# مقایسه تولید علوفه پنج گونه گیاه شورپسند با استفاده از آب شور در سه روش مختلف آبیاری

**محمدحسین بناکار[۱] *، سید علی‌محمد چراغی، مهدی کریمی و محمدحسن رحیمیان**

مربی پژوهش مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

**mh_banakar@yahoo.com**

استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

**samcheraghi@gmail.com**

استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

**karimi_nsrc@yahoo.com**

استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

**mhrahimian@gmail.com**

## چکیده

**با توجه به کمبود منابع آب متعارف و افزایش شوری منابع آب و خاک، استفاده از گیاهان شورپسند برای تولید علوفه و امنیت غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌منظور مقایسه عملکرد علوفه برخی گونه‌های شورپسند در روش‌های مختلف آبیاری (قطره‌ای، بابلر، جویچه‌ای)، پژوهشی در مزرعه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در شهرستان صدوق استان یزد طی سه سال متوالی انجام شد. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک تصادفی در سه تکرار انجام شد، بطوریکه سیستم‌های مختلف آبیاری در پلات‌های اصلی و گونه‌های گیاهی شورپسند (*A. Atriplex halimus* *A. canesence* *lentiformis* *A. nummularia* و *Kochia indica*) در پلات‌های فرعی قرار گرفتند. آبیاری با آب شور ۱۴dS.m$^{-1}$ انجام گردید و پس از اینکه گیاهان به رشد کافی رسیدند، هر سه تا چهار ماه یک بار برداشت شده، عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه و نیز کارآیی مصرف آب در روش‌های مختلف آبیاری اندازه‌گیری شد. صرف نظر از روش آبیاری، گونه *A. canesence* و سپس *A.halimus* به ترتیب با تولید ۷/۴۸ و ۳/۲۸ تن در هکتار علوفه خشک، بیشترین میزان علوفه را در بین گونه‌های مورد مطالعه تولید کردند که اختلاف آنها با یکدیگر و با سایر گونه‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در روش آبیاری جویچه‌ای، بیشترین و کمترین مقدار کارآیی مصرف آب به ترتیب متعلق به گونه‌های *A. canesence* و *K. indica* بود. در روش‌های آبیاری بابلر و قطره‌ای نیز گونه *A. canesence* بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب را داشت. بر اساس نتایج، بالاترین مقدار کارآیی مصرف آب (۲/۲۶ kg/m$^3$) از گونه *A. canesence* در آبیاری به روش بابلر و پایین‌ترین مقدار (۰/۰۷ kg/m$^3$) از گونه *K. indica* در آبیاری به روش قطره‌ای به دست آمد. بنابراین، با در نظر گرفتن صرفه اقتصادی و سهولت بهره‌برداری از سامانه آبیاری، بر اساس نتایج این تحقیق، گونه *A. canesence* با عملکرد علوفه خشک ۷/۷۳ تن در هکتار با آبیاری به روش جویچه‌ای و ۸/۸۱ تن در هکتار با آبیاری به روش بابلر به عنوان گونه برتر برای تولید علوفه در شرایط شور توصیه می‌شود. تکرار آزمایش با تعیین آب مورد نیاز هر گیاه بر اساس تبخیر و تعرق یا تغییرات رطوبت خاک به نتیجه‌گیری کمک خواهد کرد.**

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری جویچه‌ای، بابلر، قطره‌ای، شوری، عملکرد، کارآیی مصرف آب

---

[۱]- آدرس نویسنده مسئول: یزد، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

*- دریافت: اسفند ۱۳۹۷ و پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

**مقدمه**

امروزه استفاده از گیاهان شورپسند به‌عنوان یکی از منابع تولید علوفه به‌منظور تامین پروتئین مورد نیاز جمعیت رو به رشد مطرح می‌باشد. کشاورزی گیاهان شورپسند، بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از منابع آب‌وخاک شور برای تولید محصولات زراعی و باغی است (خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹). تحقیقات بسیاری نشان داده است که در یک شوری مشخص میزان تولید گیاهان شورپسند از عملکرد اقتصادی گیاهان زراعی به‌مراتب بیشتر است (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۷). گفته می‌شود که تاکنون بیش از ۱۵۰۰ گونه شورپسند شناسایی‌شده که دارای قابلیت کشت در اراضی شور بوده و تعدادی از آن‌ها به‌عنوان علوفه در تغذیه دام مورداستفاده قرار می‌گیرند. همچنین، گزارش شده است که در بین کشورهای خاورمیانه ایران با دارا بودن ۳۵٤ گونه بیشترین تعداد گونه‌های شورپسند را دارا است (لی هویرو، ۱۹۹۳).

بسیاری از کشورها آب‌های شور را بطور موفقیت آمیزی برای تولید علوفه از گیاهان شورپسند بکار گرفته‌اند. هم‌اکنون بهره‌برداری از آب‌های با کیفیت پایین از اراضی فاریاب در سطح جهانی رو به ازدیاد است. در حال حاضر، در کشورهایی نظیر مصر، پاکستان، ایالات متحده امریکا و نظائر آن در سطح گسترده‌ای از این آب‌ها استفاده می‌کنند (عابدی و همکاران، ۱۳۸۱). روش‌های آبیاری مختلف نظیر غرقابی، شیاری، کرتی، نواری، قطره‌ای و مانند آن‌ها، می‌توانند برای آبیاری مورد استفاده واقع شوند. گزارش شده است که آبیاری قطره‌ای به‌طور موثری در آبیاری گیاه آتریپلکس مورد استفاده قرارگرفته است (هاشمی‌نیا، کوچکی و قهرمان، ۱۳۷٦). نتایج مطالعه باغانی و خوشبزم (۱۳۸۵) نشان داد با تغییر روش آبیاری سطحی به قطره‌ای، مقدار عملکرد وزنی در چهار محصول چغندرقند، ذرت علوفه‌ای، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی بین ۹/۲ تا ۲۱/۱ درصد افزایش پیدا کرد. مطالعاتی که در کشور امریکا انجام شده نشان داده گونه‌هایی که تحت شرایط دیم ۲-۱ تن در هکتار عملکرد داشته‌اند، در شرایط آبیاری با آب شور ۲۳-۱۱ تن در هکتار ماده خشک تولید کردند (هاشمی‌نیا، کوچکی و قهرمان، ۱۳۷٦). چندین نوع سیستم آبیاری جویچه هراه با کاشت در کف جویچه، بالای پشته و یا دو طرف پشته، آبیاری قطره‌ای و زیرسطحی برای مصرف آب‌های شور در کشاورزی ارزیابی شده است. در این مطالعات توزیع نمک در منطقه توسعه ریشه نیز بررسی شده است (همدی، ۱۹۹٦). ترک‌نژاد و همکاران (۱۳۸۵) در آزمایشی عملکرد گندم را در روش آبیاری قطره‌ای و سطحی مورد ارزیابی قرار داده و برتری روش آبیاری قطره‌ای را در گندم نشان دادند. افشار و مهرآبادی (۱۳۸٦) دو روش آبیاری شیاری و قطره‌ای را در آبیاری پنبه مورد مقایسه قرار داده و نشان دادند که در روش آبیاری قطره‌ای میزان آب مصرف‌شده ۵۰/٤ درصد نسبت به روش شیاری کمتر بود. مادح و همکاران (۱۳۸۸) پژوهشی با هدف مقایسه دو روش مختلف آبیاری در استان خوزستان انجام داده و نشان دادند که ۳٤٤٤ هکتار از اراضی برای روش آبیاری سطحی بسیار مناسب بودند. گزراش شده است که روش آبیاری قطره‌ای اگرچه به علت مصرف حجم آب کمتر نسبت به روش آبیاری سطحی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد لیکن، با توجه به بالا بودن هزینه نصب و نگهداری سیستم، برای تولید محصولات ارزشمند غیر از گیاهان شورپسند می‌تواند به کار گرفته شود (قریشی، انور و غفور، ۱۹۹٦).

افضلی ابرقویی و امینی (۱۳۸۹) نقش روش‌های آبیاری تحت فشار را در کشاورزی پایدار در استان اصفهان بررسی کرده و نشان دادند که نزدیک ۸۰ درصد از بهره‌برداران نقش روش‌های آبیاری تحت فشار را در ایجاد و توسعه کشاورزی پایدار در حد متوسط تا زیاد و تنها ۲۰ درصد از بهره‌برداران آن را در حد پایین ارزیابی کرده‌اند. در بررسی اثر آبیاری قطره‌ای بر محصول پنبه نشان داده شده است که این روش باعث افزایش یکنواختی رطوبت خاک، افزایش بهره‌وری آب، کارآیی مصرف آب و افزایش ضریب بازدهی زمین شده است (هنگلر، ۱۹۹۱).

کشاورز و صادق زاده (۱۳۷۹) ضمن بررسی وضعیت موجود مصرف آب در کشاورزی، نسبت به ارائه راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب اقدام کرده‌اند. این محققین ساماندهی و ارتقاء مدیریت بهره‌برداری از شبکه-های آبیاری و زهکشی، بهینه‌سازی کارایی آبیاری و کارایی مصرف آب در اراضی زراعی کشور (در مقیاس مزرعه)، اصلاح ساختار آبیاری در مزارع و باغات، استفاده از کم‌آبیاری بهینه به منظور افزایش کارایی مصرف آب در اراضی فاریاب کشور، استفاده از روش‌های مناسب مدیریت آبیاری به منظور کاهش تلفات آب در آبیاری‌های اولیه، تدوین برنامه‌ای جامع در مورد استفاده از آبهای با کیفیت نامتعارف در کشاورزی، استفاده بهینه از مناطق دیم و استفاده از آبیاری تکمیلی در آنها، استفاده مستقیم از آب باران و ترویج روش‌های مختلف جمع آوری آب، کاهش تبخیر از سطح اراضی زراعی دیم و فاریاب و لزوم توجه عمیق و نگرش سیستمیک به برهمکنش آب آبیاری، آفت کش‌های گیاهی، کودهای شیمیایی و پیامدهای زیست محیطی آن را مهمترین راهکارهای بهینه سازی مدیریت مصرف آب در کشاورزی معرفی نموده‌اند. موفقیت‌آمیز بودن کشاورزی در شرایط شوری بالا مستلزم تغییر روش‌های آبیاری رایج به صورتی است که بیشترین امکان کنترل شوری خاک در منطقه توسعه ریشه فراهم شود. کاشت گیاهان آتریپلکس و سسبانیا در بسترهای شیب‌دار برای تولید علوفه با استفاده از روش آبیاری جویچه گزارش شده است (خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹).

شواهد و مدارک مستند و معتبری در دست است که نشان دهنده نقش مفید و اثربخش آتریپلکس‌ها در راستای تامین علوفه می‌باشد و مطالعات پاسترنک و نرد (۱۹۹٦) نیز قابلیت تولید بالا، رشد رویشی مجدد پس از چرا و محتوای بالای نیتروژن را درآتریپلکس ها تایید نموده است. گفته می‌شود خیلی از گونه های آتریپلکس به لحاظ داشتن مقادیر مطلوب پروتئین خام جهت تعلیف دام بسیار مناسب هستند (مک کل، ۱۹۹٤). گزارشاتی در دست است که نشان می‌دهد اهمیت گیاه آتریپلکس به لحاظ دامنهٔ وسیع پراکنش، حجم زیاد علوفه، همیشه سبز بودن، ارزش غذایی بالا و خوشخوراکی قابل توجه است (اسکندری، ۱۳۷٤ و موسوی اقدم، ۱۳٦٦). در واقع آتریپلکس از بهترین و با ارزش‌ترین بوته‌های کویری و بیابانی است که با آب و خاک شور سازگاری داشته و علاوه بر نقش بیابان‌زدایی و حفاظت خاک، تولید علوفه نیز می‌نماید (محمود و ملیک، ۱۹۸٦؛ محمود، ۱۹۹۵ و عبدالرازک، ۱۹۹۳).

با توجه به وضعیت کمبود علوفه در کشور، روند رو به رشد شوری منابع آب و خاک، کمبود شدید منابع آب متعارف و پتانسیل گیاهان علوفه‌ای شورپسند (هالوفیت)، استفاده از این گیاهان در راستای تأمین مواد پروتئینی و لبنی جهت حفظ سلامتی و امنیت غذایی کشور و همچنین نیل به خودکفایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا گیاهان علوفه‌ای شورپسند مناسب می‌توانند مورد توجه قرار گرفته و برای جبران بخشی از کسری علوفه مورد استفاده قرار گیرند. این پژوهش با هدف مقایسه مقایسه عملکرد برخی گیاهان شورپسند از نظر تولید علوفه تحت تأثیر روش‌های مختلف آبیاری با آب شور در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها**

به‌منظور مقایسه عملکرد علوفه برخی گیاهان شورپسند در سیستم‌های مختلف آبیاری، پژوهشی در مزرعه تحقیقات شوری صدوق واقع در ۲۲ کیلومتری شمال شرق شهرستان یزد به‌مدت سه سال زراعی روی چندین گونه گیاهی شورپسند انجام گرفت. این مزرعه دارای مرکزیت جغرافیایی به طول شرقی "۱۲ '۱٤ °٥٤ و عرض شمالی "۱۲ '۰۳ °۳۲ و ارتفاع ۱۱۳٦ متر از سطح دریا می‌باشد. بذرهای گیاهان مورد نظر در شهریور ماه از ایستگاه تحقیقات شوری چاه‌افضل از گیاهان کشت شده پروژه INT/5/144 مشترک با آژانس بین‌المللی انرژی اتمی جمع‌آوری و در شرایط محیطی مناسب نگهداری گردید. در بهمن ماه بذرهای فوق در کیسه‌های پلاستیکی مخصوص تولید نهال به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۱۰

سانتی‌متر پر شده با مخلوطی از خاک سبک، کود دامی و کوکوپیت به نسبت ۱:۱:۱ در گلخانه تولید نهال کشت شده و روزانه با آب دارای هدایت الکتریکی $dSm^{-1}$ ۰/۵ بصورت دستی آبیاری شدند. گیاهان برای مدت دو ماه در نهالستان رشد کرده و قبل از انتقال با آب دارای هدایت الکتریکی $dSm^{-1}$ ۳/۵ آبیاری گردیدند. زمانی که ارتفاع گیاهان به ۳۰-۲۵ سانتی‌متر رسید، کلیه نهال‌های یکسان دو ماهه در فروردین ماه سال بعد به زمین اصلی منتقل شدند. قبل از انتقال نهال‌ها، با توجه به بالا بودن شوری خاک، عملیات آبشویی با آب $10dSm^{-1}$ انجام شد و شوری خاک قبل از انتقال آن‌ها به حدود $12dSm^{-1}$ تقلیل یافت (جدول ۱).

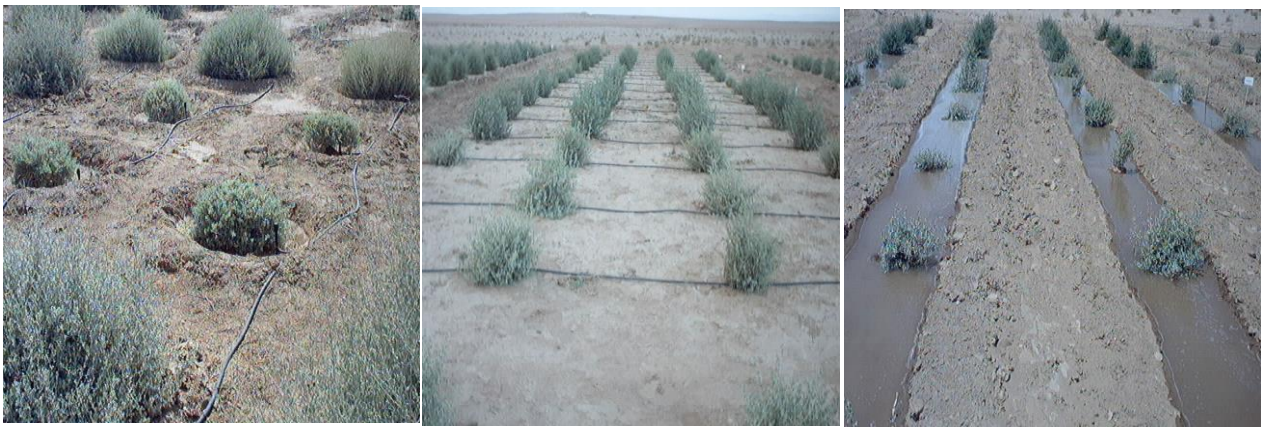
پس از کاشت، آبیاری گیاهان با آب دارای هدایت الکتریکی $4dSm^{-1}$ شروع و سپس با اختلاط دو منبع آب غیرشور و شور با یکدیگر از طریق ایستگاه پمپاژ اختلاط آب دو منبع با همدیگر، هدایت الکتریکی آب آبیاری به تدریج تا $14dSm^{-1}$ افزایش یافت و در همین سطح تا انتهای سال سوم ادامه یافت. در جدول ۲ مشخصات آب آبیاری مورد استفاده در طول اجرای پژوهش درج شده است.

**جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای پروژه قبل از کاشت**

| عمق (cm) | $EC_e$ ($dSm^{-1}$) | pH | کربن آلی (٪) | ازت کل (٪) | فسفر (ppm) | پتاسیم (ppm) | درصد ذرات خاک | | | بافت خاک | SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | شن | سیلت | رس | | |
| ۰-۳۰ | ۱۲/۱۵ | ۷/۵۷ | ۰/۰۳ | ۰/۰۰۳ | ۱۰/۲ | ۲۲۵ | ۸۸ | ۳/۷ | ۸/۳ | L.S | ۵/۳۸ |

**جدول ۲- تجزیه شیمیایی آب آبیاری**

| EC ($dSm^{-1}$) | pH | آنیون (Meq/litr) | | | | کاتیون (Meq/litr) | | | | SAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $CO_3^{2-}$ | $HCO_3^-$ | $Cl^-$ | $SO_4^{2-}$ | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^+$ | $K^+$ | |
| ۲ | ۸/۲۶ | ۰/۳۸ | ۲/۸۵ | ۱۲/۷ | ۱/۸۲ | ۴/۱۵ | ۴/۸۵ | ۱۲/۲۲ | ۰/۱۳ | ۵/۷۶ |
| ۱۴ | ۸/۲۶ | ۰/۹۲ | ۱/۹۸ | ۱۸۴/۵ | ۲۲/۳۶ | ۲۲/۱۹ | ۴۲/۸۱ | ۱۴۱ | ۰/۴۱ | ۲۴/۷۳ |



**شکل ۱- نمایی از روش‌های آبیاری مورد استفاده. روش جویچه (راست)، روش قطره‌ای (وسط) و روش بابلر (چپ)**

طرح آماری مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود که در آن تیمارهای مختلف بصورت اسپلیت پلات قرار گرفتند، به‌طوری‌که روش‌های مختلف آبیاری (شامل قطره‌ای، بابلر، جویچه) بعنوان پلات‌های اصلی و گونه‌های گیاهی شورپسند (*Atriplex halimus*، *A. lentiformis*، *A. canesence* و *Kochia indica*) به عنوان پلات‌های فرعی بودند. اندازه پلات‌های اصلی ۴۰*۸ متر بود. در هر

پلات آزمایشی تعداد ۱٦ گیاه از هر گونه گیاهی کشت گردید. شکل ۱ نمایی از روش‌های مختلف آبیاری در محل اجرای پژوهش را نشان می‌دهد.

در روش آبیاری قطره‌ای برای هر گونه گیاهی تعداد دو قطره‌چکان با دبی هشت لیتر در ساعت مورد استفاده قرار گرفت. در روش آبیاری بابلر، یک عدد بابلر قابل تنظیم با دبی ۱٦۰ لیتر در ساعت برای هر گیاه بکار رفت. در روش آبیاری جویچه، جویچه‌ها در امتداد شیب مزرعه با طول ٤۰ متر و فاصله یک متر از یکدیگر احداث گردیدند. در روش آبیاری جویچه، هر ۱۰ روز یک بار و در روش‌های آبیاری تحت‌فشار (بابلر و قطره‌ای) هر سه روز یک‌بار آبیاری انجام شد. دورهای مذکور با توجه به عمق آب آبیاری (روش آبیاری)، قدرت نگهداری آب در خاک و نیاز گیاه به آب پیشنهاد و اعمال گردیدند. اگرچه برای تعیین زمان مناسب آبیاری به اطلاعات هواشناسی و تغییرات نیاز آبی گیاه در طول فصل نیاز است، لیکن، به علت دوری مزرعه محل آزمایش، امکان اندازه گیری مرتب رطوبت خاک مقدور نبود و با توجه به "معلوم نبودن و در دسترس نبودن ضرایب گیاهی" تعیین دقیق زمان و میزان آب برای هر روش مقدور نشد و بنابراین، مقدار آب داده شده به هر تیمار بر اساس تشخیص کارشناسی تعیین شد که در هر روش ثابت بود و سپس مقدار آب اندازه گیری گردید. از این رو، مبنای آب داده شده در روش آبیاری جویچه رسیدن آب جاری به انتهای نوار و در روش آبیاری بابلر، پر شدن حوضچه ایجاد شده اطراف هر بابلر بوده است. در آبیاری به روش قطره‌ای، مدت زمان روشن بودن سیستم آبیاری، مشابه روش آبیاری بابلر (به طور متوسط ۲/۵ ساعت) در نظر گرفته شد. در انتهای عملیات آبیاری، حجم آب مصرف شده در هر روش از طریق تغییرات حجم مخزن ذخیره آب آبیاری پس از هر نوبت آبیاری، اندازه‌گیری و ثبت گردیده است. با توجه به شوری بالای آب آبیاری مورد استفاده، با تمیز کردن قطره‌چکان‌ها بطور دوره‌ای، سعی گردید یکنواختی پخش آب بخصوص در روش آبیاری قطره‌ای حاصل گردد. قبل از گلدهی، پس از این که گیاهان به رشد رویشی کافی رسیدند، هر سه تا چهار ماه یکبار از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک، برداشت شده و میزان عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه (عملکرد علوفه تر، خشک، عملکرد برگ و ساقه) گیاهان در تیمارهای مختلف آبیاری اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه خشک، نمونه‌های برداشت شده در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای ٤۸ ساعت قرار گرفته و سپس توزین گردیدند. داده‌های جمع‌آوری شده با نرم‌افزار SAS تجزیه شده و میانگین‌ها در سطح یک درصد با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. با توجه به اندازه‌گیری حجم آب مصرفی در هر تیمار، کارایی مصرف آب گونه‌های شورپسند و نیز اثرات استفاده از آب شور بر تغییرات شوری خاک تحت هر یک از روش‌های مختلف آبیاری، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. کارآیی مصرف آب در هر تیمار، از تقسیم مقدار علوفه تولید شده (بر حسب Kg) بر کل حجم آب مصرفی (بر حسب $m^3$) محاسبه گردید.

## نتایج و بحث

### الف) کارآیی مصرف آب

### روش آبیاری جویچه

در جدول ۳ کارآیی مصرف آب هر یک از گونه-های گیاهی شورپسند بر حسب کیلوگرم ماده خشک تولیدی بر مترمکعب حجم آب مصرفی ($kg/m^3$) تحت روش آبیاری جویچه ارائه شده است. در آبیاری جویچه، میانگین حجم آب مصرفی ۱٦۳۰۰ مترمکعب در هکتار و میانگین کارآیی مصرف آب ۰/۳ کیلوگرم بر متر مکعب بوده است. بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب (۰/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به گونه *A. canesence* و کمترین مقدار کارآیی مصرف آب (۰/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به گونه *K. indica* بوده است. تحت روش آبیاری جویچه و بدون در نظر گرفتن تغییرات سالانه عملکرد در هر یک از گونه‌های گیاهی مورد مطالعه (اثر سال)، میانگین

عملکرد ماده خشک دو گونه *A. canesence* و *K. indica* به ترتیب برابر با ۷/۷ و ۲/۱ تن در هکتار بدست آمده است.

**روش آبیاری بابلر**

در جدول ٤ کارآیی مصرف آب هر یک از گونه-های گیاهی شورپسند بر حسب کیلوگرم ماده خشک تولیدی بر مترمکعب حجم آب مصرفی ($kg/m^3$) تحت روش آبیاری بابلر ارائه شده است. در آبیاری بابلر، میانگین حجم آب مصرفی ۳٤۰۰ مترمکعب در هکتار و میانگین کارآیی مصرف آب ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب بوده است. همانند روش جویچه، در روش آبیاری بابلر نیز بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب (۲/۲٦ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به گونه *A. canesence* و کمترین مقدار کارآیی مصرف آب (۰/۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به گونه *K. indica* بوده است. برای روش آبیاری بابلر بدون در نظر گرفتن تغییرات سالانه عملکرد (اثر سال) در هر یک از گونه‌های گیاهی مورد مطالعه، میانگین عملکرد ماده خشک دو گونه *A. canesence* و *K. indica* به ترتیب برابر با ۸/۸ و ۱/۷ تن در هکتار بوده است.

**روش آبیاری قطره‌ای**

در جدول ۵ کارآیی مصرف آب هر یک از گونه-های گیاهی شورپسند بر حسب کیلوگرم ماده خشک تولیدی بر مترمکعب حجم آب مصرفی ($kg/m^3$) تحت روش آبیاری قطره‌ای ارائه شده است. میانگین حجم آب مصرفی در روش قطره‌ای ۲۸۰۰ مترمکعب در هکتار و کارآیی مصرف آب ۰/۹ کیلوگرم بر متر مکعب بوده است. همانند روش‌های آبیاری جویچه و بابلر، در روش آبیاری قطره‌ای نیز بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب (۱/٦۸ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به گونه *A. canesence* و کمترین مقدار کارآیی مصرف آب (۰/۲٤ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به گونه *K. indica* بوده است. در روش آبیاری قطره‌ای و بدون در نظر گرفتن تغییرات سالانه عملکرد در هر یک از گونه‌های گیاهی مورد مطالعه، میانگین عملکرد ماده خشک دو گونه *A. canesence* و *K.* indica به ترتیب برابر با ۵/۹ و ۰/۸ تن در هکتار بوده است.

**جدول ۳- کارآیی مصرف آب ($kg/m^3$) هر یک از گونه‌های گیاهی شورپسند در روش آبیاری جویچه**

| ویژگی | گونه گیاهی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *A. lentiformis* | *A. canesence* | *A. halimus* | *A. nummularia* | *K. indica* |
| کارآیی مصرف آب ($kg/m^3$) | ۰/۲۱ | ۰/۵۲ | ۰/۳۰ | ۰/۱۴ | ۰/۰۷ |
| میانگین عملکرد (تن در هکتار) | ۲۸۹۷/۶۷ | ۷۷۲۷/۸۹ | ۳۵۱۲/۳۳ | ۱۶۰۴/۰۴ | ۲۱۳۱/۲۲ |

**جدول ۴- کارآیی مصرف آب ($kg/m^3$) هر یک از گونه‌های گیاهی شورپسند در روش آبیاری بابلر**

| ویژگی | گونه گیاهی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *A. lentiformis* | *A. canesence* | *A. halimus* | *A. nummularia* | *K. indica* |
| کارآیی مصرف آب ($kg/m^3$) | ۱/۰۸ | ۲/۲۶ | ۱/۲۶ | ۱/۱۷ | ۰/۲۷ |
| میانگین عملکرد (تن در هکتار) | ۲۱۸۸/۲۲ | ۸۸۱۴/۷۸ | ۳۷۲۹/۷۸ | ۲۳۴۲/۸۹ | ۱۶۷۵/۴۴ |

جدول - کارآیی مصرف آب ($kg/m^3$) هر یک از گونه‌های گیاهی شورپسند در روش آبیاری قطره‌ای

| ویژگی | گونه گیاهی | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *A. lentiformis* | *A. canesence* | *A. halimus* | *A. nummularia* | *K. indica* |
| کارآیی مصرف آب ($kg/m^3$) | ۰/۶۸ | ۱/۶۸ | ۱/۰۸ | ۰/۹۸ | ۰/۲۴ |
| میانگین عملکرد (تن در هکتار) | ۲۱۰۹/۷۸ | ۵۸۹۴/۵۶ | ۲۵۸۸/۸۹ | ۱۵۰۴/۴۴ | ۸۴۶/۵۶ |

همانطوریکه در جداول ۳ تا ۵ نشان داده شد، گونه‌هایی که با روش جویچه آبیاری شده‌اند، صرف نظر از دارا بودن عملکرد بالاتر، کارآیی مصرف آب پایین‌تری داشتند. در این روش آبیاری علیرغم اینکه عملکرد علوفه بیشتری از گونه های شورپسند حاصل گردید، لیکن حجم آب بیشتری نسبت به روش آبیاری بابلر و قطره‌ای مصرف گردیده و بنابراین، کارآیی مصرف آب در این روش آبیاری، کمتر از بقیه روشها بوده است. در مقابل، گونه‌هایی که با روش بابلر آبیاری شدند، دارای بالاترین مقدار کارآیی مصرف آب بودند. در روش آبیاری بابلر حجم آب کمتری نسبت به روش آبیاری جویچه مصرف گردید، ولی عملکرد علوفه مشابه روش آبیاری جویچه بوده است؛ بنابراین، کارآیی مصرف آب در این روش از روش جویچه بیشتر بود. همچنین، گونه‌هایی که با روش قطره‌ای آبیاری گردیدند، دارای کارآیی مصرف آب بالاتر نسبت به روش آبیاری جویچه و کمتر نسبت به روش آبیاری بابلر بودند. به منظور مقایسه، دیکوک (۱۹۸۰) کارآیی مصرف آب را برای گونه *A. nummularia* معادل با ٤ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کرده که بسیار بالاتر از مقدار ارائه شده در این پژوهش می‌باشد. مطابق با داده‌های ارائه شده در جدول ٤، بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب (۲/۲٦ کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به گونه *A. canesence* آبیاری شده با روش بابلر بود. این در حالی است که کمترین مقدار کارآیی مصرف آب (۰/۰۷ کیلوگرم بر متر مکعب) از گونه *K. indica* تحت روش آبیاری جویچه حاصل گردید.

**ب) عملکرد و اجزای عملکرد محصول**

جدول ٦ تجزیه واریانس را بر اساس مقادیر میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده شامل وزن تر علوفه (SHFW)، وزن خشک ساقه (SDW)، وزن خشک برگ (LDW) و وزن خشک علوفه (TDW) و همچنین اثرات اصلی سال، روش آبیاری، گونه گیاهی و اثر متقابل آن‌ها را بر روی صفات فوق‌الذکر نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود اثرات اصلی سال، گونه گیاهی و روش آبیاری بر عملکرد و اجزا عملکرد در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. همچنین، اثر متقابل روش آبیاری × گونه گیاهی در سطح اطمینان پنج درصد و اثر متقابل سال × گونه گیاهی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. معذلک، اثر متقابل سال × گونه گیاهی × روش آبیاری برای هیچیک از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نگردید.

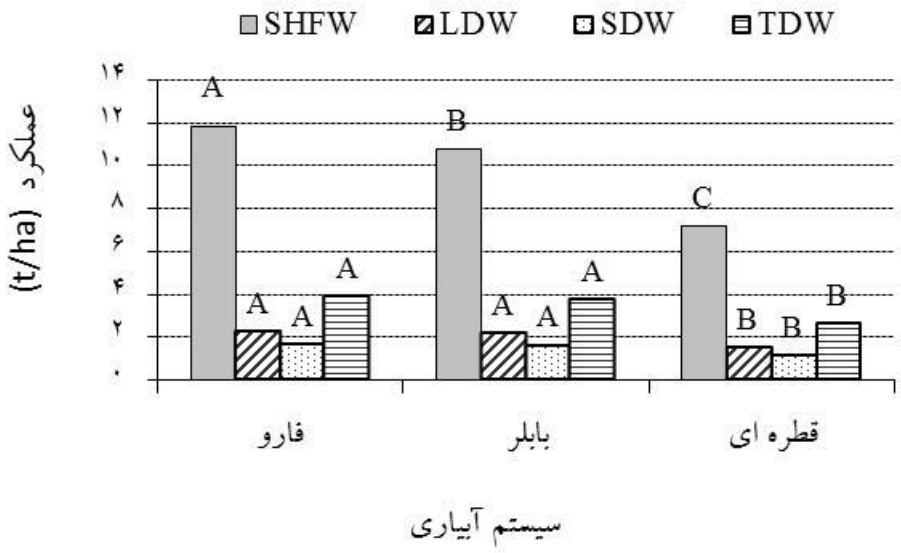
در شکل ۲ تاثیر روش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه صرف نظر از نوع گونه گیاهی شورپسند نشان داده شده است. بیشترین و کمترین مقادیر عملکرد علوفه تر به ترتیب در روش‌های آبیاری جویچه و قطره‌ای حاصل گردید. اگر چه روش آبیاری جویچه بیشترین مقدار علوفه تر را تولید نمود، لیکن از نظر تولید علوفه خشک اختلاف معنی‌داری با روش آبیاری بابلر نداشت؛ به عبارت دیگر، هر دو روش آبیاری بابلر و جویچه تاثیر مشابهی را بر میانگین عملکرد علوفه خشک گونه‌های تحت مطالعه، دارا بودند. گیاهان مورد مطالعه گیاهانی نمک‌دوست بوده و در نگهداری آب در بافت‌های خود بسیار اقتصادی عمل می‌کنند. رشد گیاهان شورپسند شدیداً تحت تأثیر میزان آب موجود در خاک می‌باشد. نتایج تحقیقات در ایالات متحده نشان می‌دهد که گونه‌هایی که در شرایط دیم یک تا دو تن در هکتار عملکرد داشتند، در شرایطی که با آب شور آبیاری شوند ۲۳-۱۱ تن در هکتار ماده خشک تولید می‌کنند

(هاشمی نیا و همکاران، ۱۳۷٦). بنابراین، اگرچه انتظار می‌رود که در بین روش‌های آبیاری، روش قطره‌ای تاثیر بیشتری بر بهبود تولید علوفه داشته باشد، لیکن در شرایطی که آب آبیاری شور باشد، تاثیر این روش به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

**جدول ۶- میانگین مربعات صفات مختلف اندازه گیری شده**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن تر علوفه (SHFW) | وزن خشک ساقه (SDW) | وزن خشک برگ (LDW) | وزن خشک علوفه (TDW) |
| سال | ۲ | ۱۷۳۰۰۷۴۹۱۵** | ۳۸۹۴۶۷۳۴** | ۷۵۱۶۱۹۶۵** | ۲۲۲۳۰۴۶۴۸** |
| خطای بلوک × سال | ۶ | ۲۳۵۷۹۵۱۶ | ۸۵۹۹۴۲ | ۹۵۳۹۳۹/۵ | ۳۴۳۶۵۲۰/۵ |
| روش آبیاری | ۲ | ۲۶۷۳۲۱۳۱۹** | ۴۳۷۴۲۴۷** | ۶۹۶۶۵۶۷** | ۲۲۳۷۱۷۱۲** |
| سال× روش آبیاری | ۴ | ۲۵۲۰۴۹۶۰* | ۴۶۵۲۷۷ ns | ۶۲۴۷۲۰* | ۲۰۲۳۲۶۷ * |
| خطای کرت اصلی | ۱۲ | ۵۱۷۴۸۲۴ | ۱۹۰۰۱۲/۲ | ۱۰۹۶۵۸ | ۵۱۸۱۰۵/۶ |
| گونه گیاهی | ۴ | ۱۳۰۱۲۲۲۵۲۶** | ۲۴۹۳۴۱۹۷ ** | ۵۳۲۹۹۵۷۳** | ۱۵۰۴۷۸۷۲۶** |
| روش آبیاری× گونه گیاهی | ۸ | ۲۳۴۸۳۳۰۹** | ۷۲۳۶۷۴* | ۷۶۲۵۴۷* | ۲۸۴۵۸۸۸* |
| سال ×گونه گیاهی | ۸ | ۳۶۰۲۰۷۶۸۷** | ۸۱۷۱۲۰۱** | ۱۳۳۰۹۴۱۱** | ۴۱۱۰۸۹۷۷** |
| سال ×گونه گیاهی × روش آبیاری | ۱۶ | ۸۷۷۲۹۴۶ns | ۲۵۴۳۰۴ns | ۳۰۴۹۵۷ ns | ۱۰۳۶۱۱۵ ns |
| خطا | ۷۲ | ۵۱۱۷۰۱۴ | ۱۹۴۵۱۹ | ۱۸۲۶۳۳ | ۶۹۷۵۱۹ |
| ضریب تغییرات | | ۲۲/۷۵ | ۳۰/۵۵ | ۲۱/۸۴ | ۲۴/۵۶ |

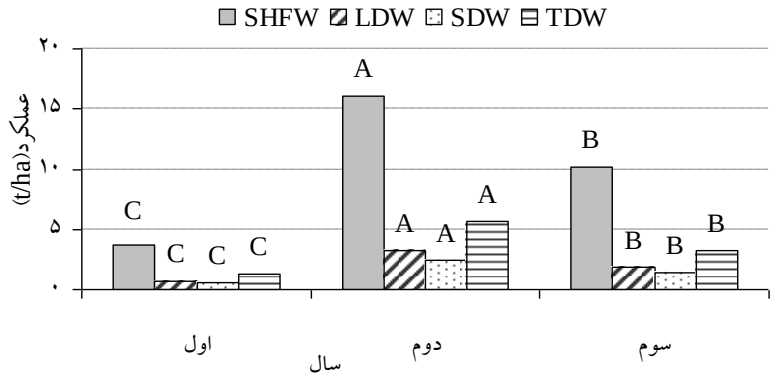
**: معنی‌دار در سطح آماری ۱٪ *: معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ ns : غیرمعنی‌دار



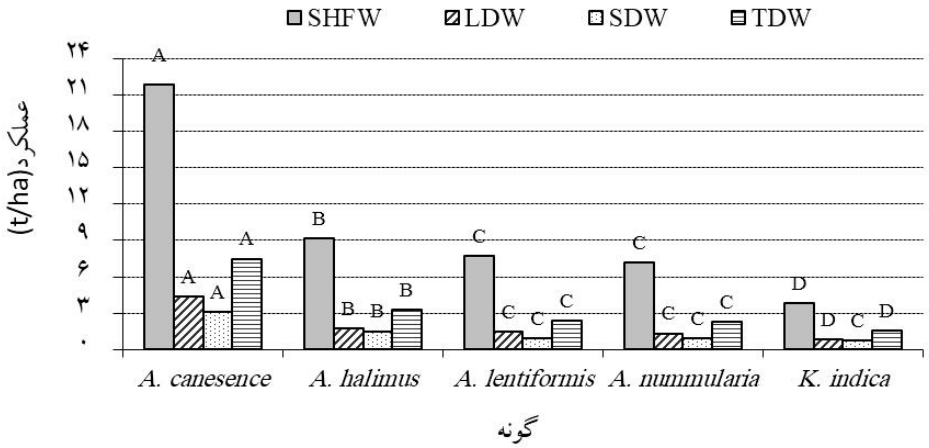

**شکل ۲- مقایسه اثرات آبیاری به روش‌های قطره‌ای، بابلر و جویچه بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه (SHFW: وزن تر علوفه، LDW: وزن خشک برگ، SDW: وزن خشک ساقه، TDW: وزن خشک علوفه)**

شکل ۳ اثر اصلی سال را صرف نظر از اثر روش آبیاری و گونه گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود بیشترین مقدار علوفه تر و خشک در سال دوم و کمترین مقدار علوفه در سال اول حاصل گردید. عملکرد علوفه در سال‌های مختلف به لحاظ تاثیرات شرایط اقلیمی و عوامل مدیریتی، معمولاً متفاوت است. در برخی موارد این تفاوت اندک بوده بطوری که اثر سال معنی دار نمی‌گردد، لیکن در تحقیق حاضر علاوه بر عوامل اقلیمی، عوامل دیگری موجب بروز تفاوت در اثر سال گردیده‌اند که از جمله می‌توان به تفاوت در تعداد چین‌ها و افزایش سن گیاه اشاره کرد. در این تحقیق اثر سال بر مجموع عملکرد علوفه سالانه مورد

بررسی قرار گرفته که حاصل چندین بار برداشت علوفه در سال است. تعداد برداشت علوفه در سال‌های مختلف یکسان نبود. در واقع، در سال اول تنها دو بار برداشت علوفه انجام شد. این در حالی است که در سال دوم چهار بار و در سال سوم سه بار علوفه برداشت گردید. در سال سوم عواملی نظیر افزایش سن و خشبی‌تر شدن گیاهان و در نتیجه کاهش تعداد برداشت علوفه، در مجموع موجب کاهش عملکرد علوفه نسبت به سال دوم گردید.




**شکل ۳-. اثر اصلی سال بر عملکرد و اجرای عملکرد علوفه (SHFW: وزن تر علوفه، LDW: وزن خشک برگ، SDW: وزن خشک ساقه، TDW: وزن خشک علوفه)**




**شکل ۴- مقایسه عملکرد و اجرای عملکرد علوفه در گونه‌های گیاهی مختلف مورد مطالعه**
(SHFW: وزن تر علوفه، LDW: وزن خشک برگ، SDW: وزن خشک ساقه، TDW: وزن خشک علوفه)

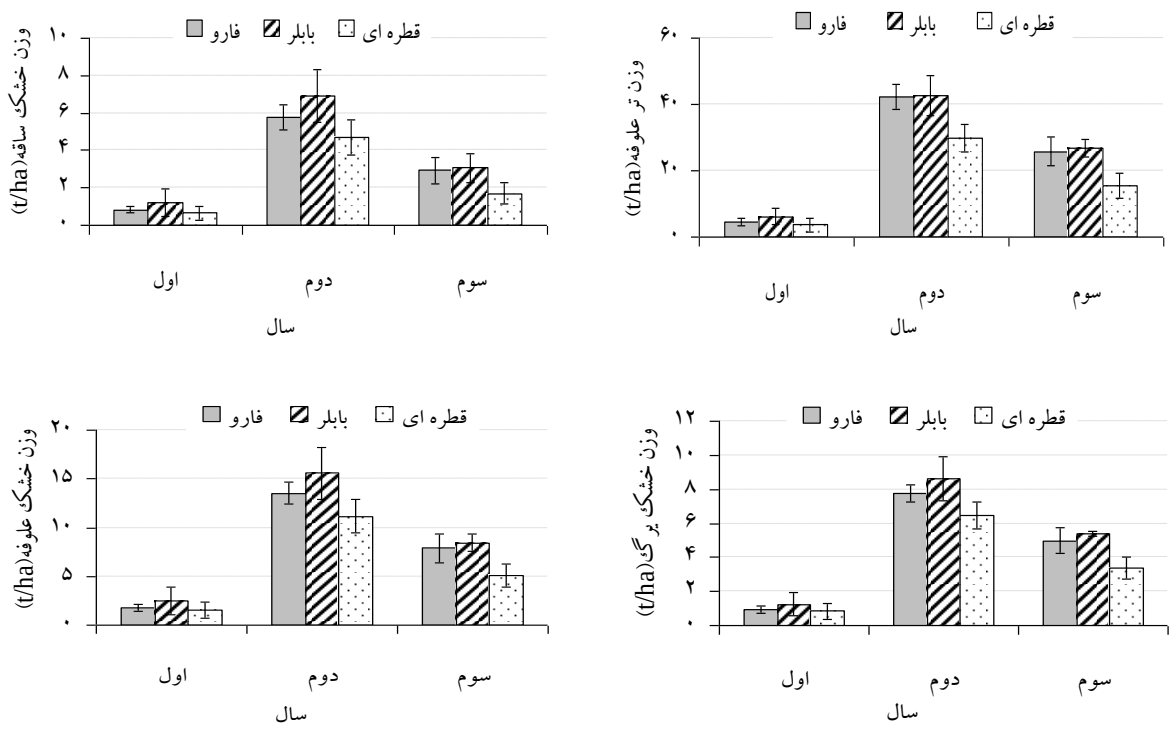
نتایج ارائه شده در شکل ٤ نشان می‌دهد در بین گونه‌های مورد مطالعه، گونه *A. canesence* بیشترین و گونه *K. indica* کمترین مقدار علوفه تر را تولید کردند. گونه *A. halimus* پس از گونه *A. canesence* بیشترین مقدار علوفه تر را تولید کرد. دو گونه *A. lentiformis* و *A. nummularia* از نظر عملکرد علوفه تر بدون داشتن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین، روند مشابهی از اثر اصلی گونه بر عملکرد علوفه خشک ساقه و برگ مشاهده شد (شکل ٤). از نظر تاثیر گونه‌ها بر عملکرد خشک ساقه، اگرچه گونه‌های *A. canesence* و *A. halimus* بیشترین مقدار عملکرد را دارا بودند، لیکن سه گونه *A. lentiformis*، *A. nummularia* و *K. indica* تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند.

نتایج این تحقیق نشان داد که در بین اثرات متقابل مورد بررسی، اثر متقابل روش آبیاری × گونه گیاهی و نیز

اثر متقابل سال × گونه گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه معنی‌دار بودند (جدول ٦) که در ذیل بدان پرداخته شده است.

شکل ۵ واکنش گونه *A. canesence* را به روش‌های آبیاری در طول سه سال پژوهش به طور جداگانه نشان می‌دهد. در سال اول اثرات روش‌های مختلف آبیاری برروی عملکرد علوفه تر و خشک روندی یکسان داشت، لیکن این اثرات در سال‌های بعد متفاوت بود. نتایج ارائه شده در شکل ۵ نشان می‌دهد که روش‌های آبیاری جویچه و بابلر علوفه تر بیشتری را نسبت به روش آبیاری قطره‌ای تولید کردند، به طوریکه واکنش *A. canesence* به روش-های آبیاری جویچه و بابلر از نظر تولید علوفه تر بسیار مشابه بود. این شباهت بین دو روش مذکور تا سال سوم نیز ادامه یافت. حداکثر علوفه تر برداشت شده ٤٢/٥ تن در هکتار بود که از روش آبیاری بابلر حاصل گردید. این مقدار تولید مربوط به مجموع سه برداشت در طول سال دوم آزمایش است. در یک آزمایش مقدار عملکرد علوفه تر گونه *A. canesence* ٦/٢ تن در هکتار آبیاری شده به روش جویچه برای منطقه یزد گزارش شد (بناکار و رنجبر، ۱۳۹۲) که با نتایج حاضر متفاوت است. دلیل اصلی این تفاوت، به تفاوت در تعداد برداشت علوفه در طول سال بر می‌گردد. در سال اول دو بار برداشت علوفه انجام شد. این در حالی است که در سال دوم چهار بار و در سال سوم سه بار علوفه از گونه *A. canesence* برداشت گردید. در سال سوم عواملی نظیر افزایش سن و خشبی‌تر شدن گیاهان و در نتیجه کاهش تعداد برداشت علوفه در مجموع موجب کاهش عملکرد علوفه نسبت به سال دوم گردید. در مورد اثر روش‌های آبیاری بر اجزاء عملکرد علوفه در سال دوم، بیشترین مقدار علوفه خشک (١٥/٦ تن درهکتار) از روش آبیاری بابلر بدست آمد. این در حالی است که عملکرد علوفه خشک در روش آبیاری جویچه و قطره‌ای به ترتیب ۱۳/۵ و ۱۱/۱ تن در هکتار بود. در سال سوم آزمایش روش آبیاری بابلر ٢٦/٧ تن در هکتار علوفه تر تولید کرد که این مقدار اختلاف آماری معنی‌داری با روش آبیاری جویچه نشان نداد. نتایج یک تحقیق که بر روی میزان تولید گونه‌های مختلف آتریپلکس انجام گرفت نشان داد که گونه *A. canescens* با تراکم کاشت ۳۰۰۰-۱۰۰۰ بوته در هکتار کشت شود، مقدار یک تا دو تن در هکتار مادهٔ خشک در سال تولید می کنند (لی هویرو، ۱۹۹۲) که تقریباً مشابه مقدار عملکرد خشک علوفه گونه *A. canescens* در سال اول تحقیق حاضر است. تحت شرایط آبیاری میزان عملکرد ۹/۲ تن در هکتار برای *A. canescens* نیز گزارش شده که با عملکرد گونه اخیر در سال دوم همخوانی دارد. علت این امر، اختلاف شرایط محیطی و اعمال مدیریت‌های مختلف برمی‌گردد (کوچکی، ١٩٩٦). اگرچه تولید ٢٦/٧ تن درهکتار در سال سوم بطور قابل توجهی پائین‌تر از ٤٢/٥ تن در هکتار (مربوط به سال دوم) است لیکن باید خاطرنشان ساخت که این مقدار تولید مربوط به دو برداشت در سال سوم می‌باشد (شکل ۵).

نتایج ارائه شده در جدول ۷ اثر متقابل روش‌های آبیاری و گونه‌های گیاهی را برروی عملکرد و اجزاء عملکرد بدون در نظر گرفتن اثر سال نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود روش‌های بابلر و جویچه صرف نظر از اثر سال تأثیر مشابهی را بر عملکرد تر علوفه گونه *A. canesence* داشتند. لیکن در مورد علوفه خشک، تأثیر مثبت روش آبیاری بابلر بر عملکرد علوفه به طور معنی‌داری بیشتر از روش‌های آبیاری جویچه و قطره‌ای بود.




**شکل ۵- مقایسه اثرات آبیاری به روش‌های قطره‌ای، بابلر و جویچه بر اجزای عملکرد علوفه *A. canesence***

**جدول ۷- اثر متقابل روش آبیاری و گونه های گیاهی برای صفات مختلف اندازه گیری شده**

| گونه گیاهی | وزن تر اندام هوایی (ton/ha) | | | | وزن خشک اندام هوایی (ton/ha) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | روش آبیاری | | | میانگین | روش آبیاری | | | میانگین |
| | جویچه | بابلر | قطره‌ای | | جویچه | بابلر | قطره‌ای | |
| *A. canesence* | ۲۴/۲a | ۲۵/۱a | ۱۶/۲ b | ۲۱/۹A | ۷/۷ b | ۸/۸ a | ۵/۹ c | ۷/۵A |
| *A. halimus* | ۱۰/۳a | ۱۰/۳ a | ۶/۹ b | ۹/۲B | ۳/۵ ab | ۳/۷ a | ۲/۶ b | ۳/۳B |
| *A. lentiformis* | ۹/۶ a | ۷/۲ a | ۶/۲ b | ۷/۷C | ۲/۹ a | ۲/۲ a | ۲/۱ a | ۲/۴C |
| *A. nummularia* | ۹/۷ a | ۷/۴ ab | ۴/۴ b | ۷/۱C | ۳/۰a | ۲/۳ a | ۱/۵ b | ۲/۳C |
| *K. indica* | ۵/۴ a | ۴/۰a | ۲/۱ b | ۳/۸D | ۲/۱a | ۱/۷ ab | ۰/۸ b | ۱/۶D |
| میانگین | ۱۱/۸A | ۱۰/۸B | ۷/۲C | | ۳/۹A | ۳/۷A | ۲/۶B | |

**ادامه جدول ۷**

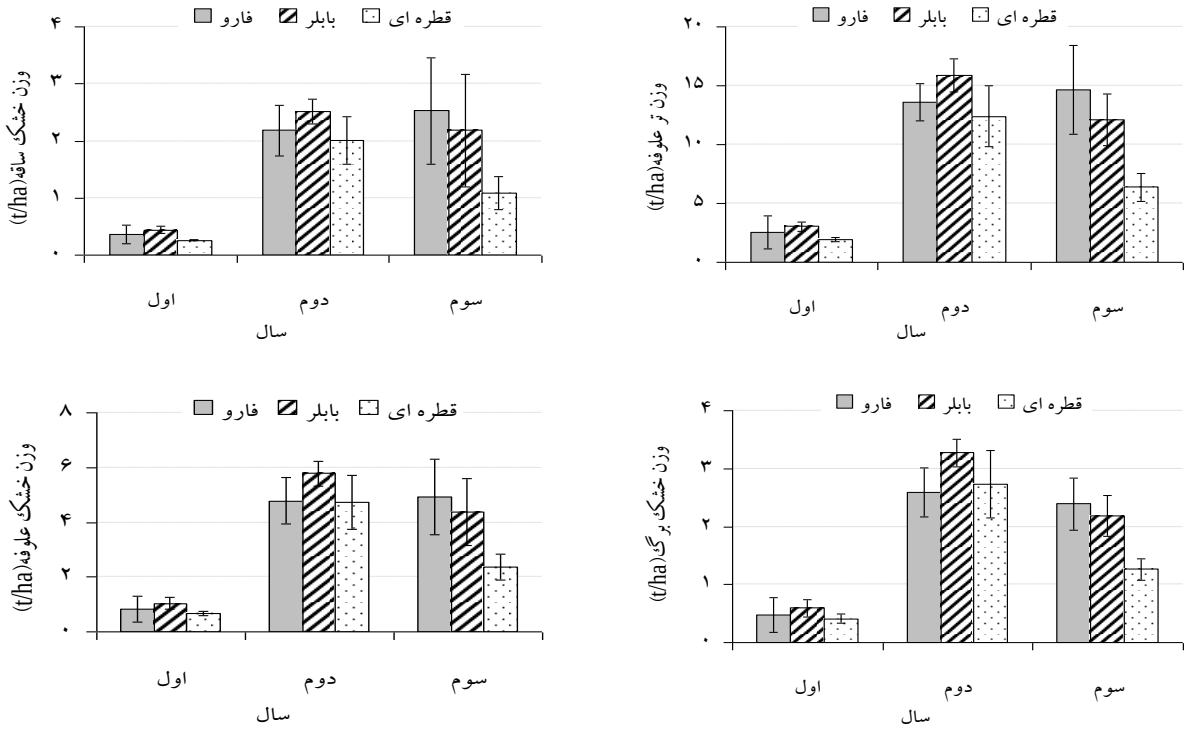
| گونه گیاهی | وزن خشک برگ (ton/ha) | | | | وزن خشک ساقه (ton/ha) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | روش آبیاری | | | میانگین | روش آبیاری | | | میانگین |
| | جویچه | بابلر | قطره‌ای | | جویچه | بابلر | قطره‌ای | |
| *A. canesence* | ۴/۶ a | ۵/۱ a | ۳/۵ b | ۴/۴A | ۳/۲ b | ۳/۷ a | ۲/۳ c | ۳/۱A |
| *A. halimus* | ۱/۸ ab | ۲/۰ ab | ۱/۵ b | ۱/۸B | ۱/۷ a | ۱/۷ a | ۱/۱ b | ۱/۵B |
| *A. lentiformis* | ۱/۸ a | ۱/۴ ab | ۱/۲ b | ۱/۴C | ۱/۱ a | ۰/۹ a | ۰/۸ a | ۱/۰C |
| *A. nummularia* | ۱/۸ a | ۱/۴ ab | ۰/۹ b | ۱/۳C | ۱/۳ a | ۱/۰ ab | ۰/۶ b | ۱/۰C |
| *K. indica* | ۱/۲ a | ۰/۹ ab | ۰/۴ b | ۰/۸D | ۰/۹ ab | ۰/۸ ab | ۰/۴ b | ۰/۷D |
| میانگین | ۲/۲A | ۲/۱A | ۱/۵B | | ۱/۶A | ۱/۶A | ۱/۱B | |

میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی داری از نظر آماری با یکدیگر ندارند

واکنش گونه *A. halimus* به روش‌های آبیاری جویچه و تحت فشار در طول سه سال پژوهش در شکل ٦ نشان داده شده است. در سال اول روش آبیاری بابلر بیشترین مقدار علوفه تر (۳/۱ تن در هکتار) را تولید کرد،

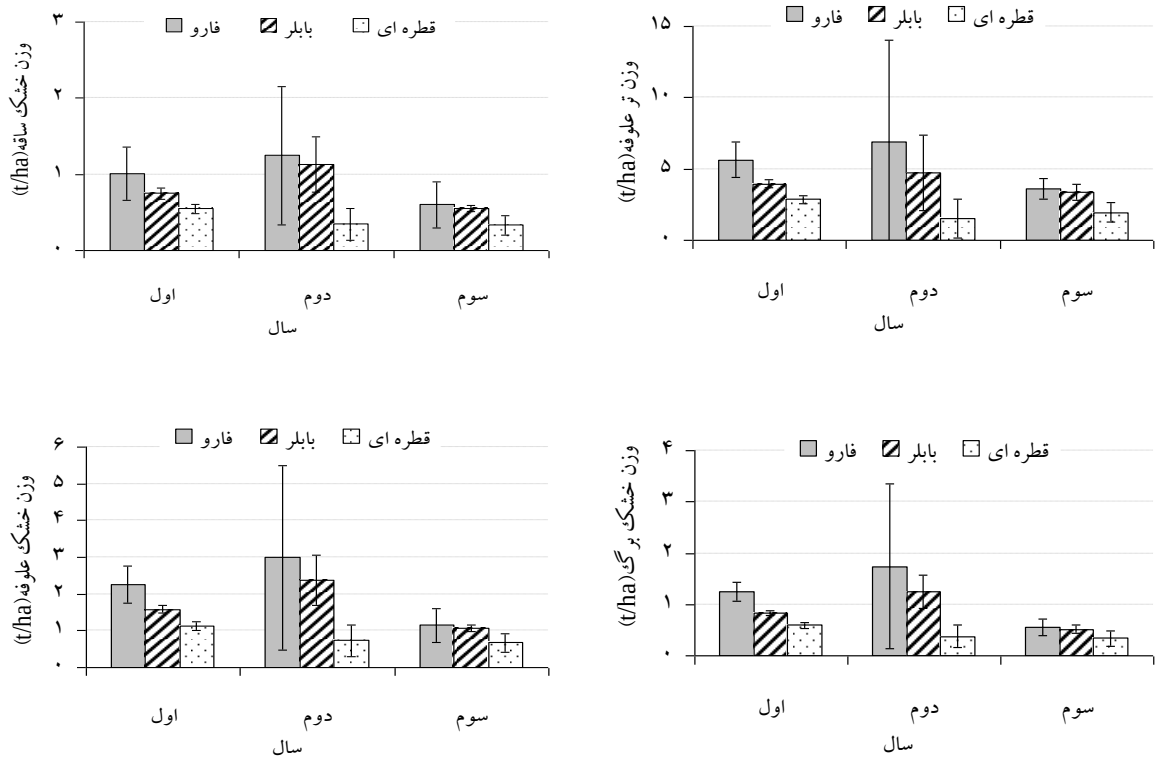
اما این مقدار از لحاظ آماری مشابه عملکرد علوفه حاصل از روش آبیاری جویچه (۲/۵ تن درهکتار) و قطره‌ای (۱/۹ تن درهکتار) بود. روند مشابهی نیز برای سال دوم آزمایش مشاهده شد. با این وجود، حداکثر عملکرد علوفه تر (۱۵/۹ تن درهکتار) مربوط به سال دوم آزمایش بود که از روش آبیاری بابلر حاصل گردید. در سال سوم آزمایش حداکثر تولید علوفه تر (۱٤/٦ و ۱۲/۱ تن درهکتار) به ترتیب مربوط به روش آبیاری جویچه و بابلر بود که به طور قابل توجهی از عملکرد روش آبیاری قطره‌ای (٦/٤ تن درهکتار) بالاتر بود. شکل ٦ در حقیقت بیانگر این است که اثر روش-های مختلف آبیاری برروی اجزاء عملکرد علوفه دارای روند مشابهی در سال‌های اول و دوم آزمایش است. در سال سوم بیشترین مقدار علوفه خشک (٤/۹ تن درهکتار) از روش آبیاری جویچه حاصل گردید که اختلاف معنی‌داری با روش آبیاری بابلر نشان نداد. بناکار و رنجبر (۱۳۹۲) عملکرد علوفه تر گونه *A. halimus* را ۹/۷ تن در هکتار برای منطقه چاه افضل اردکان آبیاری شده با آب شور $dSm^{-1}$ ۸ به روش جویچه گزارش کردند. این مقدار تولید، بالاتر از عملکرد گونه فوق در گزارش حاضر می‌باشد. یکی از دلایل این امر تفاوت در مقدار شوری آب آبیاری می‌باشد که تقریباً نصف شوری آب آبیاری مورد استفاده در تحقیق حاضر است.

بدون در نظر گرفتن اثر سال، بر اساس نتایج این تحقیق، مقدار عملکرد علوفه تر گونه *A. halimus* در روش آبیاری بابلر و جویچه نظیر گونه *A. canesence* تفاوت معنی‌داری ندارد، لیکن بر خلاف گونه *A. canesence* مقدار عملکرد علوفه خشک گونه *A. halimus* آبیاری شده به روش بابلر بدون داشتن اختلاف چشمگیر با روش جویچه به طور معنی‌داری بیشتر از روش آبیاری قطره‌ای بود. نشان داده شده است که گونه *A. halimus* دو تا پنج تن ماده خشک در هکتار در سال تولید می کند که از این مقدار ۵۰ درصد آن علوفه و ۵۰ صد بقیه چوب است. برخی آزمایشات نشان داده‌اند که گیاهان شورپسند سالانه ۵ تا ۲۰ تن در هکتار علوفه خشک در آبیاری با آب شور دارای هدایت الکتریکی $dSm^{-1}$ ۱۵-۵ تولید می‌کنند (لی هویرو، ۱۹۹٦).




**شکل ۶- مقایسه اثرات آبیاری به روش‌های قطره‌ای، بابلر و جویچه بر اجزای عملکرد علوفه *A. halimus***

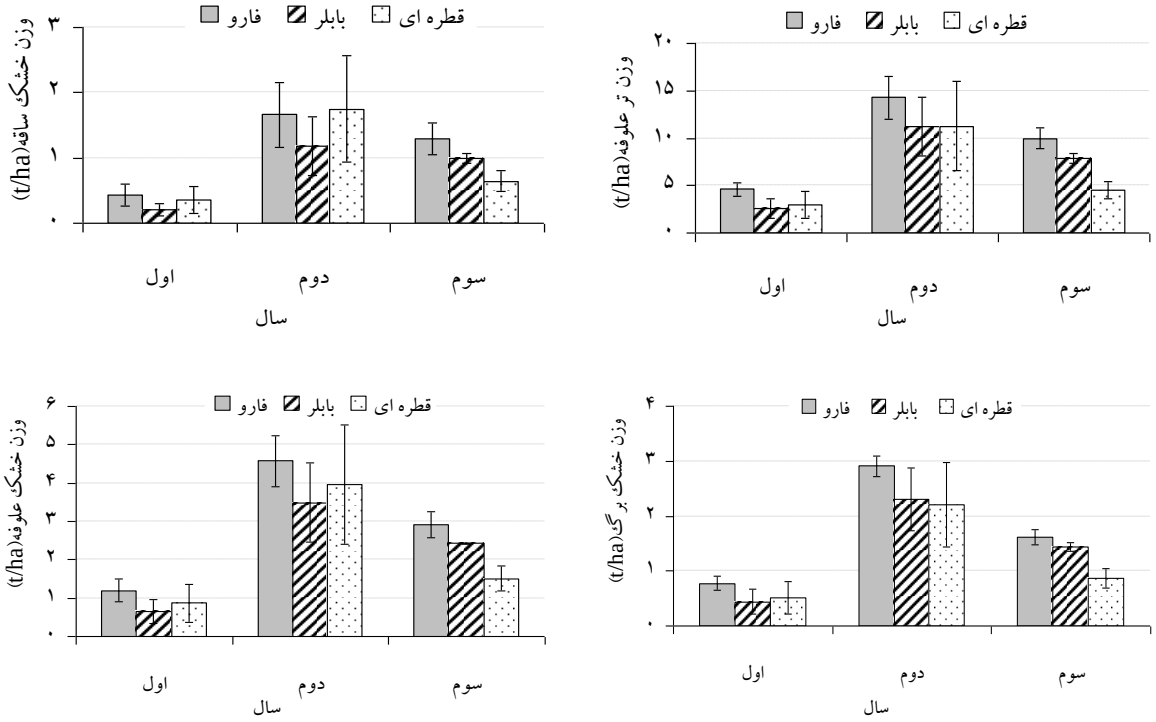
مقایسه روش‌های مختلف آبیاری بر روی تولید علوفه گونه *K. indica* نشان داد که روش آبیاری جویچه با تولید علوفه تر ۵/٦ تن درهکتار، بیشترین مقدار علوفه تر را تولید کرد. نتایج همچنین، نشان داد که مقدار علوفه تولید شده مربوط به گونه *K. indica* در سال‌های اول و سوم مشابه بود. این تشابه تولید علوفه در سال‌های اول و سوم بر خلاف آنچه است که در مورد سایر گونه‌های مورد مطالعه مشاهده گردید. علت اصلی نزدیک بودن عملکردهای علوفه تر، یکسان بودن تعداد برداشت‌های علوفه – بر خلاف سایر گونه‌ها – است. در سال دوم آزمایش، روش آبیاری جویچه بیشترین مقدار علوفه تر (٦/۹ تن درهکتار) را تولید کرد که بسیار بالاتر از علوفه تر حاصل از روش آبیاری قطره‌ای (۱/۵ تن درهکتار) بود. علت این اختلاف، حجم بالاتر آب مصرفی در روش آبیاری جویچه نسبت به روش آبیاری قطره‌ای می‌باشد. همانطور که قبلاً ذکر شد در گیاهان شورپسند رشد گیاه به شدت تحت تأثیر میزان آب موجود قرار می‌گیرد (هاشمی نیا و همکاران، ۱۳۷٦). نتایج ارائه شده در شکل ۷ بیانگر این است که بین روش‌های آبیاری جویچه و بابلر و نیز بین روش‌های آبیاری بابلر و قطره‌ای اختلاف معنی‌داری از نظر تولید علوفه تر وجود نداشت. سایر اجزاء عملکرد علوفه روند مشابهی را از نظر تاثیر روش‌های مختلف آبیاری نشان دادند (شکل ۷).



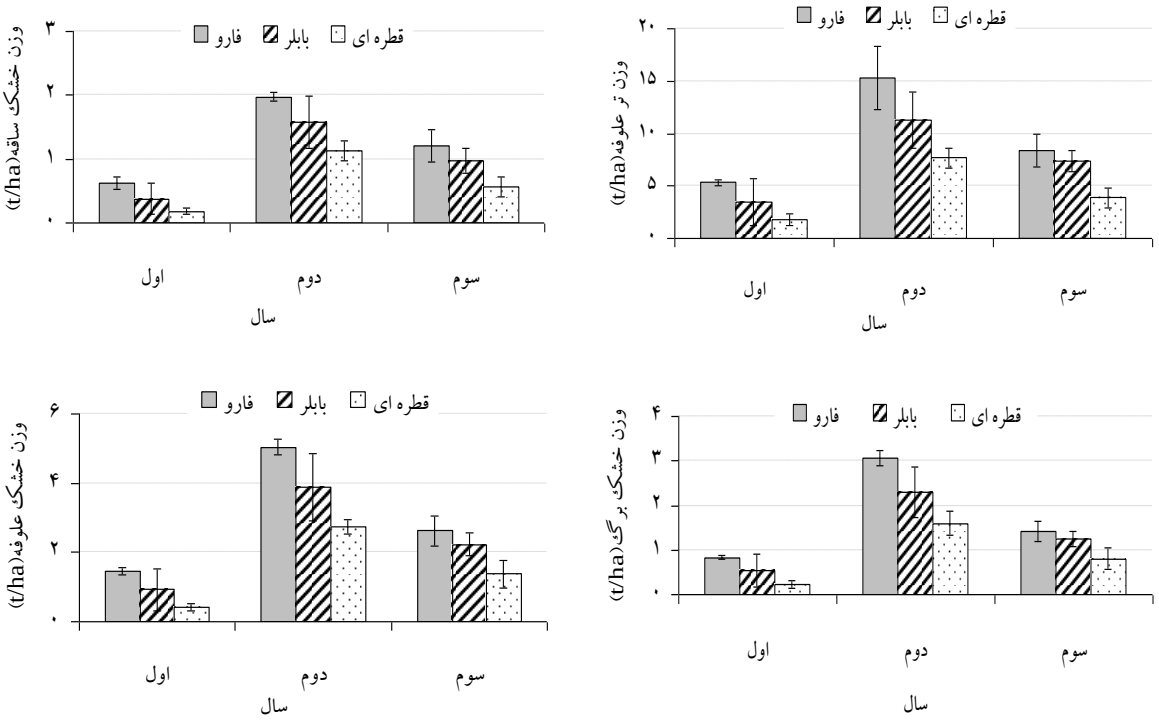

**شکل ۷- مقایسه اثرات آبیاری به روش‌های قطره‌ای، بابلر و جویچه بر اجزای عملکرد علوفه *K. indica***

جدول ۷ نشان می‌دهد که عملکرد واجزاء عملکرد علوفه گونه‌های *A. lentiformis* و *A. nummularia* بدون در نظر گرفتن روش آبیاری بسیار نزدیک یکدیگراست. درسال اول آزمایش، روش‌های آبیاری تأثیر معنی داری بر روی تولید علوفه هر دو گونه نشان ندادند (شکل‌های ۸ و ۹). روند مشابهی نیز برای گونه *A. lentiformis* در سال دوم آزمایش مشاهده شد، لیکن در گونه *A. nummularia* روش آبیاری جویچه بیشترین مقدار عملکرد علوفه تر را تولید کرد (۱۵/۳ تن درهکتار). این مقدار تولید علوفه بطور معنی‌داری بالاتر از عملکرد

حاصل از روش آبیاری بابلر (۱۱/۳ تن درهکتار) و روش آبیاری قطره‌ای (۷/۷ تن درهکتار) بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عملکرد علوفه خشک برای گونه *A. lentiformis* ۴/۵-۴ تن درهکتار و برای گونه *A. nummularia* ۵-۴ تن درهکتار بود (شکل ۹).




**شکل ۸ - مقایسه اثرات آبیاری به روش‌های قطره‌ای، بابلر و جویچه بر اجزای عملکرد علوفه *A. lentiformis***




**شکل ۹- مقایسه اثرات آبیاری به روش‌های قطره‌ای، بابلر و جویچه بر اجزای عملکرد علوفه *A. nummularia***

نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد علوفه بین گونه های مختلف شورپسند متفاوت بوده که ضمن تاثیرپذیری از روش‌های مختلف آبیاری، در سال‌های مختلف نیز متفاوت است. متفاوت بودن عملکرد علوفه در سال‌های مختلف از همه مهم‌تر به شرایط مختلف آب و هوایی و متفاوت بودن تعداد برداشت‌ها در هر سال مربوط می‌باشد. بر اساس نتایج این پژوهش، تعداد برداشت‌ها در سال دوم بیشتر از سال سوم و سال اول بود. عملکرد علوفه نیز صرف نظر از نوع گونه گیاهی در سال دوم بیشتر از سال سوم و سال اول بود. در خصوص گونه گیاهی *A. canesence*، نتایج این پژوهش عملکرد علوفه خشک سالانه را بسیار بالاتر از آنچه که توسط سایر محققین گزارش شده است، نشان داد. برای مثال در گونه *A. canesence* در سال دوم، ۱۵/٦ تن درهکتار علوفه خشک از روش آبیاری بابلر و نیز ۱۳/۵ و ۱۱/۱ تن در هکتار به ترتیب از روش های آبیاری جویچه وقطره ای حاصل گردید. این در حالی است که لی هویرو (۱۹۹۲)، عملکرد گونه *A. canesence* را وقتی که با تراکم ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ بوته در هکتار کشت شود، سالانه ۲-۱ تن در هکتار گزارش کرد. در این پژوهش، تراکم کاشت گونه *A. canesence* بیشتر از سایر گونه‌ها بود و همین امر موجب بالاتر بودن عملکرد گونه اخیر گردید. همچنین، عملکرد علوفه خشک گونه مذکور ۲/۳ تن در هکتار (با تراکم ۱۰۰۰ بوته در هکتار) برای استان خوزستان و ۱/۸ تن در هکتار (با تراکم ۳۰۰ بوته در هکتار) برای استان یزد گزارش شده است (سرافراز اردکانی، ۱۹۹۱). این تفاوت فاحش در عملکرد ماده خشک به شرایط آب و هوایی، تعداد برداشت، شوری آب آبیاری و خاک، روش آبیاری، مدیریت مزرعه، تراکم کاشت و سایر مسائل زراعی مربوط می شود. برخلاف گونه *A. canesence*، عملکرد علوفه خشک گونه *A. halimus* تقریبا نزدیک به مقادیر عملکرد علوفه خشک گزارش شده توسط سایر محققین بوده است. الری و همکاران (۱۹۸۵)، گزارش کرند که تولید علوفه در بین گونه‌های شورپسند بسیار متفاوت است. این محقق تولید سالانه ۸ و ۱۷ تن در هکتار را به ترتیب برای گونه های *A. lentiformis* و *A. canesence* گزارش کرد. به‌علاوه، در برخی از آزمایشات تولید علوفه خشک ۲۰/۸ و ۱٤/٦ تن درهکتار نیز به ترتیب برای گونه‌های *A. nummularia* و *A. lentiformis* گزارش شده است (الری و همکاران، ۱۹۸۵). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عملکرد علوفه خشک برای گونه *A. lentiformis* ٤/٥-٤ تن درهکتار و برای گونه *A. nummularia* ٥-٤ تن درهکتار است که پایین‌تراز اعداد ارائه شده توسط سایر محققین می‌باشد. گفته می‌شود که تفاوت تولید به عوامل مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی رشد، شرایط خاک، اقلیم و عوامل مدیریتی بستگی دارد (شکراله،۱۹۹٦). لی هویرو (۱۹۹۲)، تولید ١٦-١٠ تن درهکتار علوفه خشک را برای گونه‌های *A. nummularia*، *A. lentiformis* و *A. halimus* در شوری ۱۵-۱۰ dS/m گزارش کرد.

در بررسی واکنش گونه *A. halimus* به روش-های آبیاری جویچه و تحت‌فشار (بابلر و قطره‌ای) در طول سه سال پژوهش، مشخص شد که حداکثر مطلق عملکرد علوفه تر (۱۵/۹ تن درهکتار) در روش آبیاری بابلر حاصل گردید. همچنین بیشترین مقدار علوفه خشک (٤/۹ تن درهکتار) در روش آبیاری جویچه حاصل گردید که البته، اختلاف معنی‌داری با روش آبیاری بابلر نداشت. مقایسه روش‌های مختلف آبیاری در مورد گونه *K. indica* نشان داد که در روش آبیاری جویچه با تولید علوفه تر ٥/٦ تن درهکتار، بیشترین مقدار علوفه تولید شد. نتایج حاصله بیانگر این است که بین روش‌های آبیاری جویچه و بابلر و نیز در بین روش‌های آبیاری بابلر و قطره‌ای اختلاف معنی‌داری از نظر تولید علوفه تر گونه *K. indica* وجود نداشت. سایر اجزاء عملکرد علوفه نیز روند مشابهی را از نظر تاثیر روش‌های مختلف آبیاری نشان دادند. همچنین، در خصوص عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه گونه‌های *A. lentiformis* و *A. nummularia* مشخص شد که در سال اول آزمایش، روش‌های آبیاری تأثیر معنی‌داری بر روی تولید علوفه هر دو گونه نداشتند. روند مشابهی نیز برای

گونه *A. lentiformis* در سال دوم آزمایش مشاهده شد، لیکن در گونه *A. nummularia* روش آبیاری جویچه بیشترین مقدار عملکرد علوفه تر را تولید کرد (۱۵/۳ تن درهکتار). این مقدار تولید علوفه بطور معنی‌داری بالاتر از عملکرد حاصل از روش آبیاری بابلر (۱۱/۳ تن درهکتار) و روش آبیاری قطره‌ای (۷/۷ تن درهکتار) بود (شکل ۹). در گونه *A. halimus* میانگین عملکرد خشک علوفه ۳/۷ و ۳/۵ تن در هکتار به ترتیب از روش‌های آبیاری بابلر و جویچه حاصل گردیده است. شکراله (۱۹۹٦)، تولید ۵-۰/۵ تن درهکتار علوفه خشک را برای گونه *A. halimus* در شرایط شوری متوسط گزارش کرد. گفته می‌شود اگر شوری محیط بیشتر از مقداری باشد که برای رشد گیاه مناسب است، عملکرد محصول حدود ۵۰٪ کاهش می‌یابد (لی هویرو،۱۹۹۲). وی، همچنین، گزارش کرد که رشد و تولید علوفه گونه *A. halimus* وقتی با تراکم ۳۰۰۰-۱۰۰۰ بوته در هکتار کشت شود معادل ۱۰-۲ تن درهکتار علوفه خشک درسال بود؛ بنابراین، برخلاف گونه *A. canesence*، عملکرد علوفه خشک گونه *A. halimus* تقریباً نزدیک به مقادیر عملکرد علوفه خشک گزارش شده توسط سایر محققین بود. الری و همکاران (۱۹۸۵)، گزارش کردند که تولید علوفه در بین گونه‌های شورپسند بسیار متفاوت بود. این محققین تولید سالانه ۸ و ۱۷ تن در هکتار را به ترتیب برای گونه های *A. lentiformis* و *A. canesence* گزارش کردند. به‌علاوه، در برخی از آزمایشات، تولید علوفه خشک ۲۰/۸ و ۱٤/٦ تن درهکتار نیز به ترتیب برای گونه‌های *A. nummularia* و *A. lentiformis* گزارش شده است (الری و همکاران، ۱۹۸۵). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عملکرد علوفه خشک برای گونه *A. lentiformis* ٤/۵-٤ تن در هکتار و برای گونه *A. nummularia* ۵-٤ تن در هکتار بود که پایین‌تر از اعداد ارائه شده توسط سایر محققین می‌باشد. لازم به ذکر است که لی هویرو (۱۹۹۲)، تولید ۱٦-۱۰ تن در هکتار علوفه خشک را برای گونه‌های *A. nummularia*، *A. lentiformis* و *A. halimus* در سطح شوری ۱۵ dS/m-۱۰ گزارش کرد.

**ج) تغییرات شوری خاک**

**روش آبیاری جویچه**

در شکل ۱۰ تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($EC_e$) در اعماق مختلف خاک (۳۰-۰، ٦۰-۳۰ و ۹۰-٦۰ سانتی‌متری) تحت روش آبیاری جویچه نشان داده شده است. در روش آبیاری جویچه، متوسط شوری عصاره اشباع خاک منطقه توسعه ریشه (۹۰-۰ سانتی‌متر) در طول فصل رشد $16/38\ dSm^{-1}$ بوده است. کمترین مقادیر شوری خاک در سطح خاک (۳۰-۰ سانتی‌متر) و بیشترین مقادیر شوری در اثر تجمع املاح در عمق خاک (۹۰-٦۰ سانتی‌متر) و در انتهای فصل رشد مشاهده شده است. آبیاری با آب شور و افزایش املاح تجمع یافته در خاک در اثر آبیاری‌های دوره‌ای، دلیل اصلی افزایش میانگین شوری خاک در طول فصل رشد و ضرورت انجام آبشوئی خاک در ابتدای هر فصل می‌باشد.

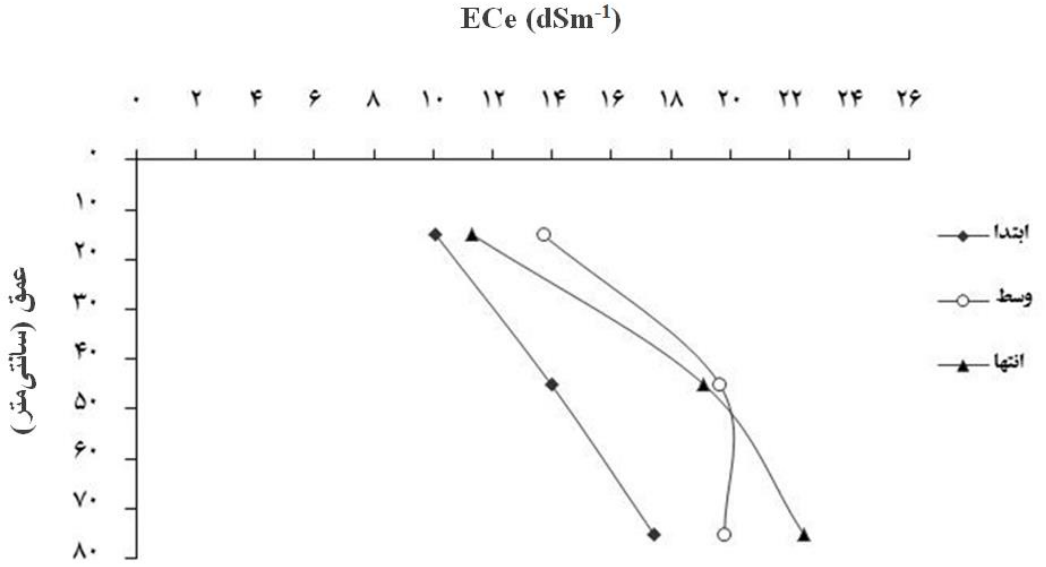
**روش آبیاری بابلر**

شکل ۱۱ تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($EC_e$) اعماق مختلف خاک در روش آبیاری بابلر را نشان می‌دهد. تحت روش آبیاری بابلر، متوسط شوری عصاره اشباع خاک ناحیه توسعه ریشه (۹۰-۰ سانتی‌متر) در طول فصل رشد $16/80 dSm^{-1}$ بوده است. کمترین مقادیر شوری خاک در سطح (۳۰-۰ سانتی‌متر) و بیشترین مقادیر شوری در اواسط تا اواخر فصل رشد و در اثر تجمع املاح در عمق میانی خاک (٦۰-۳۰ سانتی‌متر) مشاهده شده است.

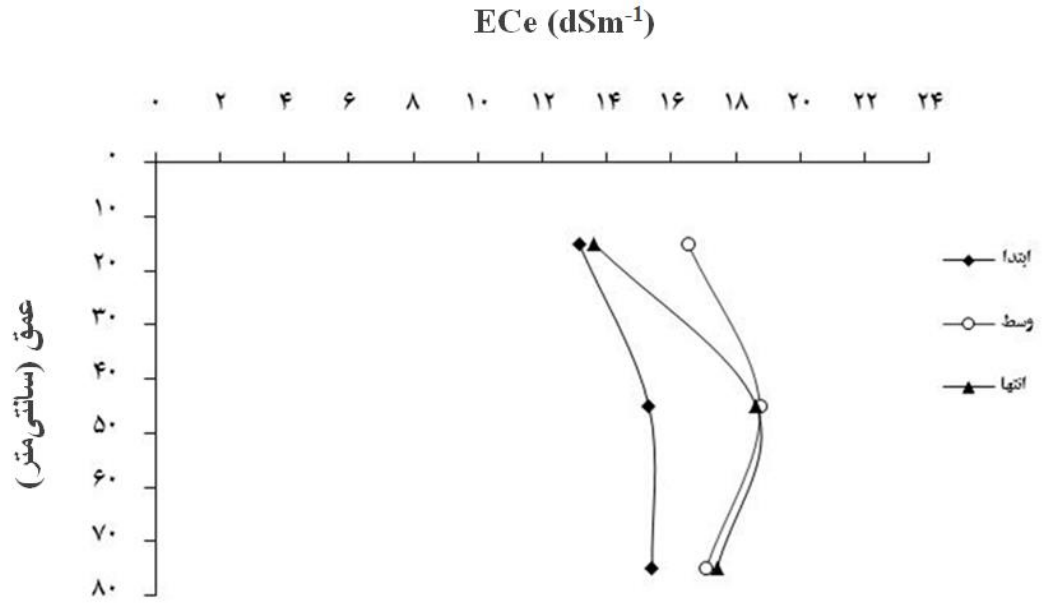
**روش آبیاری قطره‌ای**

شکل ۱۲ تغییرات هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($EC_e$) در اعماق مختلف خاک (۳۰-۰، ٦۰-۳۰ و ۹۰-٦۰ سانتی‌متری) تحت روش آبیاری قطره‌ای را نشان می‌دهد. تحت روش آبیاری قطره‌ای، متوسط شوری عصاره اشباع خاک ناحیه توسعه ریشه (۹۰-۰ سانتی‌متر) در طول فصل

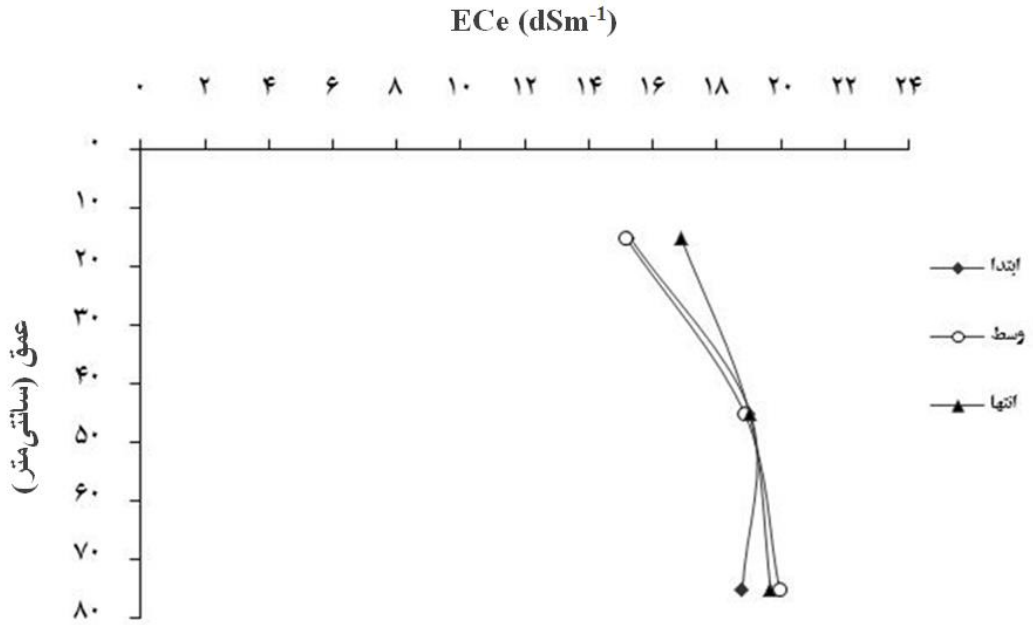
رشد $dSm^{-1}$ ۱۸/۸٤ بوده است. کمترین مقادیر شوری خاک در سطح (۳۰-۰ سانتی‌متر) و بیشترین مقادیر شوری در اثر تجمع املاح در عمقهای میانی و زیرین خاک (۹۰-۳۰ سانتی‌متر) مشاهده گردید.




**شکل ۱۰- پروفیل متوسط شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد (ابتدا، وسط و انتها) طی سه سال آزمایش در روش آبیاری جویچه**




**شکل ۱۱- پروفیل متوسط شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد (ابتدا، وسط و انتها) طی سه سال آزمایش در روش آبیاری بابلر**




**شکل ۱۲ -پروفیل متوسط شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد (ابتدا، وسط و انتها) طی سه سال آزمایش در روش آبیاری قطره‌ای**

مقایسه شکل‌های ۱۰ تا ۱۲ و نمونه‌برداری‌های صورت گرفته از خاک حاکی از این بود که شوری خاک در روش آبیاری جویچه کمتر از روش‌های بابلر و قطره‌ای می‌باشد. این امر بخاطر مصرف حجم آب بیشتر در روش آبیاری جویچه در مقایسه با روش‌های آبیاری بابلر و قطره‌ای و انتقال املاح به خاک زیر ناحیه ریشه بوده است. با توجه انتقال بخشی از املاح موجود در خاک و آب آبیاری به زیر ناحیه ریشه (اعماق پایین‌تر از ۹۰ سانتی‌متر)، بررسی و تعیین اجزای بیلان نمک در خاک، مستلزم اندازه گیری شوری خاک در اعماق زیرین نیز خواهد بود.

**نتیجه‌گیری**

نتایج این پژوهش نشان داد که تولید علوفه بین گونه‌های مختلف شورپسند مورد مطالعه متفاوت بود بطوری که صرف نظر از روش آبیاری، گونه‌های *A. canesence* و سپس *A.halimus* به ترتیب با تولید ۷/٤۸ و ۳/۲۸ تن در هکتار علوفه خشک، بیشترین میزان علوفه را در بین گونه‌های مورد مطالعه تولید کرد. سایر گونه‌های آتریپلکس مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری را از نظر تولید علوفه نشان ندادند. همچنین، گونه‌های شورپسند علاوه بر تفاوت در عملکرد، از نظر کارآیی مصرف آب نیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد که در روش آبیاری جویچه، بیشترین و کمترین مقدار کارآیی مصرف آب به ترتیب متعلق به گونه‌های *A. canesence* و *K. indica* بود. روند مشابهی در روش‌های آبیاری بابلر و قطره‌ای نیز مشاهده شد، بطوریکه در این روش‌ها نیز گونه *A. canesence* بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب را دارا بود. بر اساس نتایج حاصله، بالاترین مقدار کارآیی مصرف آب (۲/۲٦ $kg/m^3$) از گونه *A. canesence* در آبیاری به روش بابلر و پایین‌ترین مقدار (۰/۰۷ $kg/m^3$) از گونه *K. indica* در آبیاری به روش قطره‌ای به دست آمد. اگرچه انتظار می‌رود روش‌های آبیاری تحت فشار مخصوصاً روش آبیاری قطره‌ای کارآیی مصرف آب بالاتری را داشته باشد، لیکن مشکل گرفتگی قطره‌چکان‌ها به خصوص در شرایطی که آب آبیاری نیز شور باشد، کارآیی این روش را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. مضافاً اینکه باعث بروز خسارت به محصول نیز می‌گردد؛ بنابراین، بر اساس نتایج این تحقیق، گونه *A. canesence* با عملکرد علوفه خشک ۷/۷۳ تن در هکتار تحت آبیاری به روش جویچه و ۸/۸۱ تن در هکتار تحت

آبیاری به روش بابلر به عنوان گونه برتر برای تولید علوفه در شرایط شور در آبیاری به روش جویچه (بعنوان یک روش ثقلی) و بابلر (بعنوان یک روش تحت‌فشار) با در نظر گرفتن صرفه اقتصادی و سهولت بهره‌برداری از سیستم توصیه می‌شود؛ بنابراین، بر اساس نتایج این تحقیق، از آنجا که گیاهان شورپسند از جمله *A. canesence* توانایی بالایی برای تولید علوفه با استفاده از آب شور دارند، با توجه به دارا بودن کارآیی مصرف آب بالا و نیز عملکرد بالای تولید علوفه، می‌تواند به طور موفقیت‌آمیزی برای جبران بخشی از کسری علوفه جهت تعلیف دام در عرصه‌ها و مناطق دارای محدودیت شوری بالای منابع آب و خاک پیشنهاد گردد که این امر نقش مهمی در استفاده از منابع آب‌های شور و نامتعارف در کشاورزی و اشتغالزایی مردمان مناطق شور خواهد داشت. اگرچه نتایج این تحقیق نشان داد که گونه *A. canesence* آبیاری شده به روش بابلر بالاترین عملکرد و کارآیی مصرف آب را در بین گونه‌های شورپسند مورد مطالعه داشت، لیکن، تکرار آزمایش با تعیین آب مورد نیاز هر گیاه بر اساس تبخیر و تعرق یا تغییرات رطوبت خاک به نتیجه‌گیری کمک خواهد کرد.

**سپاسگزاری**

بخشی از هزینه‌های انجام این پژوهش از طرف مرکز بین المللی کشاورزی گیاهان شورپسند (ICBA[1]) انجام شد که بدینوسیله از مرکز فوق تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

## فهرست منابع

۱. اسکندری، ذ. ۱۳۷٤. نقش عوامل پدولوژیک در رشد و استقرار گیاه آتریپلکس در منطقهٔ حبیب آباد اصفهان. فصلنامه پژوهش و سازندگی. ۲۹: ۲۱-۱٦.

۲. افضلی ابرقویی، م. و ا.، امینی. ۱۳۸۹. ارزیابی نقش سیستم‌های آبیاری تحت فشار در کشاورزی پایدار. *اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم*، اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

۳. افشار، ه.، و ح. ر.، مهرآبادی. ۱۳۸٦. بررسی عملکرد پنبه و اجزاء آن در دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری. *مجله نهال و بذر*، ۲۳: ۵۷۵-۵۷۰.

٤. باغانی، ج.، و ر.، خوش‌بزم. ۱۳۸۵. بررسی تولید و کارآیی مصرف آب آبیاری در محصولات زراعی چغندرقند، سیب زمینی، گوجه فرنگی وذرت علوفه‌ای در روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی. شورای پژوهش‌های کاربردی سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی.

۵. بناکار، م.ح. و غ.ح. رنجبر. ۱۳۹۲. مطالعه سرعت سبز شدن، قابلیت استقرار و عملکرد تعدادی از گونه‌های شورپسند در شرایط شور. *مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی*، ٦ (۲): ۱٤٦-۱۳۷.

٦. ترک‌نژاد، ا.ف.، م.، آقایی سربرزه، ح.، جعفری، ع.ف.، شیروانی، ر.، روئین‌تن، ر.، ع.، نعمتی، و خ.، شهبازی. ۱۳۸۵. ارزیابی فنی و اقتصادی روش آبیاری قطره‌ای در گندم و مقایسه آن با روش آبیاری سطحی. *مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی*، ۷۲، پاییز، ٤٤-۳٦.

۷. خورسندی، ف. و ژ.، وزیری. ۱۳۸۹. شورورزی : استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور در کشاورزی. تهران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۳۲۲ ص.

[1] International Center for Biosaline Agricalture

۸. رنجبر غ. ح.، ه.، پیرسته انوشه، م.ح.، بناکار و ح.ر.، میری. ۱۳۹۷. مروری بر تحقیقات گیاهان شورپسند در ایران: تبیین چالش‌ها و ارائه راهکارها. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. سال ۹. شماره ۳۲. ۱۲۹-۱۱۷.

۹. عابدی، م. ج.، س.، نی ریزی، ن.، ابراهیمی بیرنگ، م.، ماهرانی، ن.، مهردادی، ه.، خالدی و س.ع.م.، چراغی. ۱۳۸۱. استفاده از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. گروه کار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره ٦٩. ص. ۲۲۵.

۱۰. کشاورز، ع. و ک.، صادق زاده. ۱۳۷۹. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، برآورد تقاضا برای آینده، بحران های خشکسالی، وضعیت موجود، چشم اندازهای آینده و راه کارهایی جهت بهینه سازی مصرف آب، نشر آموزش کشاورزی.

۱۱. مادح خاکسار، س.، ا. آینه بند، ع.، معزی، و ع.، یزدی‌پور. ۱۳۸۰. ارزیابی تناسب اراضی برای دو روش آبیاری سطحی و تحت فشار در دشت گرگر خوزستان. مجله پژوهش در علوم زراعی، ۲ (۵): ۳۵-۲۷.

۱۲. موسوی اقدم، س. ح. ١٣٦٦. گیاه آتریپلکس و نقش آن در احیاء مراتع ایران. تهران: انتشارات سازمان جنگلها و مراتع کشور. ٦٩.

۱۳. هاشمی‌نیا، س. م.، ع.، کوچکی، و ن.، قهرمان. ١٣٧٦. بهره برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص. ٢٣٦.

14. Abd El Razek, M. 1993. Response of four species Atriplex to irrigation with highly saline water in Upper Egypt. In: Leith, H. and Al Masoon, A. A. (Eds.), towards the rational use of high salinity tolerant plants. Tasks in Vegetation Science. Kluwer Academic Publishers. (pp. 315-317). The Netherlands.
15. Choukr-Allah, R. 1996. The potential of halophytes in the development and rehabilitation of arid and semi-arid zones. In: Choukr-Allah, R., C.V.,Malcolm, and A., Hamdy. (Eds.), Halophytes and biosaline agriculture. Marcel Dekker, Inc. (PP. 3-13). New York.
16. De Kock, GC. 1980. Drought resistant fodder shrubs in South Africa. In: Le Houerou, H. N. 1992. The role of salt bushes in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin. Agroforestry Systems. Kluwer Academic Publishers. 18: 107-148.
17. Hamdy, A. 1996. Saline irrigation: assessment and management techniques. In: Choukr-Allah, R., C.V.,Malcolm, and A., Hamdy. (Eds.), Halophytes and biosaline agriculture. Marcel Dekker, Inc. (PP. 147-179). New York.
18. Henggeler, J. 1991. Overview of drip/micro irrigation products. Proceedings of: South Texas. Texas Agricultural Extension Service, College Station: 127-131.
19. Le Houerou, H. N. 1992. The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. *Agroforestry systems*, 18: 107-148.
20. Le Houerou, H.N.1993.Salt-tolerant plants for the arid regions of the Mediterranean isoclimatic zone. In H. Leith and A., Al Masoom, eds., towards the rational use of high salinity tolerant plants. Tasks in Vegetation Science, 27:403-422, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
21. Mahmood, K. 1995. Salinity effects on seed germination, growth and chemical compsition of *Atriplex lentiformis* (TOW). Wats. Acta Science. 5(2): 59-66.
22. Mahmood, K. and Malik, K. A. 1986. Effects of salinities on salt tolerance of *Atriplex undulata.* In: Proceedings of Prospects for biosaline research. Department of Botany. University of Karachi, Pakistan. 148-155.

23. McKell, M. C. 1994. Salinity tolerance in Atriplex Species: Fodder shrubs of arid lands. In: Pessarakli, M. (Eds.), Plant and crop stress (PP. 497-503). Marcel Dekker. Inc.
24. O'Leary, J. W., E.P., Glenn and M.C., Watson. 1985. Agricultural production of halophytes irrigated with seawater. *Plant and Soil*. 89: 311-321.
25. Pasternak, D. and Nerd, A. 1996. Research and utilization of halophytes in Israel. In: Choukr-Allah, R., Malcolm, C. V. and Hamdy, A. (Eds.), Halophytes and biosaline agriculture. Marcel Dekker, Inc. (PP. 325-348). New York.
26. Qureshi, R.S., Anwar-ul-Hassan and A. Ghafoor. 1996. Use of drainage water for halophyte production. In: Choukr-Allah, R., C.V.,Malcolm, and A., Hamdy. (Eds.), Halophytes and biosaline agriculture. Marcel Dekker, Inc. (PP. 237-260). New York.
27. Sarafraz Ardekani, A. 1991. Revolution in the desert. In: Tork Nejad, A. and A., Koocheki, (Eds.), Economic aspects of salt bush (*A. canescens*) in Iran (pp. 184-186). Fodder Shrub Development in Arid and Semi-arid Zones.

# Comparison of Five Halophyte Species for Forage Production with Saline Water under Three Irrigation Methods

**M. H. Banakar [1] *, S. A. M. Cheraghi, M. Karimi, and M.H. Rahimian**

Research Instructor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran**. mh_banakar@yahoo.com**

Assistant Prof., Fars Agricultural Research, Education and Extension, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). **samcheraghi@gmail.com**

Assistant Prof., National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). **karimi_nsrc@yahoo.com**

Assistant Prof., National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). **mhrahimian@gmail.com**

## Abstract

Due to shortage of fresh water resources and increase in the salinity of soil and water resources, use of halophytes has a great importance for forage production and human food security. To compare the effect of different irrigation methods (furrow, bubbler, and drip) on some halophyte forage species, a research was conducted in Sadooq Salinity Research Farm of NSRC in Yazd, Iran, for three years. The experimental design was arranged in complete randomized block design in the form of split plot with three replications, Main plots were different irrigation methods (furrow, bubbler, drip) and halophyte species (*A. canescens*, *A. halimus*, *A. lentiformis*, *A. nummularia*, and *K. indica*) were laid out as sub main plots. All plots were irrigated with saline water of 14 $dSm^{-1}$. During the growing season, all plants were cut every 3-4 months and yield and yield component as well as water use efficiency were measured. Results indicated that *A. canescens*, followed by *A. halimus*, with yield of 7.48 and 3.28 ton/ha dry forage, respectively, had the highest forage yield with significant differences ($p< 0.05$) with each other and with other treatments. Results showed that, under furrow irrigation method, *A. canesence* and *K. indica* had the maximum and minimum water use efficiency, respectively. The same trend was also observed for bubbler and drip irrigation methods, as A. canesence had the maximum of water use efficiency under these methods. Based on the results, the highest water use efficiency (2.26 $kg/m^3$) was observed for *A. canesence* irrigated with bubbler method, and the lowest (0.07 $kg/m^3$) was for *K. indica* under drip irrigation method. Consequently, based on the results of this experiment and considering the economical and operational aspects of irrigation methods, *A. canesence*, with dry yield of 7.73 and 8.81 ton/ha under furrow and bubbler irrigation methods, respectively, could be introduced as the best halophyte species for forage production under saline conditions. The results will be more helpful if the experiment is carried out again with determination of water requirement for each plant based on evapotranspiration or soil moisture fluctuations.

**Keywords:** Furrow, Bubbler, Drip irrigation, Salinity, Yield, Water Use Efficiency

---

[1] - Corresponding author: National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

*- Received: March 2019, and Accepted: January 2020