سال چهارم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۳۷ تا ۴۶
نشریه آب و توسعه پایدار

2017, Vol.4, No.1, Pages 37 to 46
Journal of Water and Sustainable Development

تجربه موفق تکثیر بذر سالیکورنیا با منابع آب شور

معصومه صالحی[۱*]، فرهاد دهقانی[۲]، نادرقلی ابراهیمی[۳]

۱ و ۲- به ترتیب دکتری زراعت و دکتری خاکشناسی، استادیار پژوهش مرکز ملی تحقیقات شوری یزد، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، یزد. ۳- دکتری مهندسی منابع آب و دانشیار پژوهشی سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: salehimasomeh@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۰۳
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۰۴

چکیده

گرمایش جهانی و تغییر اقلیم به دلیل فرایندهای انسانی و طبیعی از عوامل موثر بر تولیدات کشاورزی در جهان می‌باشد. کمبود کیفیت و کمیت منابع آب تهدیدی جدی بر امنیت غذایی و اشتغال بوده و به دنبال آن موجب مشکلات اجتماعی است. شورورزی (کشاورزی شورزیست) یك روش استفاده از منابع آب و خاك شور در کشاورزی است و یکی از حلقه‌های شورورزی تولید گیاهان با منابع آب شور می‌باشد. در این روش سیستم‌های کشت و کار در محیط‌های شور با استفاده از پتانسیل گیاهان شورزیست برای رشد در شرایط شور و نیز بهبود روش‌های مدیریتی آب و خاك مدنظر است. به منظور ایجاد بستر توسعه کشت گیاهان شورزیست تولید بذر مهمترین نهاده می‌باشد. در بین گیاهان شورزیست سالیکورنیا به دلیل تولید بالا با آب دریا و روغن قابل استخراج به منظور توسعه نوار ساحلی جنوب و شمال کشور مورد توجه قرار گرفته است. این مقاله با هدف آشنایی کارشناسان با نحوه تکثیر گیاه، نیازهای زراعی و آشنایی با روند رشدی دو گونه سالیکورنیا تدوین شده است. میزان تولید گیاه در شرایط اقلیم یزد با مدیریت مناسب گونه سالیکورنیا بیگلوی ۱/۹ تن در هکتار و گونه پرسیکا ۱/۵ تن در هکتار بود. به منظور رسیدن به حداکثر عملکرد با توجه به حساسیت گیاه به طول روز باید تاریخ کاشت گیاه در زمان مناسب با توجه به فتوپریود منطقه انجام شده و همچنین نیاز آبی و کودی گیاه در مراحل حساس رشدی گیاه تأمین شود.

واژه‌های کلیدی: شورزیست، تولید بذر، مدیریت زراعی.

Successful Salicornia Seed Production using Saline Water

M. Salehi[1*], F. Dehghany[2], N.Gh. Ebrahimi[3]

1, 2- Ph.D in Agronomy & Ph.D in Soil science, Assisstant professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. 3- Ph.D in Water managemnet, Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

*(Corresponding Author Email: salehimasomeh@gmail.com)

Received: 23-05-2016
Accepted: 24-11-2016

Abstract

Human activities caused global warming and climate change and threaten agricultural production. The decline in water quality and quantity are the main constraints to food security, occupation, as well as the cause for social problems. Biosaline agriculture is one of the methods for agricultural production using saline soil and water. One of the chains of Biosaline agriculture is plant production with saline water. In this method of agriculture halophytes cultivation under a saline condition with optimum irrigation and soil management is considered. For the development of halophyte plants, seed production is the main input. Amongst halophyte species, Salicornia is considered for the development of the coastal area in the north and south of Iran. This is because of its extractable oil and high seed production using sea water. The objective of this paper is the orientation of experts for seed production, agronomic requirements, and the growth stages requirements of two Salicornia species. Salicornia bigelovii and S. persica produced 1.9 and 1.5 ton ha-1 of seeds, respectively in Yazd, Iran. To achieve the maximum yield, the sowing date is very important because of the photoperiod sensitivity during the flowering stage. Irrigation and fertilizer requirement supply are also important during this sensitive growing stage.

Keywords: Halophytes, Seed production, Agronomic management.

DOI: 10.22067/jwsd.v4i1.56175

مقدمه

کشاورزی شورزیست عبارت است از بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور برای تولید محصولات زراعی و باغی اعم از شورزی و غیرشورزیست. در بین منابع عمده مناطق بیابانی آب شور عمدتاً به این دلیل که شوری چنین آبی برای تولید گیاه بسیار بالا در نظر گرفته شده است، کمتر از همه مورد استفاده واقع شده است. شورزیست‌ها گیاهانی هستند که قادرند چرخه زندگی خود را در اراضی شور کامل کنند. حدود ۱۱/۱ درصد از فلور گیاهی جهان را شورزیست‌های مقاوم به شوری تشکیل می‌دهند. شورزیست‌ها را می‌توان به عنوان علوفه، چوب، گیاهان دارویی و روغنی، گیاهان پوششی و زینتی، زهکشی زیستی، زیست پالایی، به عنوان مواد شوینده، در رنگرزی و دباغی، به عنوان بادشکن، تثبیت بوم نظام، تولید سوخت زیستی استفاده کرد. بنابراین گیاهان مقاوم به شوری نقش مهمی در توسعه کشاورزی شورزیست دارند. کشاورزی شورزیست موجب کاهش فشار بر منابع محدود آب شیرین می‌شود. آب‌های لب شور، آب زهکش و آب دریا را می‌توان برای تولید گیاهان سودمند مقاوم به شوری استفاده کرد (کافی و همکاران، ۱۳۹۰).

در بین گیاهان هالوفیت سالیکورنیا به منظور تولید روغن، علوفه دام و سبزی خوراکی با استفاده از آب دریا مورد توجه قرار گرفته است. سالیکورنیا گیاهی شورزی، آبدار و یکساله از خانواده Chenopodiacea می‌باشد. رویشگاه طبیعی این گیاه نمک‌زارها، سواحل دریا، باتلاق‌ها و مرداب‌های شور اروپا، جنوب آسیا، شمال آمریکا و جنوب آفریقا است (Singh و همکاران، ۲۰۱۴). بذور سالیکورنیا دارای ۳۰ درصد روغن و ۳۵ درصد پروتئین و کمتر از ۳ درصد نمک می‌باشند. روغن سالیکورنیا دارای ۷۵ درصد لینولئیک[1] و لینولنیک[2] می‌باشد. تاکنون کشورهای مکزیک، هند، اریتره، عربستان سعودی و امارات بطور موفقیت‌آمیزی کشت سالیکورنیا را انجام داده‌اند (Stuchlík و Zak، ۲۰۰۲).

از بین ۱۵ گونه سالیکورنیا در جهان هفت گونه آن در ایران وجود دارد. رویشگاه‌های این گیاه در ایران شامل استان‌های فارس، سمنان، گرگان، خوزستان، بوشهر، هرمزگان، یزد، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اصفهان، قم و تهران می‌باشد. بخشی از این گیاه در رودخانه زاینده‌رود، تالاب گاوخونی، استان فارس و حاشیه خلیج فارس می‌روید. با وجود اینکه ایران یکی از رویشگاه‌های اصلی این گیاه با پراکنش بالا است، مطالعات انجام شده در این باره در کشور ما بسیار محدود می‌باشد.

اخیراً این گیاه برای توسعه نوار ساحلی جنوب و کشت در نواحی ساحلی دریای خزر مورد توجه قرار گرفته است. سه دلیل عمده موجب شده است که سالیکورنیا به عنوان یک گیاه روغنی مورد توجه قرار گیرد:

۱- پتانسیل تولید بالا با آب دریا

۲- روغن قابل استخراج قابل مقایسه با روغن گلرنگ

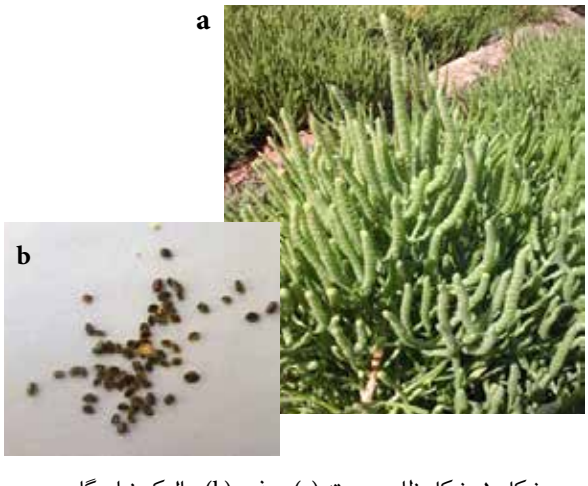
۳- عملکرد مشابه با سویا با آب شیرین.

از آنجایی که بذر مهمترین نهاده توسعه کشت بوده و با توجه به قیمت بالای بذر و کیفیت پایین بذور وارداتی سالیکورنیا، این بذر در مزرعه تکثیری بذر سالیکورنیای مرکز ملی تحقیقات شوری یزد کشت شد. این مقاله با هدف انتقال تجربه نحوه تکثیر بذر به محققان و کارشناسان و آشنایی با نیازهای زراعی و گونه‌های آن تدوین شده است.

گیاه‌شناسی

سالیکورنیا از خانواده کنوپودیاسه[3] و طایفه Salicornioideae است. جنین در دانه حلقوی و یا نعل اسبی است و گل‌ها کامل، گل آذین سنبله و ساقه بند بند و مفصل‌دار است. جنس‌های مختلف طایفه سالیکورنیا از نظر میزان فرورفتگی گل در ضخامت محور گل آذین و میزان آلبومین دانه، کرکدار یا بدون کرک بودن دانه، یکساله و چند ساله بودن متمایز از هم می‌باشند. سالیکورنیا بیگلوی (*S. bigelovii*) در نواحی ساحلی آمریکای شمالی و مرکزی رشد می‌کند. بذور این گیاه در طبیعت در شهریور ماه ریزش می‌یابد و تا فروردین در مرحله گیاهچه‌ای باقی می‌ماند. با گرم شدن هوا شروع به رشد می‌کند و ساقه گل دهنده در خرداد ظاهر می‌شود. این گونه دارای مسیر فتوسنتزی C4 می‌باشد (Weeks، ۱۹۸۶). بذور این گیاه بدون پوشینه و سیاه رنگ است (شکل ۱).

وزن تقریبی دانه‌های تولید شده در گیاه حدود یك میلی‌گرم بوده و دانه‌ها می‌توانند به طور مستقیم با آب دریا جوانه بزنند ولی درصد جوانه‌زنی آنها با آب شیرین بسیار بیشتر می‌باشد (Singh و همکاران، ۲۰۱۴). بهترین دما برای جوانه زنی دانه‌ها ۲۵ درجه سانتیگراد در روز و ۵ درجه سانتیگراد در شب می‌باشد (Glenn و همکاران، ۱۹۹۹).



شکل ۱- شکل ظاهری بوته (a) و بذور (b) سالیکورنیا بیگلوی

مطالعات شناسایی سالیکورنیا در ایران نشان داد که گونه سالیکورنیای ایران با *S.europaea* متفاوت است (Akhani، ۲۰۰۳). شش گونه سالیکورنیا در مرکز و جنوب ایران شناسایی شده‌اند (Akhani، ۲۰۰۸) (شکل ۲). برخی خصوصیات مهم این گونه‌ها در جدول (۱) آمده است. بیشتر گونه‌های *S. iranica* که قادرند شرایط خشک را تحمل کنند در مرکز ایران پراکنده شده‌اند و گونه *S. persica* که شرایط باتلاقی و بسیار شور را نیاز دارد در جنوب و مرکز پراکنده شده است. مسیر فتوسنتزی گونه‌های سالیکورنیا ایران C3 می‌باشد. از آنجایی که شناسایی گونه‌ها با نمونه خشک امکان‌پذیر نیست، عکس‌های رنگی بهترین کلید شناسایی این گونه‌ها می‌باشد (Akhani، ۲۰۰۸) (شکل ۲).

با توجه به تنوعی که در سالیکورنیای ایران موجود است می‌توان برای شرایط اقلیمی مختلف و مصارف مختلف از گونه مناسب برای بهره‌برداری از منابع آب شور استفاده کرد. از آنجایی که تشخیص اختلاف ظاهری بین گونه‌های مختلف و اختلاط آنها در مزرعه بذری ضروری است خصوصیات مورفولوژیک و فنولوژیک آنها باید در یک محیط یکسان بررسی شود. این کار در مزرعه تحقیقات شوری صدوق یزد نیز انجام شده است.

S. iranica | *S. sinus-persica* | *S. persica Akhani subsp persica* | *S. persica subsp. rudshurensis* | *S. perspolitana* | *S. x tashkensis*

شکل ۲-تنوع موجود در سالیکورنیاهای ایران (Akhani،۲۰۰۸)

جدول ۱- برخی خصوصیات گونه‌های سالیکورنیای ایران (Akhani، ۲۰۰۸)

گونه	ارتفاع (cm)	خصوصیات‌مهم
S. iranica	۲۰-۶۰	گونه تتراپلوئید است. بیشتر در مرکز (زاینده رود) و جنوب ایران مشاهده می‌شود و همراه با *S. persica Akhani subsp persica* گونه مهم در دریاچه تشک و گاوخونی است. این دو گونه به آسانی قابل تشخیص می‌باشند. نسبت به سایر گونه‌ها شرایط خشک را می‌پسندد. دارای فرم ایستاده است.
S. sinus-persica	۲۵-۵۵	گونه دیپلوئید، یکساله و به ندرت دوساله است. بیشتر در خوزستان، بوشهر (برازجان به سمت کنارتخته) و حاشیه خلیج فارس مشاهده می‌شود. این گیاه در سایه درخت تاماریکس، در حاشیه رودخانه لب شور در بوشهر، در نواحی ساحلی خلیج فارس و عسلویه و همچنین همراه با *Juncus rigidus* مشاهده می‌شود.
S. persica Akhani subsp persica	۶۰-۱۰۰	این گیاه دارای کنوپی حدود ۸۰ سانتی‌متر می‌باشد. در کنوپی بسته گیاه بصورت ایستاده و در صورتی که تک بوته باشد ساقه خمیده می‌شود. این گونه نسبت به بقیه شرایط بسیار شور و باتلاقی را می‌تواند تحمل کند. بیشتر در استان‌های اصفهان، فارس و یزد مشاهده می‌شود.
S. persica subsp. rudshurensis	پرشاخه و فرم خمیده	این گونه پرشاخه با فرم رشد خمیده و دارای سنبله‌های ظریف است. این گونه بیشتر در استان تهران یافت می‌شود.
S. perspolitana	کاملاخوابیده	یکساله و بطور کامل خوابیده بر روی زمین و دارای قطر ۶۰-۵۰ سانتی‌متر، ساقه‌ها حتی در مراحل اولیه رشد نیز خمیده می‌شوند. این گونه قادر است در خاک‌های بسیار شور اطراف دریاچه شور بختگان و تشک در استان فارس رشد کند. این گیاه در بین گونه‌های سالیکورنیا در زمان گلدهی بسیار منحصر به فرد است. به دلیل از بین رفتن زیستگاه این گیاه و چرای بیش از حد، این گونه در معرض خطر انقراض می‌باشد. این گونه در بین جمعیت‌های *S. iranica* و *S.persica* مشاهده می‌شود و به نظر می‌رسد از هیبریداسیون بین این دو گونه ایجاد شده باشد و بدلیل تریپلوئید بودن بیشتر بذور قوه نامیه ندارند.
S. x tashkensis	۳۰-۷۰	دریاچه تشک و در خاک‌های بسیار شور مشاهده می‌شود.

• کیفیت دانه و مصارف سالیکورنیا

درصد روغن و پروتئین سالیکورنیا و سایر شورزیست‌ها قابل مقایسه با گیاهان زراعی روغنی می‌باشد. کیفیت روغن سالیکورنیا مشابه با گلرنگ است. سالیکورنیا برای مصارف مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ به عنوان سبزی هنگامی که سبز برداشت می‌شود، استخراج روغن برای مصرف خوراکی، سوخت زیستی و مصارف آرایشی، استفاده از کاه در تغذیه دام و استفاده از بذور در تغذیه طیور. Abouheif و همکاران (۲۰۰۰) در رژیم غذایی برای بزهای جوان و قوچ از ساقه سالیکورنیا به میزان ۳۰٪ از کل علوفه و ۵۰ تا ۶۰٪ ازعلوفه حجیم استفاده کردند و بیان داشتند که بر میزان تولید آنها تأثیر سوء نداشته است. بذور سالیکورنیا جایگزینی مناسب برای ذرت و سویا در جیره جوجه‌ها و در جیره غذایی ماهی‌ها می‌باشد (Masters و همکاران، ۲۰۰۷). در مرغ‌هایی که با سویا در جیره غذایی تغذیه شده بودند و آنهایی که با سالیکورنیا تغذیه شده بودند اختلاف معنی‌داری در میزان افزایش وزن آنها وجود نداشت. در صورتی که میزان سالیکورنیا در جیره به ۱۰٪ افزایش یابد میزان رشد به دلیل وجود ساپونین محدود می‌شود. اضافه کردن ۱٪ کلسترول به جیره غذایی موجب کاهش اثر ساپونین می‌شود (Glenn و همکاران، ۱۹۹۹).

عملیات زراعی مناسب تکثیر بذر سالیکورنیا

- نحوه تهیه نشا

برای تهیه نشا از سینی نشا و بستر ضایعات ریشه شیرین بیان (یا کوکوپیت)، پرلیت و ورمی کمپوست با نسبت ۶۵، ۱۵ و ۲۰ درصد استفاده شود و بعد از خیس کردن بستر سینی‌ها پر و بذر روی سینی‌ها ریخته (میزان بذر مصرفی به قوه نامیه بذور بستگی دارد) و یک لایه نازک از بستر خشک روی بذور پوشانده شده و بعد از کشت آبیاری شروع شود. سیستم مه پاش در گلخانه به سبز یکنواخت و سریع و جلوگیری از خشک شدن سطح بستر کمک زیادی می‌کند. دمای مناسب گلخانه برای رشد نشاها بین ۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد است. بذور بسته به قوه نامیه‌شان، حداقل بعد از یک هفته سبز می‌شوند. بعد از اینکه گیاهچه مستقر شد هفته‌ای دوبار محلول غذایی ppm۲۰۰ حاوی کود ۲۰-۲۰-۲۰ و ppm۱۵ عناصر میکرو برای رشد بهتر نشاها استفاده شود. برای جلوگیری از گلدهی نشاها در گلخانه باید طول روز لازم تأمین گردد. بذور سالیکورنیا پرسیکا در طول روز ۱۲ ساعت و بیگلوی در طول روز ۱۳ تا ۱۴ ساعت بسته به مبدا رویش به گل می‌روند. این طول روز برای سالیکورنیای عرض‌های شمالی طولانی‌تر است و واکنش این گیاه به طول روز بصورت کمی بوده و در طول روز مشخص گلدهی آغاز می‌شود. نشانه مهم شروع گلدهی کوتاه شدن طول میانگره انتهایی می‌باشد. در صورتی که طول روز به طور مصنوعی در گلخانه تأمین می‌شود باید حداقل ۱۳/۵-۱۵ ساعت طول روز را برای جلوگیری از گلدهی تأمین کرد. با توجه به اینکه این زمان برای گونه‌های مختلف متفاوت است، برای اطمینان از عدم گلدهی طول روز ۱۵ ساعت مناسب است (Ventura و همکاران، ۲۰۱۱). زمان انتقال به مزرعه را باید طوری تنظیم کرد که در طول روز مناسب گلدهی قرار نگیرد. نشاها بعد از ۴۰ روز آماده انتقال به مزرعه می‌باشند. به منظور کشت نشایی در استان یزد بذور گونه پرسیکا و بیگلوی در ۲۵ اسفند زمانی که طول روز ۱۲ ساعت بود کشت شدند و زمان انتقال نشا (۵ اردیبهشت) طول روز به ۱۳ ساعت رسید. کشت مستقیم بذر سالیکورنیا ۱۵ اسفند انجام شد. گونه پرسیکا کشت شده در مزرعه مرکز ملی تحقیقات شوری گونه *S. persica Akhani subsp persica* بود.

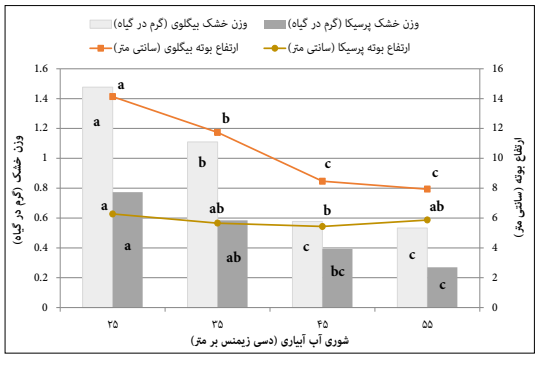
- نحوه انتقال نشا

به منظور انتقال نشا به مزرعه، کرت‌ها بصورت جوی و پشته آماده و آبیاری اولیه انجام شده و بوته در داغ آب کشت می‌شود. کشت در پایین‌تر و یا بالاتر از داغ آب موجب از بین رفتن نشا می‌گردد. فاصله خطوط ۳۰ و فاصله بوته ۲۰ سانتی متر مناسب است. برای مزارع تکثیر بذری بهتر است فاصله بوته‌ها بیشتر در نظر گرفته شود تا همزمانی رسیدگی افزایش یابد؛ بویژه در گونه پرسیکا به دلیل فرم خوابیده در انتهای فصل رشد تراکم بالا موجب عدم رسیدگی در سنبله‌های زیرین و ریزش سنبله‌های بالایی می‌گردد. در صورتی که نشاهای مناسبی تهیه شده باشد می‌توان مستقیم با آب شور تا ۵۵ dS/m آبیاری کرد (شکل ۳). بعد از انتقال بسته به دمای هوای روزانه هر روز یا یک روز در میان آبیاری انجام می‌شود تا زمانی که نشا شروع به رشد کند. برای مزارع بذری سالیکورنیا شوری آب ۱۵-۲۵ dS/m توصیه می‌شود.

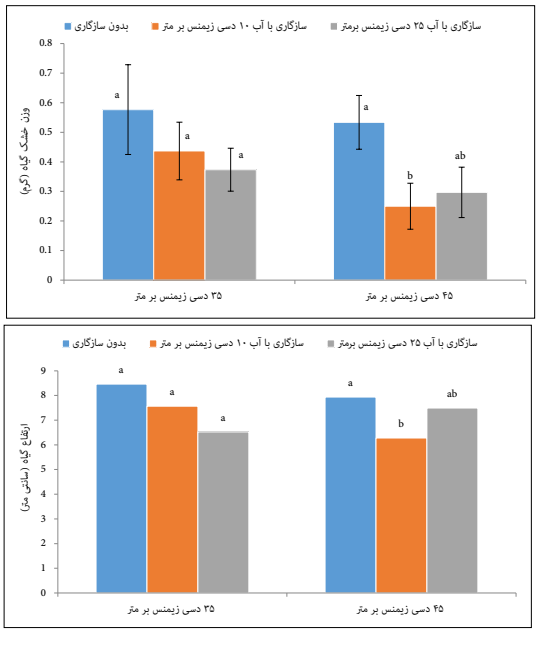
شکل ۳- انتقال نشاهای سالیکورنیا بیگلوی به شوری ۲۵ تا ۵۵ دسی زیمنس بر متر (ترکیب آب خلیج فارس) (یک ماه بعد از انتقال)

در گونه بیگلوی افزایش شوری آب آبیاری تا شوری ۴۵dS/m باعث کاهش ارتفاع و وزن خشک گیاه شده و در گونه پرسیکا افزایش شوری آب آبیاری در ارتفاع بوته اثر نداشته ولی باعث کاهش معنی دار وزن خشک شده است (شکل ۴). سازگاری نشا به شوری قبل از انتقال نسبت به حالت بدون سازگاری بر ارتفاع و وزن خشک اثر مثبت نداشته است تا جاییکه سازگاری با آب شور ۱۰ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته و وزن خشک با افزایش شوری آب آبیاری شده است. البته در صورت سازگاری با شوری ۲۵dS/m

قبل از انتقال نشا، ارتفاع بوته بعد از انتقال با آبیاری با آب شور ۴۵dS/m نسبت به آب ۳۵dS/m افزایش یافته است ولی اختلاف با بدون سازگاری معنی‌دار نبوده است (شکل ۵). معنی‌داری در هر سطح شوری آب آبیاری به روش برش دهی فیزیکی در برنامه SAS انجام شده است.



شکل ۴- تأثیر شوری آب آبیاری یک ماه بعد از انتقال نشا بر ارتفاع (سانتی متر) و وزن خشک بوته (گرم) دردو گونه سالیکورنیا



شکل ۵- تأثیر سازگاری نشاء بیگلوی با آب شور قبل از انتقال به مزرعه بر وزن خشک و ارتفاع گیاه بعد از یک ماه آبیاری با آب شور در مزرعه

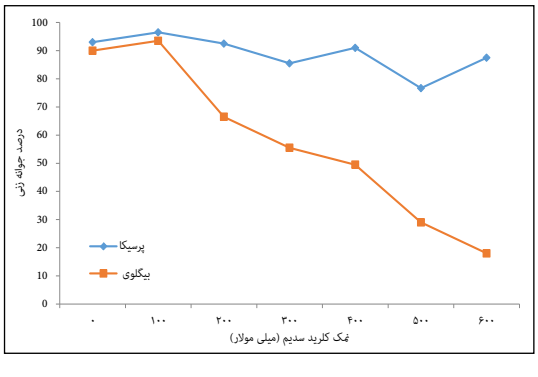
- کشت مستقیم بذر در مزرعه

به منظور کشت مستقیم بذور در خاک، بعد از آماده سازی خاک و تسطیح مناسب، کرت‌ها آبیاری شده تا سطح خاک سفت شود. سپس خطی به عمق یک سانتیمتر کشیده و بذر را بصورت خطی ریخته و روی آن با کود دامی پودر شده و یا ماسه بادی پوشانده می‌شود. استقرار کامل گونه پرسیکا حدود ۱۰ روز و بیگلوی ۲۰ روز با آب شور dS/m۱۵ طول می‌کشد. بهترین تاریخ کاشت بذر در استان یزد اواسط اسفند ماه می‌باشد. تا زمان استقرار کامل گیاه باید سطح خاک مرطوب نگه داشته شود. به منظور جلوگیری از حمله حشرات لازم است از طعمه مسموم تهیه شده با سم سوین استفاده شود. به منظور رسیدن به تراکم مناسب در هر هکتار ۱۰ کیلوگرم بذر با قوه نامیه بالای ۹۰ درصد نیاز است. از آنجایی که با افزایش شوری میزان جوانه زنی و سبزشدن کاهش می‌یابد، به ازای افزایش هر واحد شوری باید بذر بیشتری استفاده شود.

- واکنش جوانه‌زنی سالیکورنیا به سطوح مختلف شوری

به منظور بررسی واکنش جوانه زنی بذور تولیدی آزمایشی در مرکز ملی تحقیقات شوری و در شرایط کنترل شده انجام شد. نتایج نشان داد که جوانه زنی بذور تولید شده با روش استاندارد (کشت روی کاغذ صافی و دمای ۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد) و بدون هیچ پیش تیماری، در طول ۱۵ روز قوه نامیه بالای ۹۰ درصد داشتند. گونه پرسیکا تحمل بیشتری به شوری در مرحله جوانه زنی نشان داد. بعد از شوری dS/m ۱۰، جوانه‌زنی به ازای افزایش هر واحد شوری در گونه پرسیکا و بیگلوی به ترتیب با شیب ۲ و ۱۳ درصد کاهش یافت. در شوری ۵۰۰ میلی مولار (۵۰ dS/m) حدود ۳۰ درصد بذور گونه بیگلوی و ۹۰ درصد گونه پرسیکا جوانه زدند. گونه پرسیکا نسبت به بیگلوی درصد و سرعت جوانه‌زنی بیشتری در شرایط شور داشت (شکل ۶).

در جدول (۲) تأثیر شوری بر جوانه‌زنی سایر گونه‌های سالیکورنیا و تأثیر آن بر شاخص‌های جوانه‌زنی براساس مطالعات صالحی و همکاران (۱۳۹۵) ارائه شده است. بررسی اثر شوری بر توده‌های مختلف سالیکورنیا نشان داد که توده یروپین و پرسیکا قادرند تا شوری ۶۰۰ میلی‌مولار بیش از ۸۰ درصد جوانه زنی داشته باشند (جدول ۲). در حالی که در توده بیگلوی و بوشهر جوانه‌زنی بعد از شوری dS/m ۱۰ کاهش یافت و در شوری ۶۰۰ میلی‌مولار کمتر از ۱۰ درصد بذور جوانه زدند. بذور دو توده ارومیه و گلستان قوه نامیه پایینی داشتند و تنها ۴۰ درصد بذور با آب شیرین جوانه زدند. در شوری ۶۰۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی توده‌های بوشهر، ارومیه، گلستان، یروپین، پرسیکا و بیگلوی به ترتیب ۹۰، ۹۴، ۳۰، ۰، ۱۰ و ۸۰ درصد کاهش یافت (صالحی و همکاران،۱۳۹۵).



شکل ۶- واکنش جوانه زنی بذور دو گونه سالیکورنیا (تولید شده در مرکز ملی تحقیقات شوری) به شوری کلرید سدیم (میلی مولار)

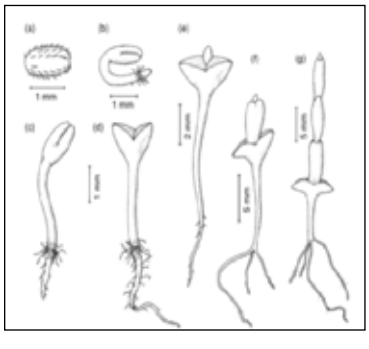
جدول ۲- اثر متقابل شوری کلرید سدیم (میلی مولار) و توده‌های مختلف سالیکورنیا بر درصد جوانه‌زنی
(حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌داری بین میانگین‌ها است) (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵)

توده	شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)						
	۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
بوشهر	۹۴ a	۸۱b	۸۵b	۷۵ b	۴۳b	۴۰ b	۱۰ de
ارومیه	۴۹ b	۴۹c	۳۱d	۴۱ c	۳۱b	۱۴ c	۳ e
گلستان	۴۴ b	۳۳c	۴۴d	۴۷ c	۴۰b	۴۱ b	۳۱ c
یروپین	۹۹ a	۱۰۰a	۱۰۰a	۱۰۰ a	۹۶a	۹۰ a	۱۰۰ a
پسیکا	۹۳ a	۹۶ab	۹۲ab	۸۵ ab	۹۱a	۷۵ a	۸۷ b
بیگلوی	۹۰ a	۹۳ab	۶۶c	۵۵ c	۴۹b	۲۹ b	۱۸ d

آشنایی با مراحل رشدی سالیکورنیا

آشنایی با مراحل فنولوژیک گیاه برای سبزشدن و استقرار مناسب، تأمین نیازهای گیاه و در نهایت تولید عملکرد اقتصادی بسیار مهم می‌باشد.

- **مرحله گیاهچه‌ای:** جوانه زنی و رشد اولیه سالیکورنیا در مزرعه بویژه گونه بیگلوی، بسیار کند است. در حدود ۲۰ روز تا یک ماه وقت لازم است تا گیاه به خوبی مستقر شود. شکل (۷) مراحل جوانه زنی و شروع رشد اولیه را به خوبی به تصویر کشیده است (Davy و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل ۷- مرحله جوانه زنی و رشد گیاهچه سالیکورنیا (Davy و همکاران، ۲۰۰۱)

- **مرحله شاخه‌دهی:** بعد از مستقر شدن گیاه تولید شاخه‌های جانبی آغاز می‌شود و وارد فاز رشدی سریع می‌گردد. با وارد شدن گیاه به این مرحله باید نیاز کودی گیاه تأمین شود (شکل ۸).

شکل۸- مرحله شاخه‌دهی سالیکورنیا

- **شروع مرحله زایشی و تشکیل سنبله:** با کوتاه شدن میانگره‌های انتهایی، گیاه وارد مرحله زایشی می‌شود (شکل ۹). ورود به این مرحله در سالیکورنیا به طول روز بستگی دارد؛ البته این حساسیت در گونه‌های مختلف بسیار متفاوت است. مرحله زایشی چهار فاز دارد که فاز یک مرحله زایشی کوتاه شدن میانگره‌ها، فاز دوم تشکیل مادگی، فاز سوم تشکیل گرده (خروج گرده از سنبله) و فاز چهارم تشکیل بذر می‌باشد.

شکل ۹- شروع فاز زایشی سالیکورنیا

- **مرحله گرده‌افشانی:** با ظهور گرده در سنبله‌های بارور، گیاه وارد مرحله گرده‌افشانی شده است. در این مرحله نیز باید کود و آب مورد نیاز گیاه تأمین شود. گرده‌افشانی گونه‌های بیگلوی در استان یزد در طول روز ۱۳/۵-۱۴ ساعت، گونه *S. persica Akhani subsp persica* در طول روز ۱۲/۵ ساعت و گونه *S. sinus-persica* در طول روز ۱۲ ساعت اتفاق افتاد، که نشان‌دهنده تفاوت در واکنش به طول روز گونه‌ها می‌باشد (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- مرحله گرده‌افشانی سالیکورنیا

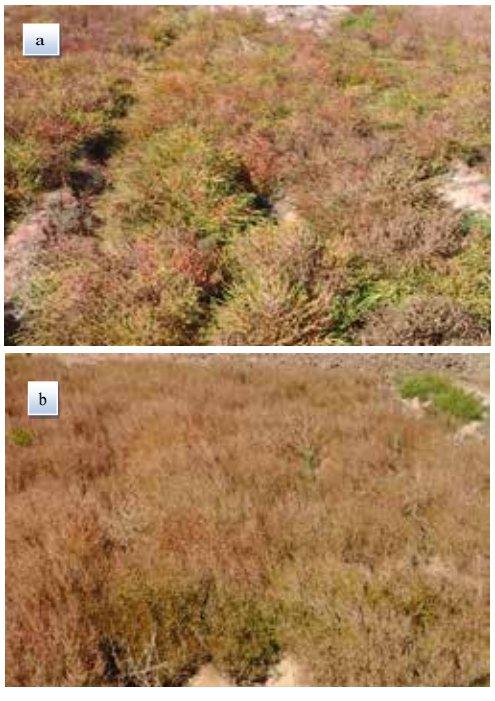
- **مرحله تشکیل دانه:** معمولاً همزمان با گرده افشانی تشکیل دانه نیز آغاز می‌شود. ممکن است در یک بوته هم گرده‌افشانی و هم تشکیل دانه مشاهده شود. در این مرحله کوددهی قطع می‌شود ولی آبیاری ادامه می‌یابد (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- تشکیل دانه سالیکورنیا

- **شروع تغییر رنگ برگ:** شروع تغییر رنگ در هر دو گونه در اواسط مهر تا آبان بسته به گونه مشاهده می‌شود. رنگ بوته‌های گونه پرسیکا زرد شد ولی در گونه بیگلوی ابتدا بوته‌ها قرمز و سپس زرد شدند؛ البته این تغییر رنگ در تمامی بوته‌ها یکسان نبود (شکل ۱۲).

شکل ۱۲- شروع تغییر رنگ بوته دو گونه سالیکورنیا بیگلوی (a) و پرسیکا (b)

- **رسیدگی فیزیولوژیک:** با قهوه‌ای شدن بوته‌ها رسیدگی فیزیولوژیک اتفاق می‌افتد. بهتر است برداشت سالیکورنیای پرسیکا زودتر انجام شود زیرا بذور رسیده شدیداً ریزش دارد. به منظور بهبود همزمانی رسیدگی از سم پاراکوات استفاده شد. استفاده از این سم در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک موجب بهبود همزمانی رسیدگی گردیده ولی بر قوه نامیه بذور تولیدی تأثیر نداشت (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- رسیدگی فیزیولوژیک دو گونه سالیکورنیا بیگلوی (a) و پرسیکا (b)

• میزان تحمل به تنش سرما

سالیکورنیا مناسب فصل گرم است و دمای زیر صفر را نمی‌تواند تحمل کند. در تاریخ کاشت تأخیری در مزارع تحقیقاتی صدوق یزد دمای ۴/۵- درجه سانتی‌گراد در طول شب موجب تنش یخ زدگی در سالیکورنیا شد (شکل ۱۴).

شکل ۱۴- یخ زدگی سالیکورنیا – مزرعه تحقیقات شوری صدوق یزد

• آفات و بیماری‌ها

مهمترین آفت که در مزرعه مشاهده شد آبدوزدک بود که با طعمه مسموم قابل کنترل است. همزمان با خشبی شدن نوعی موریانه نیز به ریشه گیاه خسارت وارد نمود و آثار خسارت با خشکیدگی اندام هوایی ظاهر شد.. قارچ عامل بیماری *Botrytis cinerea* نیز در مکزیک گزارش شده است (Rueda Puente و همکاران، ۲۰۱۴) ولی در یزد بیماری مشاهده نشد.

• نیاز آبی و آبشویی

یکی از مهمترین موانع توسعه کشت این گیاه نیاز آبی بالای آن است. عمق توسعه ریشه تا۳۵ سانتی‌متر می‌باشد ولی بیشترین تراکم ریشه گونه بیگلوی در عمق ۷/۵ سانتی‌متری است و ریشه‌های عمق ۳۵ سانتی‌متری بسیار باریک هستند (Weeks،۱۹۸۶). به همین دلیل گیاه نیاز دارد تا رطوبت سطح خاک در حد ظرفیت زراعی حفظ شود. در خاک شنی عملکرد اپتیمم از آبیاری روزانه بدست می‌آید (Glenn و همکاران، ۱۹۹۱). حداکثر تراکم ریشه گونه پرسیکا *S. persica Akhani subsp persica* بیشتر از گونه بیگوی بود.

Glenn و همکاران (۱۹۹۱ و ۱۹۹۷) در زمینه نیاز آبی سالیکورنیا آزمایشاتی را انجام دادند که نتایج آنها نشان داد ۳ متر آب در طول چرخه رشد گیاه و برای کنترل شوری و تولید بهینه کافی است. این مقدار آب برابر با ۱۸۰ درصد تبخیر و تعرق از تشتک تبخیر می‌باشد. از این مقدار آب ۲ متر برای تبخیر و تعرق و یک متر برای نیاز آبشویی استفاده شده است. آبیاری بیش از حد موجب افزایش هزینه پمپاژ آب و ایجاد حجم بالایی از آب زهکش و شسته شدن عناصر غذایی می‌گردد. روش‌های مختلفی برای کاهش نیاز آبی گیاه می‌توان استفاده کرد که با آن بتوان رطوبت خاک را در حد ظرفیت زراعی نگه داشت؛ مانند آبیاری قطره‌ای و یا سامانه دوار مرکزی، رشد گیاه در خاک‌های سنگین‌تر و با قابلیت نگهداری آب بیشتر و استفاده از آب‌های لب شور به منظور کاهش نیاز آبشویی گیاه، کشت گیاه در ماه‌های خنک‌تر و استفاده از پساب مزارع میگو (Glenn و همکاران، ۱۹۹۵). البته در سیستم‌های آبیاری تحت فشار نیاز آبشویی گیاه باید تأمین شود. در طول دوره رشد گیاه بعد از انتقال نشا در استان یزد میزان تبخیر از تشتک تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک گیاه ۲۱۳۶ میلی‌متر است که با در نظر گرفتن نیاز آبی ۱۸۰ درصد تبخیر (که در منابع ذکر شده است) و ۲۰ درصد نیاز آبشویی، سالیکورنیا ۴۶۱۳ میلی‌متر آب برای رسیدن به حداکثر تولید نیاز دارد. در صورت آبیاری با آب دریا لازم است تا نیاز آبشویی به ۳۰ درصد افزایش یابد.

• نیاز کودی

این گیاه به کودهای منبع آمونیومی و نیتراتی واکنش متفاوتی نشان می‌دهد (Kudo و Fujiyama، ۲۰۱۰) و توصیه می‌شود از کودهای نیترات آمونیوم و یا سولفات آمونیوم استفاده شود. معمولاً کوددهی ۳۰ روز بعد از نشاکاری آغاز می‌شود. Shahid و همکاران (۲۰۱۳) روزانه ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل استفاده کردند. در مزرعه تکثیری هر هفته یکبار ۵۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم و یا سولفات آمونیوم استفاده شد. میزان کود مصرفی به مرحله رشدی و گونه بستگی دارد.

• میزان تولید

میزان تولید دانه سالیکونیای بیگلوی برای اولین بار در سال ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۸ در مکزیک با آب دریا بین ۱/۳ تا ۲/۴ تن در هکتار (با متوسط ۲ تن در هکتار) گزارش شد که مشابه با تولید دانه سویا در شرایط غیر شور بوده و کیفیت روغن تولیدی نیز مشابه با گلرنگ بود (Glenn و همکاران، ۱۹۹۱). عملکرد سالیکورنیا بیگلوی و سالیکورنیا پرسیکا در مزرعه تکثیری مرکز ملی تحقیقات شوری که با آب dS/m۱۵ آبیاری شده بودند، در دوره رشد ۲۱۵ روز به ترتیب ۱/۹ و ۱/۵ تن در هکتار بدست آمد. در طول دوره رشد ۱۴۰ روز بعد از کاشت میزان زیست‌توده‌ی تر گونه پرسیکا *S. persica Akhani subsp persica* و بیگلوی با آب dS/m۱۵ به ترتیب ۳۲ و ۱۵ تن در هکتار بود که حدود ۱۰ درصد آن را ماده خشک تشکیل می‌دهد. Glenn و همکاران (۱۹۹۹) میزان تولید زیست‌توده گونه بیگلوی آبیاری شده با آب دریا را در دوره رشد ۲۰۰ روز، ۱۲/۷ تا ۲۴/۶ تن در هکتار گزارش نمودند (جدول ۳). البته عملکرد گزارش شده در نقاط مختلف دنیا تحت تأثیر اقلیم، گونه، منبع آب شور و تاریخ کاشت است. مهمترین مشکل برداشت مکانیزه سالیکورنیا ریزش بذور می‌باشد و میزان زیادی از بذور در حین برداشت از دست می‌رود.

جدول ۳- میزان تولید زیست توده و بذر سالیکورنیا در نقاط مختلف دنیا

کشور	گونه	منبع آب شور	عملکرد دانه (تن در هکتار)	زیست توده (تن ماده‌ی تر در هکتار)	تاریخ کاشت	منبع
مکزیک	*S. bigelovii*	آب دریا	۱/۳-۲/۴	۱۲/۷-۲۴/۶ (۲۰۰ روز بعد از کشت)	آذر	Glenn و همکاران، ۱۹۹۷
یزد	*S. bigelovii*	آب زیرزمینی (۱۴-۱۷ dS/m)	۱/۹	۱۵ (۱۴۰ روز بعد از کشت)	۵-۲۰ اسفند	صالحی و همکاران (اطلاعات منتشر نشده)
	S. Akhani persica		۱/۵	۳۲ (۱۴۰ روز بعد از کشت)		
دبی	*S. bigelovii*	آب دریا	۱/۵	-	۱۰-۲۴ مهر	Lyra و همکاران، ۲۰۱۶
		آب زیرزمینی (۲۵ dS/m)	۲	-		

تجربیات کشت سالیکورنیا در دنیا

مکزیک از سال ۲۰۰۵ کشاورزی با آب دریا را آغاز کرده است. این پروژه به منظور حل مشکل آلودگی زیست‌محیطی حاصل از پرورش میگو در مکزیک در سطح ۳۰۰۰ هکتار کشت درختان حرا و سالیکورنیا اجرا شد. حوضچه‌های پرورش میگو در دنیا ۱/۲ میلیون هکتار است و به سرعت در حال افزایش می‌باشد. در سونارا در منطقه نزدیک به ساحل ۱۵۰۰۰ هکتار مزرعه میگو وجود دارد. ایجاد مزارع سالیکورنیا و حرا موجب کاهش اثرات زیست محیطی پرورش میگو شد.

اجرای پروژه استفاده از آب دریا در اریتره موجب اشتغال ۸۰۰ نفر، ۱۰۰ هکتار کشت سالیکورنیا و ۱۰۰ هکتار کشت جنگل حرا و ۶۰ هکتار تالاب (که زیستگاه مناسب برای ۲۰۰ گونه جدید ایجاد کرد) شد. هر هفته یک تن میگو به کشورهای اروپا و خاورمیانه صادر شده و همچنین موجب جلوگیری از بازگشت آب حاوی مواد غذایی به دریا و اثرات زیست‌محیطی آن شد. کشاورزان با پساب حاصل از حوضچه‌های پرورش میگو علوفه، سوخت، ماهی و نمک تولید نمودند. با کلیه محاسنی که در اینجا ذکر شد ولی این دو پروژه در اریتره و مکزیک متوقف گردید. در مکزیک به دلیل سیاست‌گذاری دولت و در اریتره علاوه بر سیاست دولت، آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از آبشویی نیترات پروژه موفق نبود (Bailis و Yu، ۲۰۱۲). در عربستان، صدها هکتار از اراضی ساحلی با استفاده از سامانه‌های دوار مرکزی به کشت سالیکورنیا اختصاص یافت؛ در حالی که این سامانه‌ها در مقابل شوری بسیار بالای آب دریا دچار آسیب‌دیدگی شدند. در بهترین شرایط، عملکرد سالیکورنیا ۲/۵-۲ تن در هکتار است. بدیهی است با این عملکرد، چنین سامانه‌های پرهزینه، حتی برای محصولات زراعی رایج و پرمصرفی مانند ذرت نیز مقرون به صرفه نیست (خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹). به همین منظور قبل از شروع توسعه کشت این گیاه لازم است به هیدرولوژی محلی، عملیات آبیاری مناسب، پایداری زیست‌محیطی و مسائل اجتماعی و سیاسی توجه شود (Bailis و Yu، ۲۰۱۲).

جمع‌بندی و پیشنهادات

با توجه به کلیه محاسن این گیاه برای وارد شدن به چرخه تولید با آب‌های بسیار شور نیاز است تا به برخی از مشکلات مربوط به توسعه کشت آن نیز توجه شده و راهکاری اندیشیده شود.

۱- مهمترین مانع نیاز آبی و آبشویی بالای سالیکورنیاست که موجب شسته شدن فسفات و نیترات و افزایش جمعیت جلبک در سواحل می‌شود (Bailis و Yu، ۲۰۱۲) از طرفی هزینه پمپاژ نیز افزایش می‌یابد. بنابراین سیستم آبیاری و زهکشی مناسب برای کاهش اثرات زیست محیطی باید بکار رود. باید به منظور کاهش اثرات زیست محیطی توسعه کشت سالیکورنیا در چرخه شورورزی مدنظر قرار گیرد و به منظور جلوگیری از اثرات زیست محیطی، زهکش مزارع سالیکورنیا برای تولید سایر محصولات زنجیره شورورزی استفاده شوند.

۲- بذور بسیار ریز گیاه و عدم همزمانی رسیدگی بذور مانع دیگری برای برداشت مکانیزه است. در هنگام برداشت برخی بذور ریزش دارد و برخی بذور هنوز نارس هستند که این مشکل در سالیکورنیا پرسیکا بسیار بیشتر از بیگلوی بود. همین عامل موجب افزایش مشکلات برداشت مکانیزه گیاه در سطح وسیع می‌شود. نیاز است برروی ماشین آلات مناسب و به نژادی به منظور بهبود همزمانی رسیدگی گیاه کار شود.

۳- زمان گلدهی سالیکورنیا بیگلوی توسط فتوپریود کنترل می‌شود (Ventura و همکاران، ۲۰۱۱) و گرده افشانی نیز به دمای بالای ۵۰ درجه حساس می‌باشد. البته میزان حساسیت به فتوپریود در توده‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است (Venturaو Sagi، ۲۰۱۳). توده‌هایی که در عرض‌های بالا قرار دارند در طول روز طولانی‌تری وارد فاز گلدهی می‌شوند. بهترین راهکار برای حل این مشکل آزمون تاریخ کاشت برای گونه‌های مختلف می‌باشد. در بین دو گونه مورد بررسی گونه پرسیکا حساسیت بیشتری به فتوپریود داشت.

۴- بذور ریز سالیکورنیا باید بسیار سطحی کشت شوند تا بتوانند سبز یکنواختی داشته باشند؛ اما از مشکلات کشت سطحی جابه‌جا شدن بذور با آب، حمله مورچه و سایر حشرات و عدم یکنواختی سبز است. در صورتی که این گیاه به توسعه در سطح وسیع رسید باید بذور پوشش دار شده تولید شود و یا ماشین‌آلات مناسب کشت آن ساخته شود که بر روی بذور یک لایه نازک از کود دامی الک شده و یا ماسه بریزد و یا بذور با پوششی غیر از خاک پوشانده شوند تا سبز یکنواخت داشته باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاران مرکز ملی تحقیقات شوری آقایان حسن زارع، ولی سلطانی، علی‌اکبر زکی‌زاده و سید جلیل هاشمی نسب که در مراحل اجرایی کار همکاری نمودند قدردانی می‌گردد.

پی‌نوشت

1- Linoleic

2- Linolinic

3- chenopodiacea

منابع

خورسندی، ف.، وزیری، ز. و عزیزی، ع.ا. ۱۳۸۹. شورورزی، استفاده پایدار از منابع آب و خاك شور در کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۳۲۰ ص.

کافی، م.، صالحی،م. و عشقی زاده، ح.م. ۱۳۹۰.کشاورزی شورزیست: راهبردهای مدیریت گیاه، آب و خاک. دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۸۰ ص.

صالحی، م، ذاکر تولایی، ف. و عسگری، د. ۱۳۹۵. واکنش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه توده‌های مختلف سالیکورنیای بومی و غیربومی به تنش شوری. دومین کنگره بین‌المللی و چهاردهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. گیلان- رشت.

Abouheif M., Al-Saiady M., Kraidees M., Eldin A.T. and Metwally H. 2000. Influence of inclusion of salicornia biomass in diets for rams on digestion and mineral balance. Asian Australian Journal of Animal Science, 13: 967-973.

Akhani H. 2003. Salicornia persica Akhani (Chenopodiaceae), a remarkable new species from central Iran. Linzer Biologische Beitraege 35: 607-612.

Akhani H. 2008. Taxonomic revision of the genus Salicornia L.(Chenopodiaceae) in Central and Southern Iran. Pakistan Journal of Botany, 40:1635-1655.

Bailis R. and Yu E. 2012. Environmental and social implications of integrated seawater agriculture systems producing Salicornia bigelovii for biofuel. Biofuels, 3:555-574.

Davy A.J., Bishop G.F. and Costa C.S.B. 2001. Salicornia L.(Salicornia pusilla J. Woods, S. ramosissima J. Woods, S. europaea L., S. obscura PW Ball & Tutin, S. nitens PW Ball & Tutin, S. fragilis PW Ball & Tutin and S. dolichostachya Moss). Journal of Ecology, 89: 681-707.

Glenn E., Hicks N., Riley J. and Swingle S. 1995. Seawater irrigation of halophytes for animal feed. In R. Choukr-Allah, C. V. Malcolm & A. Hamdy (Eds.), Halophytes and biosaline agriculture (pp. 221-234). New York: Marcel Dekker Inc.

Glenn E., Miyamoto S., Moore D., Brown J.J., Thompson T.L. and Brown P. 1997. Water requir ements for cultivatingSalicornia bigeloviiTorr. with seawater on sand in a coastal desert environment. Journal of Arid Environments, 36: 711-730.

Glenn E.P., Brown J.J. and Blumwald E. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. Critical reviews in plant sciences, 18: 227-255.

Glenn E.P., O'LEARY J.W., Watson M.C., Thompson T.L. and Kuehl R.O. 1991. Salicornia bigelovii Torr: an oilseed halophyte for seawater irrigation. Science, 251: 1065-1067.

Kudo N. and Fujiyama H. 2010. Responses of halophyte Salicornia bigelovii to different forms of nitrogen source. Pedosphere, 20: 311-317.

Masters D.G., Benes S.E. and Norman H.C. 2007. Biosaline agriculture for forage and livestock production. Agriculture, ecosystems & environment, 119: 234-248.

Lyra D.A., Ismail Sh., Butt Kh.B. and Brown J. 2016. Evaluating the growth performance of eleven 'Salicornia bigelovii 'populations under full strength seawater irrigation using multivariate analyses. Australian Journal of Crop Science, 10(10): 1429.

Rueda Puente E.O., Hernandez Montiel L.G., Holguin Peña J., Murillo Amador B. and Rivas Santoyo F.J. 2014. First Report of Botrytis cinerea Pers. on Salicornia bigelovii Torr. in North-West México. Journal of Phytopathology, 162: 513-515.

Shahid M., Jaradat A.A. and Rao N.K. 2013. Use of Marginal Water for Salicornia bigelovii Torr. Planting in the United Arab Emirates. Developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation. Springer, 451-462.

Singh D., Buhmann A.K., Flowers T.J., Seal C.E., Papenbrock J. 2014. Salicornia as a crop plant in temperate regions: Selection of genetically characterized ecotypes and optimization of their cultivation conditions. AoB plants, 6: plu071. 1-20.

Stuchlík M., Zak S. 2002. Vegetable lipids as components of functional foods. Biomedical papers-Palacky University in Olomouc, 146: 3-10.

Ventura Y., Sagi M. 2013. Halophyte crop cultivation: the case for Salicornia and Sarcocornia. Environmental and Experimental Botany, 92: 144-153.

Ventura Y., Wuddineh W.A., Shpigel M., Samocha T.M., Klim B.C., Cohen S., Shemer Z., Santos R., Sagi M. 2011. Effects of day length on flowering and yield production of Salicornia and Sarcocornia species. Scientia Horticulturae 130: 510-516.

Weeks J.R. 1986. The growth and water relations of a coastal halophyte, Salicornia bigelovii. Ph.D Dissertation of Arizona University.