نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۳، آذر - دی ۱۳۹۸، ص. ۱۴۸۰-۱۴۷۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 13, Dec.-Jan. 2019, p. 1471-1480

# تأثیر سطوح مختلف آبیاری و شوری بر عملکرد خیار گلخانه‌ای

رضوان رئیسی‌نژاد دوبنه[۱]، نجمه یزدان‌پناه[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۰

## چکیده

محدودیت کمی و کیفی آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، دو عامل تأثیرگذار در تولیدات محصولات کشاورزی می‌باشند لذا توجه به بهبود و اصلاح انواع روش‌های آبیاری و نیز مکانیزه کردن این روش‌ها برای افزایش راندمان آبیاری و بالا بردن یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه، از اهمیت خاصی برخوردار است. در این راستا به‌منظور بررسی تأثیر منابع مختلف آب شور و مقادیر مختلف آبیاری بر خصوصیات گیاهی خیار گلخانه‌ای، آزمایشی در قالب کرت‌های نواری خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۷ در شهرستان جیرفت انجام شد. در این مطالعه تیمارها در چهار سطح تبخیر از تشت ($I_1$=۱۵، $I_2$=۳۰، $I_3$=۴۵ و $I_4$=۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت) و سه سطح شوری ($S_1$=۰/۹، $S_2$=۲/۶ و $S_3$=۷/۵ دسی زیمنس بر متر) به‌ترتیب به‌عنوان عوامل اصلی و فرعی، در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از بررسی عملکرد و اجزای عملکرد خیار گلخانه‌ای در شرایط اعمال توأم کم‌آبیاری و شوری نشان داد که صرفه‌جویی ۶۷۰ مترمکعبی آب در سطح آبیاری شده پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت در مقایسه با سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت، در شرایطی باعث کاهش ۶/۳ درصدی عملکرد محصول، ۸/۱ درصدی ارتفاع بوته، ۵/۲ درصدی وزن میوه و ۸/۱ درصدی تعداد میوه در بوته شد که افزایش ۵/۹ درصدی بهره‌وری آب، را درپی داشته است. همچنین اعمال سطح شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر در مقایسه با سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس‌برمتر در کشت خیار گلخانه‌ای سبب کاهش ۷/۱ درصدی عملکرد محصول، ۵/۶ درصدی ارتفاع بوته، ۵/۲ درصدی وزن میوه و ۶/۱ درصدی تعداد میوه در بوته، ۷/۱ درصدی بهره‌وری آب شد

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری قطره‌ای، بهره‌وری آب، تنش شوری، خیار گلخانه‌ای، سطوح آبیاری

## مقدمه

کمبود آب برای زندگی انسان بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک و در کشورهای در حال توسعه به‌صورت یک تهدید واقعی نمایان شده است و قرار گرفتن بیشتر نقاط ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک، باعث شده است که آب، مهم‌ترین عامل محدودیت در افزایش تولیدات کشاورزی حساب گردد (دهقان و همکاران، ۱۳۸۹). لذا رشد جمعیت و از طرفی بالا رفتن استانداردهای زندگی باعث افزایش مصرف آب گشته و با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب در کشور، صرفه جویی در مصرف و استفاده بهینه از آب موجود لازم و ضروری به نظر می‌رسد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۹). این در حالی است که مدیریت مصرف آب در این بخش می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر کاهش فشار بر منابع آب داشته باشد. یکی از گزینه‌های افزایش بازده آبیاری، استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای است که بهره‌وری آب را تا نزدیک به ۹۵ درصد افزایش می‌دهد (Asadi et al., 2011).

ابراگیموو و همکاران در راستای ارزیابی روش‌های آبیاری شیاری و قطره‌ای به این نتیجه رسیدند که سیستم آبیاری قطره‌ای قادر به صرفه‌جویی ۱۸ تا ۴۲ درصدی آب و افزایش ۳۵ تا ۱۰۳ درصدی بهره‌وری آب نسبت به روش آبیاری شیاری می‌باشد (Ibragimov et al., 2007). در مطالعه‌ای دیگر پس از ارزیابی دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در کشت بادمجان نتیجه گرفته شد که علاوه بر اینکه عملکرد و کیفیت بادمجان در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بهتر بود، بهره‌وری آب نیز در این سیستم به مقدار قابل ملاحظه‌ای نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی بیشتر شد (Colak et al., 2017).

از طرف دیگر تعیین زمان و میزان آب مورد نیاز گیاه، از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه می‌باشند که برآورد غیرواقع این پارامترها، خسارات فراوانی به‌همراه دارد (Zhang et al., 2011). لذا سیستم آبیاری قطره‌ای با وجود داشتن مزایای زیاد به‌دلیل نداشتن اطلاعات کافی بهره‌برداران از میزان و زمان دقیق آب مورد نیاز گیاه، کاربرد این سیستم را با نارسایی‌هایی روبرو کرده است

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران
۲- دانشیار، گروه مهندسی آب، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: najmeyazdanpznah@yahoo.com)

(Bozkurt and Mansuroglu, 2011). این در حالی است که با تنظیم برنامه آبیاری از طریق اندازه‌گیری مستقیم تبخیر توسط تشت تبخیر، می‌توان زمان مناسب آبیاری را مشخص کرد. در این راستا بررسی پنج سطح (بدون آبیاری، آبیاری پس از ۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت) بر عملکرد و اجزای عملکرد موسیر نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری، وزن خشک پیاز، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع ساقه گل‌دهنده به شدت کاهش یافت. ضمن این‌که بهترین فاصله بین دو آبیاری موسیر پنج روزه پیشنهاد شد (شریف‌روحانی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین ارزیابی سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت بر سیاه‌دانه نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و درصد اسانس این گیاه دارد، بطوری‌که عملکرد دانه در سطح آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت در مقایسه با سطح ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت ۲۲/۸ درصد کاهش یافت (حیدری و رضاپور، ۱۳۹۰).

اگرچه استفاده از روش‌های آبیاری با راندمان بالا و به کارگیری استراتژی‌های نوین آبیاری نظیر کم‌آبیاری که موجب صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب شیرین خواهد شد، لکن کاهش منابع آب در نتیجه افزایش جمعیت جهان به مرز نه میلیارد نفر تا سال ۲۰۳۰، لزوم استفاده از منابع آبی جایگزین، جهت نیل هم‌زمان به امنیت غذایی و کاهش معضل بحران آب را ضروری می‌سازد (ذونعمت کرمانی و همکاران، ۱۳۹۴). لذا با توجه به تقاضای روزافزون برای آب در بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت لزوم استفاده از آب‌های نامتعارف به‌عنوان بخشی از منابع آبی بیش از پیش احساس می‌شود، به‌طوری‌که استفاده از منابع آب غیرمتعارف که منجر به کاهش فشار بر منابع آب شیرین می‌شود، روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌گردد (Marofi et al., 2013). یکی از منابع دارای پتانسیل جایگزینی برای آب شیرین، منابع آب‌های شور می‌باشد (Kang et al., 2010) که در صورت مدیریت صحیح آب و خاک و دقت در برنامه‌ریزی و تنظیم آب آبیاری، می‌توان از این نوع آب حداکثر استفاده را کرد (Moreno et al., 2001).

در این راستا به منظور ارزیابی اثرات حجم آب آبیاری بکار برده شده و شوری آب آبیاری بر تولید گندم و توزیع شوری خاک، تحقیقی میدانی در چین در طول دو فصل زراعی صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که شوری خاک در زمان برداشت در تمامی تیمارها در مقایسه با شرایط اولیه خصوصاً در لایه سطحی (۴۰-۰ سانتی‌متر) افزایش یافت. هرچند این اثرات با بارش‌های تابستان و پاییز از بین رفت. همچنین اثر متقابل حجم آبیاری و شوری آب آبیاری بر روی عملکرد دانه، کل آب مصرفی و بهره‌وری آب آبیاری در هر دو فصل کشت از نظر آماری غیر معنی‌دار بود (Wang et al., 2015).

خیار (Cucumis sativus) جزء خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae) بوده و یکی از صیفیجات قدیمی جهان است که در بسیاری از کشورها خیار بعد از گوجه‌فرنگی و کلم مهم‌ترین صیفی و از نظر هزینه از سبزی‌های پُر هزینه می‌باشد (افراسیاب و همکاران، ۱۳۹۴). از آنجایی‌که خیار تولید شده به‌عنوان محصول نهایی در بازار عرضه شده و دوره زمانی بازگشت سرمایه آن کوتاه است، لذا در طبقه‌بندی محصولات کشاورزی، در گروه محصولات نقدی قرار دارد، این در حالی است که با توجه به امکانات وسیع تولید و فرآوری این محصول در ایران، اهمیت اقتصادی زیادی دارد و با ارزآوری مناسب، مورد توجه بسیاری از متولیان کشاورزی قرار گرفته است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶). سطح زیرکشت این گیاه در کشور ایران در حدود ۸۰ هزار هکتار و میزان تولید آن با توجه به قابلیت کشت گلخانه‌ای و غیرگلخانه‌ای، بطور متوسط ۵۵ تن در هکتار است (ذونعمت و اسدی، ۱۳۹۳). سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای در استان کرمان در سال ۱۳۹۴ در حدود ۱۶۵۱ هکتار بوده که ۱۲۵۰ هکتار آن زیرکشت خیار می‌باشد (اسدی و کاراندیش، ۱۳۹۵).

با توجه به کمبود و محدودیت منابع آبی کشور، جهت صرفه‌جویی بیشتر آب و افزایش عملکرد در واحد سطح، می‌توان با اصلاح الگوی مصرف در بخش کشاورزی، استفاده از آب‌های نامتعارف و با بهره‌گیری از روش‌های مناسب آبیاری و مدیریت صحیح آب در مزرعه، کمبود منابع آبی کشور را تا حدودی جبران کرد. لذا باتوجه به اینکه شهرستان جیرفت یکی از عمده‌ترین مراکز تولید خیار گلخانه‌ای ایران محسوب می‌شود، در این راستا انجام تحقیقی در خصوص ارزیابی تأثیر توام سطوح مختلف آبیاری و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد خیار گلخانه‌ای در منطقه جیرفت می‌تواند بسیار مفید باشد.

## مواد و روش ها

به‌منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف آبیاری و شوری بر خصوصیات گیاهی خیار گلخانه‌ای، آزمایشی در گلخانه‌ای که دارای چهار دهانه با ارتفاع ۳/۵ متر، عرض هر دهانه ۴ متر، مجهز به سقف باز شو، سیستم گرمایش و سرمایش و پوشش پلی‌اتیلن UV دار ۴/۵ درصد بود، در قالب کرت‌های نواری خرد شده در سه تکرار در سال ۱۳۹۷ به اجرا در آمد. در این آزمایش جهت تأمین حرارت مورد نیاز از دستگاه گرمایش مشعل‌دار گازوئیلی استفاده شد. سیستم پخش حرارت در وسط گلخانه و در زیر سقف قرار داده شده بود که حرارت را از قسمت بالا به پایین پخش می‌کرد، به‌طوری‌که در طول دورهٔ رشد گیاه، دمای روزانه بین ۳۰ تا ۴۵ و دمای شبانه بین ۲۲ تا ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۳۵ تا ۶۵ درصد بود. در این مطالعه تیمارها در چهار سطح تبخیر از تشت ($I_1$= ۱۵، $I_2$= ۳۰، $I_3$= ۴۵ و $I_4$= ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت) و سه سطح شوری ($S_1$=۰/۹، $S_2$=۲/۶ و $S_3$=۷/۵ دسی زیمنس بر متر) به‌ترتیب به‌عنوان عامل اصلی و فرعی در نظر گرفته شدند. تیمارها در کرت‌هایی به عرض ۳

و طول ۴ متر (شامل ۴ ردیف کشت به‌فاصلهٔ ۰/۷۵ متر از یکدیگر) اعمال شدند. همچنین فاصله بین بوته‌های کشت شده در هر ردیف، ۴۰ سانتی‌متر بود. جهت سهولت در رفت و آمد و اندازه‌گیری صفات بین تیمارهای اصلی، فرعی و تکرارها که به‌صورت عمودی زیر هم قرار گرفته بودند، نیم متر فاصله در نظر گرفته شد.

در این تحقیق برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه، قبل از کاشت از اعماق مختلف خاک نمونه‌برداری انجام گردید که در جدول ۱، تجزیه این خصوصیات آمده است. برای تأمین آب مورد نیاز از سه حلقه چاه آب با شوری مختلف استفاده شد. نتایج تجزیه شیمیایی آب سه حلقه چاه فوق‌الذکر در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به‌این‌که منابع تأمین آب به جزء منبع شماره ۱، در فاصله زیادی نسبت به مزرعه قرار داشتند، لذا برای تجهیز سیستم آبیاری، ابتدا دو مخزن فلزی در فاصله ۲۰۰ متری مزرعه مورد آزمایش قرار داده شد، سپس آب از منابع مورد نظر (منابع ۲ و ۳) به داخل مخزن‌ها انتقال داده شد و برحسب نیاز هر تیمار مورد استفاده قرار گرفت.

از آن‌جا که رقم نگین که یکی از ارقام رایج کشت در گلخانه‌های منطقه جیرفت است، لذا در این تحقیق نشاء بذر نگین در اواسط مرداد کشت شد و طول مدت رشد آن‌ها تا اولین چین، ۱۱۵ روز بود. همچنین با توجه به نتایج تجزیه خاک و آب و توصیه آزمایشگاه خاک و آب، قبل از کشت در حدود ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر، ۲۰ کیلوگرم کود سولفات آمونیوم و ۵ کیلوگرم سولفات کلات آهن به زمین تزریق گردید. همچنین از کود ازته (اوره) به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در طول دوره کشت صورت تقسیطی استفاده شد.

**جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام تحقیق**

| عمق (سانتی‌متر) | درصد اندازه ذرات | | | بافت خاک | درصد پژمردگی | درصد ظرفیت زراعی | چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) | اسیدیته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رس | سیلت | شن | | | | | | |
| ۰ تا ۵۰ | ۴۳/۴ | ۴۱/۷ | ۱۴/۹ | رس سیلتی | ۱۸/۵ | ۳۶/۲ | ۱/۴۷ | ۰/۵۲ | ۶/۹ |
| ۵۰ تا ۱۰۰ | ۴۴/۱ | ۴۳/۴ | ۱۲/۵ | رس سیلتی | ۱۷/۱ | ۳۲/۶ | ۱/۴۳ | ۰/۶۹ | ۷/۲ |

**جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده**

| منبع تأمین | آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (میلی‌گرم در لیتر) | | | | | | | | SAR | PH | EC (ds/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | سولفات | بی‌کربنات | کربنات | سدیم | منیزیم | کلسیم | کلر | پتاسیم | | | |
| ۱ | ۴/۲ | ۳/۱ | ۰ | ۱۰/۱ | ۱/۶۵ | ۲/۱۶ | ۶/۹ | ۰/۰۹ | ۷/۳۲ | ۷/۵ | ۰/۹ |
| ۲ | ۱۸/۶ | ۷/۹ | ۰ | ۲۵/۴ | ۴/۶ | ۱۳/۳ | ۱۶/۹ | ۰/۱۵ | ۸/۴۸ | ۷/۸ | ۲/۶ |
| ۳ | ۲۱/۹ | ۹/۳ | ۰ | ۳۶/۱ | ۹/۴ | ۲۱/۵ | ۳۶/۲ | ۰/۳۷ | ۹/۲ | ۷/۷۴ | ۷/۵ |

در این آزمایش جهت آبیاری بوته‌ها از نوارهای تیپ با ضخامت ۲۰۰ میکرون، فاصلهٔ مجاری آبده ۴۰ سانتی‌متر و دبی ۴ لیتر در ساعت در هر متر از طول لوله، استفاده شد. به‌طوری‌که برای هر ردیف کشت، دو لوله آبرسان با فاصله حدوداً ۱۵ سانتی‌متری نسبت به ردیف کشت اجرا گردید. در این مطالعه، تا چهل روز بعد از کشت عملیات آبیاری در تمامی تیمارها هر سه روز یک‌مرتبه انجام شد. همچنین پس از اطمینان از استقرار کامل گیاه (چهل روز بعد از کشت) جهت تعیین زمان شروع آبیاری از تشت تبخیر کلاس A کارگذاری شده در میان بوته‌ها، استفاده شد. به این صورت که میزان تبخیر از تشت به‌طور روزانه ثبت می‌گردید. هر زمان که تبخیر تجمعی روزهای متوالی بین اعداد ۱۳ تا ۱۷ میلی‌متر قرار می‌گرفت، تیمار $I_1$ در یک روز بعد آبیاری می‌شد. این مقادیر برای تیمارهای $I_2$، $I_3$ و $I_4$ به‌ترتیب برابر با ۲۸ تا ۳۲، ۴۳ تا ۴۷ و ۵۸ تا ۶۲ میلی‌متر تبخیر از تشت بود. همچنین در این مطالعه، قبل از هر نوبت آبیاری، با نمونه‌برداری از اعماق ۰ تا ۵۰ و ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری خاک، رطوبت موجود در هر تیمار اندازه‌گیری شد و میزان عمق آب آبیاری از رابطه زیر محاسبه شد. همچنین جهت محاسبه حجم آب خالص مورد نیاز هر کرت عمق محاسبه شده را در مساحت کرت ضرب نمودیم.

$$I_n = \sum_{j=1}^{2} \left( (\theta_{FCj} - \theta_{BIj}) \times D_j \right) \quad (۱)$$

که در این رابطه: $I_n$: عمق آب آبیاری (میلی‌متر)، $\Theta_{FCi}$: درصد رطوبت وزنی در نقطه رطوبتی ظرفیت زراعی در لایه iام، $\Theta_{BC}$: درصد رطوبت وزنی قبل از آبیاری در لایه iام و $D_j$: ضخامت هر لایه است. در این مطالعه برای مقایسه تیمارها علاوه بر در نظر گرفتن عملکرد و بهره‌وری آب، شاخص‌های رشد گیاه از جمله وزن میوه، ارتفاع بوته و تعداد میوه در بوته نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. بر این اساس برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها در زمان برداشت، با حذف ردیف‌های کناری در هر تکرار، به‌منزله اثر حاشیه، نمونه‌برداری فقط از دو ردیف وسط انجام شد. همچنین برای تعیین بهره‌وری آب از رابطه (۲) استفاده شد. در نهایت داده‌های به دست آمده با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD (در سطح اعتماد ۹۹ درصد) انجام گردید.

$$WP=Y_T/V_T \quad (۲)$$

در این رابطه؛ WP: بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، $Y_T$: عملکرد قابل ارائه به بازار (کیلوگرم در هکتار) و $V_T$: حجم آب آبیاری (مترمکعب) می‌باشد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای اعمال شده بر صفات مورد بررسی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که اثر سطوح تبخیر و شوری بر تمامی صفات مورد بررسی در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار است این در حالی است که اثر متقابل سطوح تبخیر و شوری بر تمامی صفات در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار است.

**جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس طرح**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | عملکرد | بهره‌وری آب | ارتفاع بوته | وزن میوه | تعداد میوه در بوته |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار Rep | ۲ | ۱۲/۳۸ | ۲۱/۱۱۴ | ۳/۴۱ | ۰/۰۱۵ | ۸۳/۹۱ |
| سطوح تبخیر A | ۳ | ۲۹۷/۲۲** | ۳۲۵/۲۴** | ۲۹/۷۵** | ۰/۰۷۹** | ۱۴۲/۲۳** |
| خطا (E1) | ۶ | ۷/۴۲ | ۱/۶۵ | ۰/۹۲ | ۰/۰۱۳ | ۶/۰۲ |
| سطوح شوری B | ۲ | ۳۲۵/۱۱** | ۱۴۵/۱۶ ** | ۸۷/۲۳ ** | ۰/۱۷ ** | ۶۸/۲۹ ** |
| اثر متقابل AB | ۶ | ۱۵۵/۱۹ ** | ۲۱/۹۸** | ۱۵/۱۷** | ۰/۰۸ ** | ۱۳۸/۲۴ ** |
| خطا (E2) | ۲۴ | ۰/۰۱۲ | ۲/۲۱ | ۰/۹۴ | ۰/۰۱ | ۳/۳۲ |

### تحلیل آب مصرفی و دور آبیاری

با توجه به‌این‌که این آزمایش با هدف تأثیر توأم تنش خشکی و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد خیار گلخانه‌ای انجام گردید، نیاز آبشویی در سطوح مختلف شوری محاسبه نگردید لذا می‌توان چنین اذعان داشت که میزان آب مصرفی تیمارهای فرعی اعمال‌شده در هر تیمار اصلی یکسان در نظر گرفته شد، به‌طوری‌که میزان آب مصرفی در سطوح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت، به‌ترتیب ۵۷۰۰، ۵۰۳۰، ۴۳۱۵ و ۳۳۵۰ مترمکعب در هکتار بود. نتایج بدست آمده از میزان آب مصرفی نشان می‌دهد که افزایش تبخیر از تشت کاهش حجم آب مصرفی در کل فصل رشد را موجب شده است. به نحوی که تغییر میزان تبخیر از تشت از ۱۵ به ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت به‌دلیل افزایش فاصله دو آبیاری متوالی به‌ترتیب باعث کاهش ۱۱/۷، ۲۴/۳ و ۴۱/۲ درصدی حجم آب مصرفی شد. در این خصوص اسدی و کاراندیش (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر چهار آستانه پتانسیل ۴۵، ۵۵، ۶۵ و ۷۵ سانتی‌بار جهت شروع آبیاری در قالب روش آبیاری قطره‌ای بر عملکرد خیار گلخانه‌ای در منطقه جیرفت پرداختند. نتایج نشان داد که حجم آب مصرفی در کل فصل رشد در سطوح پتانسیل ۴۵، ۵۵، ۶۵ و ۷۵ سانتی‌بار به‌ترتیب ۶۰۰۰، ۵۳۰۰، ۴۰۷۰ و ۲۵۵۰ مترمکعب در هکتار بود. همچنین از آنجاکه در این تحقیق تنظیم زمان آبیاری بر اساس میزان تبخیر از تشت تبخیر انجام شد، لذا تعداد دفعات آبیاری را تحت تأثیر قرار گرفت. به‌طوری‌که با گرم شدن هوا که باعث تبخیر بیشتر از تشت می‌شد، فاصله بین دو آبیاری متوالی، کاهش یافت. بر اساس جدول ۴، بیش‌ترین فراوانی در سطوح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت به‌ترتیب به دورهای آبیاری چهار، شش، نه و دوازده روزه متعلق بود. این نتیجه با یافته‌های پژوهش‌های پیشین نیز مطابقت دارد به‌طوری‌که حجم آب مصرفی خیار گلخانه‌ای به‌ازای دور آبیاری ۳-۲ روز، ۵-۳ روز، ۶-۵ روز، ۱۲-۱۰ روز و ۲۰-۱۸ روز به‌ترتیب برابر با ۶۵۶، ۵۴۴، ۴۰۶، ۲۳۰ و ۱۸۸ میلی‌متر برآورد شد (Mao et al., 2003).

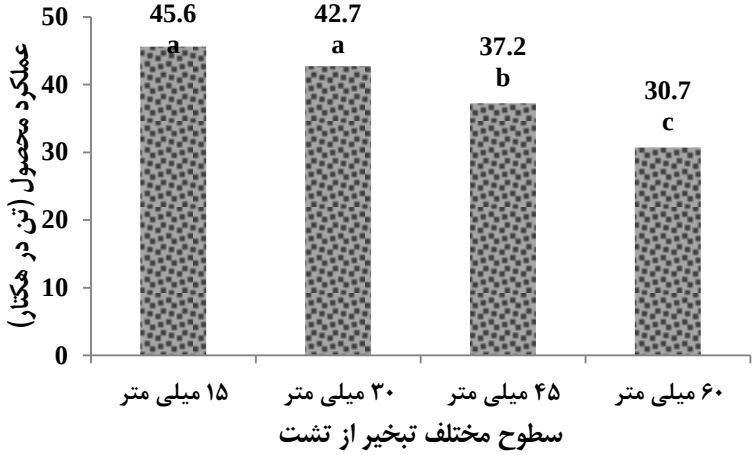
**جدول ٤-فراوانی دورهای آبیاری برای هر تیمار در طول دوره فصل رشد**

| سطوح تبخیر | دور آبیاری (روز) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۳ | ٤ | ٥ | ٦ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ |
| ۱۵ میلی‌متر | ۳ | ۱۵ | ۹ | – | – | – | – | – | – | – |
| ۳۰ میلی‌متر | – | – | – | ۱۲ | ۴ | ۲ | – | – | – | – |
| ۴۵ میلی‌متر | – | – | – | – | – | – | ۸ | ۳ | ۱ | – |
| ۶۰ میلی‌متر | – | – | – | – | – | – | – | – | ۱ | ۹ |

### تحلیل عملکرد محصول

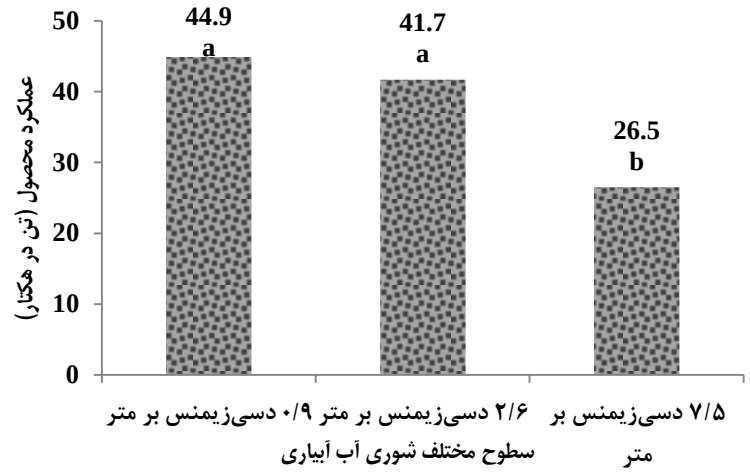
نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین عملکرد خیار گلخانه‌ای حاصل از اثر تیمار عامل اصلی، در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، به‌رغم اختلاف ۶/۴

درصدی در عملکرد سطوح آبیاری شده پس از ۱۵ و ۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت، از لحاظ آماری در یک گروه (a) قرار گرفته‌اند. عملکرد خوب سطح آبیاری شده پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت را می‌توان احتمالاً در راستای اثرات مثبت تنش جزئی در طول فصل رشد بر اجزاء عملکرد و همچنین اثرپذیری سایر اندام‌های گیاهی مرتبط با اجزاء عملکرد دانست که باعث عملکرد خوب تیمارهای اعمال‌شده تحت تنش خفیف شده است (Suojala and Sali, 2005). در این خصوص ذونعمت‌کرمانی و اسدی (۱۳۹۳) با بررسی تأثیر سطوح ۴۵، ۵۵، ۶۵ و ۷۵ سانتی‌بار بر عملکرد خیار اظهار داشتند که با پنج مرتبه آبیاری بیشتر سطح ۵۵ نسبت به ۶۵ سانتی‌بار، عملکرد خیار گلخانه‌ای و میزان آب مصرفی به‌ترتیب ۲۰/۲ و ۱۵ درصد افزایش یافت. از دیگر نکات این شکل می‌توان به این نکته اشاره نمود که عملکرد محصول سطوح آبیاری شده پس از ۴۵ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت نسبت به سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت، به‌ترتیب ۱۸/۴ و ۳۲/۷ درصد کاهش یافت این در حالی بود که میزان آب مصرفی این دو سطح به‌ترتیب ۱۳۸۵ و ۲۳۵۰ مترمکعب در کل فصل رشد، کمتر از سطح یاد شده بود. دلیل این امر را می‌توان به اعمال تنش طولانی مدت به گیاه نسبت داد که بروز تنش خشکی باعث ایجاد سلول‌ها چروکیده و سست شدن دیواره سلولی شده و از آن‌جاکه تا زمانی سلول به اندازه کافی رشد نکند، فرآیند تقسیم سلول انجام نخواهد شد لذا تأثیر کمبود آب بر رشد سلول بیشتر است که در نهایت منجر به کاهش سطح برگ می‌شود (Taiz and Ziger, 1991). کاهش سطح برگ و ریزش برگ‌ها منجر به کاهش منبع فتوسنتزی و افت فعالیت آنزیم‌های موثر بر این فرآیند می‌گردد و در نتیجه عملکرد محصول کاهش می‌یابد (Paris et al., 2018). در همین راستا افراسیاب و همکاران (۱۳۹۴) طی تحقیقی سه آستانه پتانسیلی ۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌بار جهت شروع آبیاری به‌ترتیب به‌عنوان آبیاری کامل، تنش خفیف و تنش شدیدی رطوبتی مورد مقایسه قرار دادند. نتایج مقایسه تنش خفیف رطوبتی با تأمین کامل نیاز آبی گیاه نشان داد که عملکرد محصول تحت تنش خفیف رطوبتی در شرایطی ۷/۲ درصد نسبت به عملکرد در زمان تأمین کامل نیاز آبی گیاه کمتر بود که در آب مصرفی ۱۹/۱ درصد صرفه‌جویی شد که با نتیجه بدست آمده از تحقیق حاضر هم‌سو است.




**شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد محصول حاصل از اثر سطوح مختلف تبخیر از تشت**

مقایسه میانگین عملکرد محصول تحت تأثیر عامل فرعی در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، با وجود اختلاف ۷/۲ درصدی در عملکرد خیار گلخانه‌ای بدست آمده از دو تیمار آبیاری شده با شوری ۰/۹ و ۲/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر از لحاظ آماری در یک گروه (a) قرار گرفتند این در حالی است که تیمار آبیاری شده با شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس‌برمتر دارای اختلاف ۴۰/۹ و ۴۸/۱ درصدی به‌ترتیب نسبت به عملکرد دو تیمار آبیاری شده با شوری ۰/۹ و ۲/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر است و از لحاظ آماری در گروه (b) قرار گرفت. به بیان دیگر می‌توان چنین اذعان داشت که هر چه از شوری آب آبیاری کاسته شود، میزان کاهش عملکرد نیز کاهش می‌یابد. نتایج بدست آمده از سایر مطالعات نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری و ایجاد فشار اسمزی، قدرت ریشه برای جذب آب موجود در مجیط ریشه کاهش می‌یابد لذا تجمع املاح در منطقه ریشه، جذب کمتر آب و مواد غذایی توسط گیاه (در مقایسه با شرایط شوری آب آبیاری مناسب) را در پی دارد و در این شرایط عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (Wan et al., 2010) که با نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر هم‌خوانی دارند.




**شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد محصول حاصل از اثر سطوح مختلف شوری**

**تحلیل اجزای عملکرد**

همان‌طور که از مقایسه میانگین اجزای عملکرد (ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و وزن میوه) مشخص است (جدول ۵) می‌توان چنین اذعان داشت که وضعیت رطوبتی خاک تأثیر زیادی بر اجزای عملکرد گیاه داشت به‌طوری که با تغییر سطح فتوسنتز کننده گیاه، عملکرد محصول تحت تأثیر قرار گرفت. در این مطالعه سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت نسبت به سطوح آبیاری شده پس از ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت با ارتفاع ۲۰۱/۴ سانتی‌متر به‌ترتیب از افزایش ۸/۱، ۲۲/۸ و ۳۹/۷ درصدی برخوردار بود. مطالعات صورت گرفته نشان داد که شرایط محیطی از جمله اعمال تنش رطوبتی، به میزان زیادی ارتفاع بوته خیار گلخانه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Douh et al., 2013). به‌طوری‌که طی بروز تنش خشکی، کاهش پتانسیل آب بافت‌های مریستی موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول‌ها می‌شود (Amer et al., 2009). این در حالی است که هر گونه کمبود رطوبت خاک موجب تقلیل بیشتر آماس سلولی، کاهش تقسیم و کاهش توسعه سلولی به خصوص در ساقه و برگ گیاه می‌شود (شریف‌روحانی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین مقایسه میانگین صفات تعداد میوه در بوته و وزن میوه، تحت تأثیر سطوح تبخیر از تشت نشان داد که سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در هر دو صفت دارای بهترین جایگاه آماری بود و بعد از آن، سطوح آبیاری شده پس از ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت به‌ترتیب با اختلاف ۵/۲، ۱۵/۷ و ۲۸/۹ درصد در صفت وزن میوه و ۷/۹، ۲۱/۸ و ۳۸/۵ درصد در صفت تعداد میوه در بوته جای گرفتند (جدول ۵). بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که در شرایط اعمال تنش خفیف رطوبتی مواد فتوسنتزی ایجاد شده در گیاه که مازاد بر رشد رویشی می‌باشند، می‌توانند در اختیار اندام‌های زایشی گیاه قرار گیرد که از کاهش شدید میزان تعداد میوه در بوته جلوگیری نمایید. این در حالی است که در شرایط اعمال تنش شدید رطوبتی، علاوه بر کاهش شدید رشد رویشی گیاه از جمله ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ، ریزش شدید گل‌هایی که بایستی به میوه تبدیل شوند نیز رخ می‌دهد (Amer et al., 2009; Douh et al., 2013) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

همان‌طور که در جدول ۵ مشخص است با افزایش شوری آب خاک از ۰/۹ به ۲/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر، ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و وزن میوه به‌ترتیب ۵/۶، ۶/۲ و ۵/۲ درصد کاهش یافتند این در حالی است که با افزایش شوری آب خاک از ۰/۹ به ۷/۵ دسی‌زیمنس‌برمتر، این شاخص‌ها کاهش به‌ترتیب ۲۰/۴، ۳۵/۱ و ۱۹/۲ درصدی داشتند. مطالعات صورت گرفته نشان داد که رشد گیاه دارای ارتباط نزدیکی با شوری خاک منطقه توسعه ریشه است، لذا در شرایط شوری آب آبیاری، گیاه انرژی زیادتری را صرف جذب آب و مواد غذایی می‌نماید (Chen et al., 2010; Kang et al., 2010)، در این شرایط اجزای عملکرد گیاه تحت تأثیر شوری آب خاک قرار گرفته و به علت عدم تحمل تنش شوری، از کاهش شدیدی نسبت به شرایط متعارف برخوردار می‌باشند که با نتایج بدست آمده با مطالعه حاضر هم‌سو است.

مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تیخر از تشت و شوری آب آبیاری بر اجزای عملکرد که توسط آزمون LSD انجام شد (جدول ۵)، نشان داد که اعمال سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر در حالی در صفات ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و وزن میوه در بهترین جایگاه آماری قرار داشت که به‌ترتیب تنها دارای اختلاف ۲/۷، ۲/۹ و ۲/۵ درصدی نسبت به اعمال سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. همچنین همان‌طور که

در این جدول مشخص است با کاهش ۱۱/۷ درصدی آب مصرفی (از سطح تیخر ۱۵ به ۳۰ میلی‌متر) و افزایش شوری از سطح شوری ۰/۹ به ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر صفات ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و وزن میوه به‌ترتیب کاهش ۶/۹، ۷/۱ و ۵/۲ درصدی نسبت به بهترین تیمار (اعمال سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر) را در پی دارند و این تیمارها از لحاظ آماری به‌ترتیب در گروه‌های (c)، (c) و (b) قرار گرفتند این در حالی است که کاهش میزان صفات ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و وزن میوه در سطح آبیاری شده پس از ۴۵ میلی‌متر تبخیر از تشت اعمال شده در سطح شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به بهترین تیمار به‌ترتیب ۲۳/۹، ۱۴/۲ و ۱۰/۶ درصد بود. لذا می‌توان جنین نتیجه گرفت در صورت افزایش شوری آب (سه برابر حد معمول) و صرفه‌جویی ۶۷۰ مترمکعبی آب در هکتار به‌عبارتی اعمال سطح ۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شرایط بهینه (اعمال سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر)، کاهش اجزای عملکرد چشمگیر نمی‌باشد و می‌تواند گزینه مناسبی برای استفاده در شرایط بحرانی باشد.

**جدول ۵- مقایسه میانگین اجزای عملکرد تحت تأثیر سطوح تبخیر از تشت**

| تیمار | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | تعداد میوه در بوته | وزن میوه (گرم) | بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب) |
|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | ۲۰۱/۴ a | ۵۹/۷ a | ۵۰/۲ a | ۸ c |
| $I_2$ | ۱۸۵/۱ b | ۵۴/۹ b | ۴۷/۶ a | ۸/۵ b |
| $I_3$ | ۱۵۵/۵ c | ۴۶/۷ c | ۴۲/۳ b | ۸/۶ b |
| $I_4$ | ۱۲۱/۴ d | ۳۶/۷ d | ۳۵/۷ c | ۹/۲ a |
| مقایسه میانگین اجزای عملکرد تحت تأثیر سطوح تنش شوری | | | | |
| تیمار | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | تعداد میوه در بوته | وزن میوه (گرم) | بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب) |
| $Q_1$ | ۱۸۴/۸ a | ۵۵/۶ a | ۴۵/۷ a | ۹/۸ a |
| $Q_2$ | ۱۷۴/۴ a | ۵۲/۲ a | ۴۳/۳ a | ۹/۱ b |
| $Q_3$ | ۱۴۷/۱ b | ۳۶/۱ b | ۳۶/۹ b | ۵/۸ b |
| تیمار | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | تعداد میوه در بوته | وزن میوه (گرم) | بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب) |
| $I_1$ $Q_1$ | ۱۹۳/۱ a | ۵۷/۶ a | ۴۷/۹ a | ۸/۹ c |
| $I_1$ $Q_2$ | ۱۸۷/۹ b | ۵۵/۹ b | ۴۶/۷ b | ۸/۵ d |
| $I_1$ $Q_3$ | ۱۷۴/۲ c | ۴۷/۹ d | ۴۳/۵ c | ۶/۹ g |
| $I_2$ $Q_1$ | ۱۸۴/۹ b | ۵۵/۲ b | ۴۶/۶ b | ۹/۲ b |
| $I_2$ $Q_2$ | ۱۷۹/۷ c | ۵۳/۵ c | ۴۵/۴ b | ۸/۸ c |
| $I_2$ $Q_3$ | ۱۶۶/۱ e | ۴۵/۵ e | ۴۲/۲ c | ۷/۲ f |
| $I_3$ $Q_1$ | ۱۷۰/۱ d | ۵۱/۱ c | ۴۴ c | ۹/۲ b |
| $I_3$ $Q_2$ | ۱۶۴/۹ e | ۴۹/۴ d | ۴۲/۸ c | ۸/۹ c |
| $I_3$ $Q_3$ | ۱۵۱/۳ f | ۴۱/۱ h | ۳۹/۶ d | ۷/۲ f |
| $I_4$ $Q_1$ | ۱۵۳/۱ f | ۴۶/۱ f | ۴۰/۷ d | ۹/۵ a |
| $I_4$ $Q_2$ | ۱۴۷/۹ g | ۴۴/۴ g | ۳۹/۵ d | ۹/۲ b |
| $I_4$ $Q_3$ | ۱۳۴/۲ h | ۳۶/۴ i | ۳۶/۳ e | ۷/۵ e |

**تحلیل بهره‌وری آب**

مقایسه میانگین بهره‌وری آب خیار گلخانه‌ای نشان داد (جدول ۵) که اعمال کم‌آبیاری تأثیر مناسبی در افزایش این صفت داشت. به‌طوری‌که سطح آبیاری شده پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت با بهره‌وری آب ۹/۲ کیلوگرم بر مترمکعب و با اختلاف ۱۳/۱، ۷/۶ و ۶/۵ درصدی به ترتیب نسبت به سطوح آبیاری شده پس از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ میلی‌متر تبخیر از تشت دارای بهترین جایگاه آماری بود. در این خصوص بررسی‌های صورت گرفته نشان از کارآمدی این روش مدیریتی (اعمال کم‌آبیاری) در استفاده بهینه از هر واحد آب مصرفی و افزایش بهره‌وری آب گیاهان مختلف داد (Douh et al., 2013; Mao et al., 2003). لذا در شرایط کمبود آب می‌توان با حذف آبیاری‌های کم‌بازده و با کاهش میزان حجم آبیاری در هر نوبت آبیاری که آگاهانه به گیاه اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز، محصول خود را تا اندازه‌ای کاهش دهد که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، بهره‌وری آب را افزایش داد (فرامرزپور و همکاران، ۱۳۹۱). این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات اسدی و

کاراندیش (۱۳۹۵)، افراسیاب و همکاران (۱۳۹۴) و فرامرزپور و همکاران (۱۳۹۱) هم‌سو است.

نتایج تجزیه واریانس طرح نشان داد که شوری آب آبیاری بر بهره‌وری آب خیار گلخانه‌ای، تأثر معنی‌داری گذاشت (جدول ۳). به‌طوری‌که مقایسه میانگین بهره‌وری آب خیار گلخانه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف شوری نشان داد (جدول ۵) که بیشترین بهره‌وری آب در تیمار آبیاری شده با شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس‌برمتر ایجاد شد. این در حالی بود که دو تیمار آبیاری شده با شوری ۲/۶ و ۷/۵ دسی‌زیمنس‌برمتر به ترتیب با اختلاف ۷/۴ و ۴۰/۸ نسبت به سطح آبیاری شده با شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس‌برمتر از لحاظ آماری به‌ترتیب در جایگاه (b) و (c) قرار گرفته‌اند.

از دیگر نکات قابل ذکر در این جدول می‌توان به این موضوع اشاره نمود که با توجه به معنی‌دار شدن بهره‌وری آب تحت تأثیر اثر متقابل سطوح تبخیر و شوری، می‌توان چنین اذعان داشت که سطح آبیاری شده پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت اعمال شده در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس‌برمتر با بهره‌وری آب ۹/۵ کیلوگرم بر مترمکعب از لحاظ آماری در بهترین جایگاه (a) قرار گرفت. این در حالی بود که اعمال سطوح آبیاری شده پس از ۳۰ و ۴۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس‌برمتر و اعمال سطح آبیاری شده پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت در شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر، با بهره‌وری آب ۹/۲ کیلوگرم بر مترمکعب در لحاظ آماری در جایگاه (b) قرار گرفتند. لذا این نتایج تأیید مناسبی به تأثیر کم‌آبیاری در شرایط استفاده از آب با حداکثر شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر در جهت افزایش بهره‌وری آب در کشت خیارگلخانه‌ای است. همچنین اثر متقابل عوامل اصلی و فرعی نشان داد که اعمال سطوح آبیاری شده پس از ۳۰ و ۴۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر و اعمال سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس‌برمتر از لحاظ آماری در جایگاه (c) قرار گرفتند.

## نتیجه‌گیری

مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه زمانی حاصل می‌شود که گیاه آب مورد نیاز خود را با کمیت و کیفت بالا دریافت کند. به‌طوری‌که مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تبخیر از تشت و شوری در صفات مورد بررسی نشان داد که سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت اعمال شده در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر با ۵۷/۶ میوه در بوته، ۴۷/۹ گرم وزن میوه و ۱۹۳/۱ سانتی‌متر ارتفاع در بهترین جایگاه قرار گرفت این در حالی بود که سطح آبیاری شده پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت اعمال شده در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر با ۵۵/۲ میوه در بوته، ۴۶/۶ گرم وزن میوه و ۱۸۴/۹ سانتی‌متر ارتفاع در حالی از لحاظ آماری در جایگاه (b) قرار گرفت که نسبت به تیماری که دارای بهترین جایگاه بود علاوه بر صرفه جویی ۱۱/۷ درصدی، افزایش ۳/۳ درصدی بهره‌وری آب را نیز در پی داشت. همچنین با کاهش ۱۱/۷ درصدی آب مصرفی (از سطح تبخر ۱۵ به ۳۰ میلی‌متر) و افزایش سطح شوری از ۰/۹ به ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر صفات ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته و وزن میوه به‌ترتیب کاهش ۶/۹، ۷/۱ و ۵/۲ درصدی نسبت به بهترین تیمار (اعمال سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر) را در پی دارند و این تیمارها از لحاظ آماری به‌ترتیب در گروه‌های (c)، (c) و (b) قرار گرفتند. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت در صورت افزایش شوری آب (سه برابر حد معمول) و صرفه‌جویی ۶۷۰ مترمکعبی آب در هکتار به‌عبارتی اعمال سطح آبیاری شده پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شرایط بهینه (اعمال سطح آبیاری شده پس از ۱۵ میلی‌متر تبخیر از تشت در سطح شوری ۰/۹ دسی‌زیمنس بر متر)، کاهش اجزای عملکرد چشمگیر نمی‌باشد و می‌تواند گزینه مناسبی برای استفاده در شرایط بحرانی باشد.

## منابع


اسدی، ر. و کاراندیش، ف. ۱۳۹۵. تأثیر مدیریت آبیاری و آرایش لوله آبده آبیاری قطره‌ای بر عملکرد، بهره‌وری آب و سود خالص در کشت خیار گلخانه‌ای. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۷ (۱): ۱۳-۲۴.

افراسیاب، پ.، دلبری، م. و اسدی، ر. ۱۳۹۴. برنامه‌ریزی آبیاری خیار گلخانه‌ای با استفاده از پتانسیل آب در خاک. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹ (۴): ۵۰۷-۴۹۷.

حیدری، م. و رضاپور، ع. ۱۳۹۰ اثر تنش خشکی و کود گوگرد بر عملکرد دانه، کلروفیل و غلظت عناصر معدنی در گیاه دارویی سیاه‌دانه. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱: ۸۱-۹۰.

دهقان، ه.، علیزاده، ا.، حقابقی، ا. و انصاری، ح. ۱۳۸۹. پیش بینی رطوبت نیمرخ خاک در سه مزرعه گندم با استفاده از مدل SWAP. مجله آب و خاک. ۲۴ (۵): ۱۰۱۵-۱۰۰۸.

ذونعمت‌کرمانی، م. و اسدی، ر. ۱۳۹۳. تأثیر پتانسیل ماتریک خاک و الگوی کارگزاری لوله آبده بر عملکرد و کارایی مصرف آب خیار گلخانه‌ای. مجله مدیریت آب و آبیاری. ۲: ۲۰۳-۲۱۴.

ذونعمت‌کرمانی، م.، اسدی، ر. و دهقانی‌سانیچ، ح. ۱۳۹۴. اثر مقادیر مختلف پساب شهری بر عملکرد پنبه با آبیاری قطره‌ای. نشریه

پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹ (۱): ۶۳-۷۴.

شریف‌روحانی، م.، کافی، م. و نظامی، ا. ۱۳۹۳. تأثیر رژیم‌های آبیاری و عمق کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی و صنعتی موسیر در شرایط آب و هوایی مشهد. بوم‌شناسی کشاورزی. ۶: ۲۱۹-۲۲۸.

فرامرزپور، ع.، دلشاد، م. و پارسانژاد، م. ۱۳۹۱. بررسی رشد، عملکرد و کارایی مصرف آب در خیار گلخانه‌ای در شرایط مختلف رطوبت خاک با استفاده از تانسومتر، مجله علوم باغی ایران. ۴۳ (۳): ۲۸۵-۲۹۲.

کریمی، ن.، صدرالدینی، ع.، ناظمی، ا.، فرسادی‌زاده، د.، حسین‌زاده، ع.، دلیر، م. و دهقانی، ف. ۱۳۸۹. تأثیر کم‌آبیاری روی رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای. مجله دانش آب و خاک. ۷: ۲۶-۱۵.

Amer, K., Midan, S and Hatfield, J. 2009. Effect of deficit irrigation and fertilization on cucumber. Agronomy Journal. Vol. 101: 1556-1564.

Asadi, R., Kouhi, N and Yazdanpanah, N. 2011. Applicability of micro irrigation system on cotton yield and water use efficiency. Journal of Food, Agriculture and environment. 10: 302-306.

Bozkurt, S and Mansuroglu, G. 2011. The effects of drip line depths and irrigation levels on yield, quality and water use characteristics of lettuce under greenhouse condition. African Journal of Biotechnology. 10 (17): 3370-3379.

Chen, W., Hou, Z., Wu, L., Liang, Y and Wei, C. 2010. Evaluating salinity distribution in soil irrigated with saline water in arid regions of northwest china. Agricultural Water Management. 97: 2001–2008.

Colak, Y.B., Yazar, A., Sesveren, S and Colak, I. 2017. Evaluation of yield and leaf water potantial (LWP) for eggplant under varying irrigation regimes using surface and subsurface drip systems. Scientia Horticulturae. 219: 10-21.

Douh, B., Mguidiche, A., Bhouri-Khila, S., Mansour, M., Harrabi, R and Boujlben, A. 2013.Yield and water use efficiency of cucumber (Cucumis sativus L.) conducted under subsurface drip irrigation system in a Mediterranean climate. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology. 2 (4): 46–51.

Ibragimov, N., Evett, S.R., Esanbekov, Y., Bakhtiyar, S., Lutfullo, M and Lamers, P.A. 2007. Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. Agricultural Water Management. 90: 112-120.

Kang, Y., Chena, M. and Wan, S. 2010. Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (Zea mays L. var. ceratina Kulesh) in North China Plain. Agricultural Water Management. 97: 1303–1309.

Mao, X., Liu, M., Wang, X., Liu, C., Hou, 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: 219-228.

Marofi, S., Parsafar, N., Rahim G., Dashti, F and Marofi, H. 2013. The effects of wastewater reuse on potato growth properties under greenhouse lysimeteric condition. Journal of Science Environment and Technology. 10:133-140.

Moreno, F., Cabora, F., Fernandez, E., Grion, I. and Bellido, B. 2001. Irrigation with saline water in the reclaimed marsh soils of south west Spain: Impact on soil properties and cotton and sugerbeet crops. Agricultural Water Management. 48: 133-150.

Paris, P., Matteo, G.D., Tarchi, M., Tosi, L., Spaccino, L and Lauteri, M. 2018. Precision subsurface drip irrigation increases yield while sustaining water use efficiency in Mediterranean poplar bioenergy plantations. Forest Ecology and Management. 409: 749–756.

Suojala, T and Salo, T. 2005. Growth and yield of pickling cucumber in different soil moisture circumstances. Scientia Horticulturae. 107: 11-16.

Taiz, L and Ziger, E. 1991. Plant Physiology. Benjamin Publication. p. 346-356.

Wan, S.h., Kang, Y., Wang, D and Liu, Sh. 2010. Effect of saline water on cucumber (Cucumis sativus L.) yield and water use under drip irrigation in North China. Agricultural Water Management. 98(1): 105–113.

Wang, X., Yang, J., Liu, G., Yao, R and Yu, Sh. 2015. Impact of irrigation volume and water salinity on winter wheat productivity and soil salinity distribution. Agricultural Water Management. 146: 44–54

Zhang, H.X., Chi, D.C., Wang, Q., Fang, J and Fang, X.Y. 2011. Yield and quality response of cucumber to irrigation and nitrogen fertilization under subsurface drip irrigation in solar greenhouse. Agriculture Science China. 6: 921–930.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 13, Dec.-Jan. 2019, p. 1471-1480

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۳، آذر - دی ۱۳۹۸، ص. ۱۴۸۰-۱۴۷۱

# Effect of Different levels of Irrigation and Salinity on Yield of Greenhouse Cucumber

**R. Raeisi Nejad Doboneh[1] and N. Yazdanpanah[2*]**
Recived: Mar.28, 2019 Accepted: Nov.01, 2019

## Abstract

In arid and semi-arid regions, salinity is a serious and chronic problem for agriculture. Due to the improved methods of irrigation and mechanization this methods to increase water use efficiency and enhance the uniformity of water distribution in the field, is very important. In order to investigate the effect various source of saline water as well as different value of irrigation on characteristics of greenhouse cucumber, a field experiment was carried out during 2018 growing seasons at an experimental farm in Jiroft territory of Kerman province. The treatments were laid out in Randomized Complete Block Design with three replications. The treatments were comprised of four levels of irrigation including 15, 30, 45 and 60 mm evaporation for class A pan and three salinity of irrigation including 0.9, 2.6 and 7.5 $dS.m^{-1}$ as the main and sub plot respectively. The results showed that in comparison to 30 and 15 evapotranspiration for class A pan, parsimony of water usage equal 370 $m^3$ $ha^{-1}$ achieved. Moreover yield, high plant, weight fruit and number of fruit per plant decreased 6.3, 8.1, 5.2 and 8.1 percent respectively but water productivity increased 5.9 percent. Also, In comparison to 0.9 and 2.6 $dS.m^{-1}$ salinity of irrigation, yield, high plant, weight fruit, number of fruit per plant and water productivity decreased 7.1, 5.6, 5.2, 6.1 and 7.1 percent respectively.

**Keywords:** Drip Irrigation, Salinity Stress, Levels of Irrigation, Greenhouse Cucumber, Water Productivity

1- Department of Water Engineering, Kerman branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran
2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Kerman branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran
(* - Corresponding Author Email: najmeyazdanpznah@yahoo.com)