳ و ۴). پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، نسبت به تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS17 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن اقدام شد.

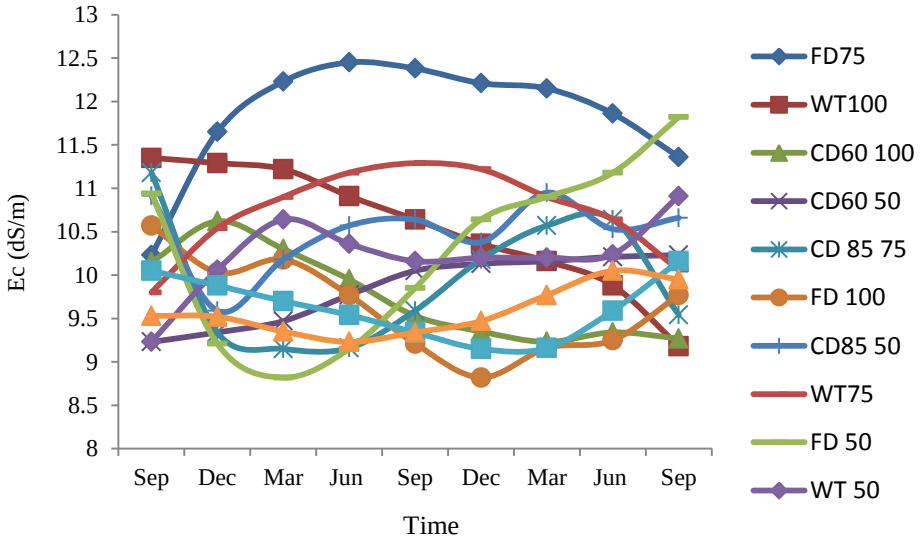

Fig 9- Soil salinity fluctuation

شکل ۹- تغییرات شوری خاک در تیمارهای مختلف

جدول ۳- نتایج آزمون کولموگراف اسمیرنو داده‌های سال اول

Table 3- Kolmogorov-smirnov test in 2014

	Drainage water	Number of leaves	Length leave	Width leave	Number of leaflets	Length leaflets	Width leaflets
skewness	0.587 ^{ns}	0.348 ^{ns}	0.608 ^{ns}	0.061 ^{ns}	0.285 ^{ns}	1.844 ^{ns}	0.542 ^{ns}
kurtosis	0.080 ^{ns}	1.237 ^{ns}	0.215 ^{ns}	0.369 ^{ns}	0.745 ^{ns}	4.834 ^{ns}	0.159 ^{ns}

ns = non significant

جدول ٤- نتایج آزمون کولموگراف –اسمیرنو داده‌های سال دوم

Table 4- Kolmogorov-smirnov test in 2015

	Drainage water	Number of leaves	Length leave	Width leave	Number of leaflets	Length leaflets	Width leaflets
skewness	2.282 ^{ns}	0.072 ^{ns}	0.181 ^{ns}	0.289 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.690 ^{ns}	1.182 ^{ns}
kurtosis	5.972 ^{ns}	0.618 ^{ns}	1.011 ^{ns}	2.270 ^{ns}	0.670 ^{ns}	0.748 ^{ns}	1.311 ^{ns}

ns = non significant

DOI: 10.22055/jise.2019.27739.1809

خصوصیات رویشی نهال خرما

برای بررسی اثر تیمارهای مختلف بر رشد نهال، خصوصیات مختلفی شامل تعداد، طول و عرض برگ و برگ‌چه و ارتفاع طوقه نهال اندازه‌گیری شد. سپس تفاوت رشد در انتهای هر سال زراعی برای هر شاخص محاسبه گردید.

گیرایی

با بازدید پیوسته از لایسیمترها، نهال‌ها از نظر زنده‌مانی مورد بررسی قرار گرفتند. درصد گیرایی در این آزمایش ۱۰۰ درصد بود و تمام نهال‌ها زنده مانده و رشد نمودند.

ارتفاع طوقه نهال نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تفاوت خصوصیات رشد رویشی (تعداد، طول و عرض برگ و برگ‌چه و ارتفاع طوقه نهال) از زمان کاشت تا پایان سال اول جدول (۵)، در سال دوم جدول (۶) و هم‌چنین تفاوت زمان کاشت تا پایان سال دوم جدول (۷) نشان داد آبیاری و زهکشی و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر بیشتر صفات اندازه‌گیری‌شده خصوصیات رشد رویشی نداشت. این نتیجه با یافته‌های Jain و Pareek (1989) مطابقت دارد. در سال اول اجرای آزمایش، طول و عرض برگ و ارتفاع طوقه تحت‌تأثیر تیمار آبیاری قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین تیمارهای مختلف آبیاری وجود داشت.

جدول۵-میانگین مربعات تفاوت رشد نهال در زمان کاشت تا پایان سال اول

Table 5- Mean square of seedling vegetative in the first year

Source of Variation	df	Number of leaves	Length leave	Width leave	Number of leaflets	Length leaflets	Width leaflets
Replication	2	8.52 ^{ns}	2296.6 ^{ns}	784.3 ^{ns}	1382.8 ^{ns}	275.9 ^{ns}	111.7 ^{ns}
Drainage	3	4.651 ^{ns}	1054.29 ^{ns}	276.27 ^{ns}	1905.1^{ns}	128.99 ^{ns}	29.16 ^{ns}
Irrigation	2	22.54 ^{ns}	4920.16 ^{ns}	1989.81 *	5156.2 ^{ns}	681.86 *	98.49 *
Drainage* Irrigation	6	6.67 ^{ns}	1294.04 ^{ns}	496.47 ^{ns}	1162.2 ^{ns}	178.04 ^{ns}	17.45 ^{ns}
Error	22	7.44	1452.47	391.79	2381.4	184.55	21.95
total	36						

ns = non significant *=P value< 0.05

جدول٦-میانگین مربعات تفاوت رشد نهال در پایان سال دوم

Table 6- Mean square of seedling vegetative in the second year

Source of Variation	df	Number of leaves	Length leave	Width leave	Number of leaflets	Length leaflets	Width leaflets
Replication	2	20.20 ^{ns}	4426.2 ^{ns}	952.24 ^{ns}	11151.5 ^{ns}	333.68 ^{ns}	190.17 ^{ns}
Drainage	3	6.43 ^{ns}	954.89 ^{ns}	376.52 ^{ns}	1957.15 ^{ns}	167.53 ^{ns}	58.114 ^{ns}
Irrigation	2	53.17 ^{ns}	8176.23 ^{ns}	2644.99 *	24895.2 ^{ns}	828.15 *	357.49 *
Drainage* Irrigation	6	9.71 ^{ns}	1241.8 ^{ns}	499.54 ^{ns}	6705.8 ^{ns}	192.23 ^{ns}	76.12 ^{ns}
Error	22	15.58	2337.00	813.65	9315.00	255.53	106.67
total	36						

ns = non significant *=P value< 0.05

جدول۷-میانگین مربعات وزن تر و خشک نهال در پایان سال دوم

Table 7- Mean square of fresh and dry weight of seedling

Source of Variation	df	Fresh weight	Dry weight
Replication	2	8.234 ^{ns}	1.290 ^{ns}
Drainage	3	1.462 ^{ns}	323.3 ^{ns}
Irrigation	2	1.307 ^{ns}	0.163 ^{ns}
Drainage* Irrigation	6	1.729 ^{ns}	0.536 ^{ns}
Error	22	2.524	0.476
total	36		

ns = non significant

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که حجم آب زیرزمینی صعودکرده با میزان آب آبیاری مورد نیاز ارتباط مستقیم دارد و هرچه میزان آب آبیاری کاهش یافت میزان صعود آب افزایش و بالعکس هرچه میزان آب آبیاری افزایش پیدا کرد، میزان صعود آب کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری میزان صعود آب کمتر از تیمار ۵۰ درصد بود. با افزایش سن نهال نیز میزان صعود آب افزایش داشت. به‌طوری‌که در سال دوم پس از کشت میزان صعود آب بیشتر از سال اول بود. با افزایش میزان آب آبیاری میزان زه‌آب افزایش و با کاهش میزان آب آبیاری میزان زه‌آب کاهش یافت. به عبارتی تیمار ۵۰ درصد دارای زه‌آب به میزان بیش از ۵۰ درصد کمتر از تیمار ۱۰۰ درصد بود. با افزایش سن نهال نیز میزان زه‌آب کاهش داشت، به‌طوری‌که در سال دوم پس از کشت میزان زه‌آب کمتر از سال اول بود. به عبارت دیگر با رشد نهال و مصرف بیشتر آب جهت تبخیر و تعرق، آب کمتری از لایه‌های خاک شسته و به زهکش منتقل شد. با افزایش میزان آب آبیاری شوری خاک کاهش پیدا کرد. نتایج نشان داد زهکشی آزاد با عمق آبیاری ۵۰ و ۷۵ درصد تبخیر از تشتک تبخیر باعث شور شدن خاک گردید ولی زهکشی آزاد با عمق آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک تبخیر شوری خاک را کاهش داد. در زهکشی کنترل‌شده در عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک، تیمارهای آبیاری ۵۰ و ۷۵ درصد شوری خاک را مقدار جزیی افزایش دادند ولی عمق آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک تبخیر شوری خاک را کاهش داد. در زهکشی کنترل‌شده در عمق ۸۰ سانتی‌متری خاک تیمارهای آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد شوری خاک را تغییر چندانی ندادند. بنابراین می‌توان در صورت امکان زهکشی کنترل‌شده در عمق ۸۰ سانتی‌متری را مد نظر قرار داد و با مقادیر ۵۰ درصد تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A نیز عملیات آبیاری را انجام داد بدون این‌که شوری خاک تغییر کند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله تشکر ویژه خود را از پرسنل پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری برای همکاری در اجرای این تحقیق اعلام می‌دارند.

References

1- Abdel Daiem, S., Hoevenaars, J., Mollinga, p.p., Scheumann, W., Slootweg, R. and Steenbergen, F.V., 2005. Agricultural drainage: Towards an integrated approach. *Irrigation and Drainage Systems*, 19, pp.71-87.

2- Akram, M. and Akram, S., 2004. Controlled drainage, a solution to improve irrigation efficiency in drained lands of Iran. *In Proceedings of the Third Technical Drainage Workshop*, pp.21-32. (In Persian).

3- Aliehyaei, M. and Behbahanizadeh, A.A., 1993. Descriptions of methods for soil chemical analysis (Vol. I). No. 893. *Soil and Water Research Institute. Agricultural Research, Extension and Education Organization. Ministry of Agriculture*, pp.116. (In Persian).

4- Aliehyaei, M., 2006. Descriptions of methods for soil chemical analysis (Vol. 2). No. 1024. *Soil and Water Research Institute. Agricultural Research, Extension and Education Organization. Ministry of Agriculture*, pp.129. (In Persian).

5- Alihouri, M., Torahi, A. and Moazed, H., 2014. Effect of irrigation interval on surviving and vegetative growth of date palm cultivars (cv. Sayer). *Journal of water engineering*, pp. 8-58. (In Persian)

6- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration (Guidelines for computing crop water requirements). *Food and Agriculture Organization of the United Nations .Irrigation and Drainage*, paper 56. Rome. pp.300.

7- Askri, B., Ahmed, A.T., Abichou, T. and Bouhlila, R., 2014. Effects of shallow water table, salinity and frequency of irrigation water on the date palm water use. *Journal of Hydrology*, 513, pp.81–90.

8- Battiliani, A., Anconelli, S. and Guidoboni, G., 2004. Water table level effect on the water balance and yield of two pear rootstock. *ISHS Acta Horticulture*, 664; pp.47-54.

9- Boland, A.M., Yerie, P.H., Mitchell, P.D., Irvine, J.L. and Nardella, N., 1996. The effect of a saline and non-saline water table on peach tree water use, growth, productivity and ion uptake. *Australian Journal of Agricultural Research*, 47, pp.21-139.

10- Elkhoumsi, W., Hammani, A., Bouarfa, S., Kuper, M., Hassan, I., Umr G-eau, I. and Umr G-eau, C., 2015. Contribution of saline groundwater table to date palm water use in oases area. *In 26th ERC and 66th IEC, ICID.*

11- Grismer, M.E., and Gates, T.K., 1988. Estimating saline water table contribution to crop water use. *California Agriculture*, 42, pp.3–24.

12- Jain, B.L. and Pareek, O.P., 1989. Effect of drip irrigation and mulch on soil and performance of date palm under saline water irrigation. *Annuals of Arid Zone*, 28, pp.3-4.

13- Mahjoubi, A., Hooshmand, A.B., Naseri, A.A and Jafari, S., 2014. Effect of controlled drainage on reducing drainage coefficient and drainage volume in sugarcane fields of Imam Khomeini Agro-industry. *Journal of Water and Soil*, 27(6), pp.1133-1144. (In Persian)

14- Moor, R.D., 2004. Construction of a Mariotte bottle for constant rate tracer injection into small streams. *Streamline Watershed Management Bulletin*, 8(1), pp.15-16.

15- Parsons, J. E., Skaggs, R.W. and Doty, E.W., 1990. Simulation of controlled drainage in open – ditch drainage systems. *Agricultural Water Management*, 18, pp.301-316.

16- Sadeghi Lari, A., 2016. Effects of controlled drainage systems to prevent chemical soil degradation in the Area under sugarcane cultivation. *Environmental Erosion Research*, 5:4(20), pp.58-72. (In Persian)

17- Sepaskhah, A.R. and Karimi-Goghari. Sh., 2005. Shallow groundwater contribution to pistachio water use. *Agriculture Water Management*, 72, pp.69-80.

18- Skaggs, R.W., 1999. Water table management: Subirrigation and controlled drainage. In: Skaggs, R.W. and Van Schilfgaarde, J. (eds.), *Agricultural drainage*, pp.695-718.

19- Tishehzan, P. Naseri, A.A, Hassanoghli, A. R. and Meskarbashi, M., 2011. Effects of shallow saline water table management on the root zone salt balance and date palm growth in South-West Iran. *Research on Crops*, 12(3), pp.839-847.

20- Tishehzan, P. Naseri, A.A, Hassanoghli, A. R. and Meskarbashi, M., 2014. Lysimeter water and salt balance study of the roots of palm trees under different field managements. *Iranian Water Research Journal*, 7(12), pp.203-212. (In Persian)

21- Wahba, M. A. S., El-Ganainy M. A., and Amer, M. H., 2003. Water table management for irrigation water saving. In *9th International Drainage Workshop, Utrecht, The Netherlands.*

22- Zied, H.A., Tibor, T., Mohamed-Khaled, I. and Salem, B., 2017. Effects of excessive irrigation of date palm on soil salinization, shallow groundwater properties and water use in a Saharan oasis. *Environmental Earth Sciences*, 76(17), pp.1-12.

23- Zeineldin, F.I. and Aldakheel, Y.J., 2010. Evaluation contribution of ground shallow water table to irrigation of date palm trees under irrigation reduction in Saudi Arabia. *International Conferences on Chemistry and Chemical Engineering (ICCCE).*