

# ۱ اثر تنش‌های شوری و خشکی بر رویش جوانه‌های ریزوم گیاه *Arundo donax L.* در

## ۲ شرایط دمایی مختلف

۳  
۴ محسن الهی نژاد<sup>۱</sup>، قربانعلی اسدی<sup>۲\*</sup>، رضا توکل افشاری<sup>۳</sup>

۵ ۱ دانشجوی دکتری تخصصی آگرو تکنولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، ۲ و ۳ به ترتیب دانشیار و استاد گروه آگرو تکنولوژی دانشگاه فردوسی  
۶ مشهد

۷ \*نویسنده مسئول: دکتر قربانعلی اسدی

### ۱۰ چکیده:

۱۱ به منظور بررسی اثر تیمار خشکی و شوری بر مراحل رشد و زمان آغاز ریزوم گیاه *Arundo donax* آزمایشی در  
۱۲ سال ۱۳۹۹ در دانشگاه فردوسی مشهد با استفاده از ریزوم‌های جمع‌آوری شده از اکوتیپ گرگان و به صورت طرح کاملاً  
۱۳ تصادفی در ۴ تکرار در اتاقک رشد در ۵ سطح دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد) به صورت جداگانه  
۱۴ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش خشکی {۰ (آب مقطر)، ۰/۴-، ۰/۸- و ۱/۲- مگاپاسکال} و  
۱۵ سطوح مختلف تنش شوری {۰ (آب مقطر)، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر} بود. نتایج کلی آزمایش نشان داد که با  
۱۶ افزایش میزان شوری و خشکی، میزان جوانه‌زنی ریزوم‌ها کاهش پیدا می‌کند. همچنین نتایج نشان داد که جوانه‌زنی  
۱۷ ریزوم گیاه قمیش از دمای ۵ درجه سانتی‌گراد تا دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد امکان‌پذیر است اما بیشترین میزان  
۱۸ جوانه‌زنی به میزان ۷۴ درصد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد و پس از آن دمای ۲۰ درجه به مقدار ۶۶ درصد  
۱۹ در تیمار شاهد جوانه‌زنی داشت. کمترین درصد جوانه‌زنی در بالاترین سطح شوری و خشکی در دمای ۱۵ و ۳۰ درجه  
۲۰ سانتی‌گراد به مقدار ۴ درصد مشاهده شد. در صد جوانه‌زنی و سایر شاخص‌های جوانه‌زنی با کاهش دما از ۱۵ درجه  
۲۱ سانتی‌گراد به ۵ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرد. همین روند نیز با افزایش دما از ۲۰ درجه سانتی‌گراد به ۳۰ درجه  
۲۲ سانتی‌گراد مشاهده شد که نشان می‌دهد، بهترین دما برای رویش جوانه‌های ریزوم قمیش بین ۱۵ تا ۲۰ درجه  
۲۳ سانتی‌گراد می‌باشد. تأثیر میزان شوری و خشکی بر میزان جوانه‌زنی در دماهای مختلف نشان داد که با افزایش سطح  
۲۴ تنش شوری و خشکی میزان جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند، اما با افزایش سطح خشکی میزان کاهش درصد جوانه‌زنی  
۲۵ بیش از سطح شوری بود و کاهش رویش جوانه‌های ریزوم قمیش بیشتر تحت تأثیر افزایش میزان خشکی خاک قرار

۲۶ گرفت. اثر متقابل سه گانه شوری، خشکی و دما در تمامی پارامترها به جز سرعت جوانه زنی تعدیل شده در سطح احتمال  
۲۷ ۹۹٪ معنی دار بود که این امر نشان می دهد که جوانه زنی ریزوم گیاه قمیش به شدت تحت تیمار خشکی، شوری و  
۲۸ دماهای مختلف قرار دارد و وجود هر یک از این تیمارها در شرایط طبیعی می تواند جوانه زنی آن را مختل نماید.

۲۹

## ۳۰ کلمات کلیدی:

۳۱ تنش های محیطی، جوانه زنی، گیاه مهاجم، قمیش.

۳۲

## ۳۳ مقدمه:

۳۴ علف های هرز چندساله، به طور کلی مهمترین و مشکل سازترین علف های هرز و یکی از تنش های غیر زیستی  
۳۵ کاهش دهنده تولیدات کشاورزی می باشند و مهمترین عامل دخیل در سختی کنترل این گیاهان، اندام های رویشی و تکثیر  
۳۶ شونده زیرزمینی آنها می باشد. علف های هرز چندساله هر فصل را با ذخایر کربوهیدراتی ذخیره شده آغاز می کنند که  
۳۷ همین مسئله باعث وجود یک مزیت رقابتی بر علیه گیاهان زراعی می باشد (Holt & Orcutt, 1996).

۳۸ رقابت گونه های مختلف علف هرز با گونه های بومی برای منابع اکوسیستم تهدیدی جدی برای کاهش تنوع زیستی  
۳۹ جهانی به شمار می روند (Shea and Chesson, 2002). این گیاهان بیگانه همچنین می تواند آسیب های قابل توجه و  
۴۰ زیانباری را به منابع زیستی و انسانی وارد کنند (Pimentel et al., 2005).

۴۱ از میان گونه های مهاجم قمیش (*Arundo donax*) یکی از مهاجم ترین گونه های گیاه تهاجمی در سواحل،  
۴۲ رودخانه ها و مناطق معتدل به شمار می رود. این گیاه غول پیکر، ارتفاعی تا حدود ۶ متر دارد، در بسیاری از  
۴۳ مناطق مانند اقیانوسیه، آفریقا، آمریکا، اروپا و سواحل دریای خزر وجود دارد (Herrera and Dudley, 2003).  
۴۴ که اغلب در مناطق ساحلی رشد و توسعه پیدا می کند (Wijte et al., 2017). این گیاه به عنوان یکی از  
۴۵ بدترین گونه های بیگانه مهاجم ۱۰۰ کشور جهان است (ISSG, 2007). قمیش تهدیدی جدی برای زیستگاه های  
۴۶ خشک و نیمه خشک است، زیرا پوشش گیاهی بومی در دسترسی به آب های خاک را از بین می برد. این گیاه از آب های

بیشتری نسبت به گیاهان بومی استفاده می‌کند و سطح آب‌های زیرزمینی را کاهش می‌دهد. قمیش بسیار قابل اشتعال  
است و می‌تواند روند آتش‌سوزی را در مناطق تهاجم تغییر دهد (USDA-ARS, 2014).

تولید بذر توسط این گیاه در مدیترانه یا ایالات‌متحده آمریکا گزارش نشده است (Johnson et al., 2006; Hardion et al., 2012). اگرچه A. donax یک گل‌آذین تولید می‌کند که بدون دانه‌های زنده هستند (Johnson et al., 2006) اما به سرعت در حال گسترش در مناطق پایین دست است و آن به این علت است که هنگامی که قطعات کوچک گیاه توسط جریان‌های سیلابی به مناطق مختلف برده می‌شود، این قطعات بر روی زمین‌های مرطوب رشد کرده و توسعه پیدا می‌کنند (Else, 1996; Bell, 1997; Decruyenaere and Holt, 2005). از این رو داشتن اطلاعات در مورد شرایط محیطی که جوانه‌زنی اندام‌های رویشی را تنظیم می‌کنند در پیش‌بینی علف‌های هرز چندساله کمک خواهند کرد و می‌توانند راهبردهای کنترلی علف‌های هرز را بهبود ببخشند (Holt and Orcutt, 1996).

شوری یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی تأمین غذا برای جمعیت جهان در آینده به شمار می‌آید، همچنین درجه و زمان قرار گرفتن در معرض استرس نیز میتواند این چالش را پر رنگ تر یا کم رنگ تر نماید (Chavez et al., 2009). به دلیل شوری موجود در برخی از اراضی ایران، گیاهان جهت جوانه‌زنی با مشکلات زیادی روبه‌رو هستند. از این رو تحقیق در زمینه نحوه عکس‌العمل گیاهان در مراحل مختلف رشد از جمله مرحله جوانه‌زنی، تحت شرایط تنش شوری در این مناطق بیشتر ضروری به نظر می‌رسد. در زمینه تأثیر شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی، مطالعات زیادی انجام شده است که نشان می‌دهد در بسیاری از گیاهان با افزایش غلظت نمک، شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند (Guan et al., 2008). با توجه به اینکه بخش اعظمی از مراتع کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، بحث خشکی و تنش حاصل از آن در گیاهان این مناطق دارای اهمیت بسیاری است. تنش خشکی از مهم‌ترین تنش‌ها است و سایر تنش‌ها به صورت مستقیم و غیرمستقیم از طریق تنش خشکی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تاکنون در مورد تأثیر منفی خشکی بر صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان مختلف مطالعات متعددی انجام شده است (Burke et al., 2003; Springer, 2005). هنگامی که رطوبت بهینه خاک فراهم باشد، مثل کشاورزی فاریاب، زمان ظهور علف‌های هرز چندساله از اندام‌های زیرزمینی به دمای خاک بستگی دارد (Kigel and Koller, 1985).

دما یکی از عوامل محیطی می‌باشد که هم نقش محرک (دمای کمینه تا بیشینه) و هم نقش بازدارنده (دمای بیشینه یا تنش گرمایی) در جوانه‌زنی علف‌های هرز دارد. از این رو درک صحیح از رفتار جوانه‌زنی علف هرز در پاسخ به دما، نقش

۷۰ به سزایی در اتخاذ روش‌هایی کارآمد برای مدیریت پایدار آن‌ها در محیط‌های زراعی دارد. در همین رابطه، دمای کمینه،  
۷۱ دمای بهینه و دمای بیشینه سه دمای اصلی یا آستانه‌های دمایی هستند که فرآیند جوانه‌زنی نسبت به آن‌ها واکنش  
۷۲ نشان می‌دهد. ([Alvarado and Bradford, 2002](#)).  
۷۳ در ایران سواحل دریای خزر (استان‌های گلستان، مازندران و گیلان) و همچنین بخش‌هایی از استان خوزستان و  
۷۴ سیستان و بلوچستان آلوده به قمیش هستند. اما با این حال تاکنون هیچ‌گونه تحقیق و پژوهشی در مورد ژنوتیپ، نحوه  
۷۵ ورود، خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی و سایر موارد در مورد این گیاه در ایران انجام نشده است و چگونگی  
۷۶ جوانه‌زنی، رشد و توسعه این گیاه مهاجم در ایران مجهول مانده است.  
۷۷ شناخت رابطه بین تغییرات شرایط محیطی و تغییر اقلیم و قمیش نسبت به رشد گونه‌های بومی ساحلی و همچنین  
۷۸ درک هدر رفت آب توسط این گیاه در مقایسه با گیاهان بومی ساحلی برای حذف این گیاه در شرایط کنونی که  
۷۹ خشک سالی در اکثر مناطق وجود دارد حیاتی است ([Abichandani, 2007](#)). در این شرایط شناخت چگونگی تأثیر  
۸۰ عوامل مختلف محیطی مانند سطوح شوری، خشکی، دما، مواد مغذی، نور و آتش در رشد و تهاجم قمیش برای کنترل  
۸۱ درازمدت و در مقیاس بزرگ ضروری است. هدف این پژوهش آن است تا در وهله اول اطلاعات ارزشمندی در مورد  
۸۲ نحوه جوانه‌زنی اکوتیپ‌های موجود گیاه قمیش در ایران و تأثیر عوامل مختلف محیطی بر جوانه‌زنی، رشد و باروری این  
۸۳ گیاه در جهت برنامه‌ریزی برای بازسازی طولانی‌مدت اکوسیستم‌های رودخانه‌ای به دست آید تا نحوه کنترل و مبارزه و  
۸۴ یا استفاده بهینه از آن مشخص گردد.

۸۵

## ۸۶ مواد و روش‌ها:

۸۷ برای بررسی مراحل رشد و زمان آغاز ریزوم در گیاه قمیش تکثیر شده از طریق قطعات ریزوم، ریزوم‌هایی هم سن  
۸۸ به طول ۵-۱۰ سانتی‌متر از بین بیش از ۵۰ بوته از حاشیه ۱۰ مزرعه مختلف از اکوتیپ منطقه کوهستانی و زراعی هزار  
۸۹ پیچ گرگان جمع‌آوری شده و به صورت طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در اتاقک رشد کشت شد. تیمارهای آزمایش  
۹۰ شامل سطوح مختلف تنش خشکی {۰ (آب مقطر)، ۰/۴، ۰/۸، ۱/۲ - مگاپاسکال} با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول  
۹۱ ۶۰۰۰ و روش میشل ([Michel, 1983](#))، (معادله ۱) و سطوح مختلف تنش شوری {۰ (آب مقطر)، ۴، ۸، ۱۲ د سی  
۹۲ زیمنس بر متر} با استفاده از نمک کلرید سدیم (NaCl) (معادله ۲) می‌باشد.

۹۳ در این آزمایش از معادله (۱) برای محاسبه پتانسیل آب با استفاده از مقادیر ویژه PEG استفاده می‌شود:

$$۹۴ \quad \Psi_w = \text{PEG} = - (1.18 \times 10^{-2}) C - (1.18 \times 10^{-4}) C^2 + (2.67 \times 10^{-4}) 18 CT + (8.39 \times 10^{-7}) C^2 T \quad (۱)$$

۹۵ به طوری که C، غلظت PEG بر مبنای گرم در کیلوگرم آب و T، دمای محیط آزمایش بر حسب سانتی‌گراد می‌باشد.

$$۹۶ \quad EC \text{ (dS.m}^{-1}\text{)} = \text{TDS (mg.L}^{-1}\text{)} \times 640 \quad (۲)$$

۹۷ ریزوم‌ها از عمق ۲۰ تا ۳۵ سانتیمتری خاک که با توجه به نحوه رویش گیاه و منابع تحقیقی بی‌شترین تراکم را دارند

۹۸ جهت انجام کار جمع‌آوری و غلاف دور ریزوم‌ها جدا شد. سپس ریزوم‌ها شسته شد و با محلول بنومیل<sup>۱</sup> ۰/۵ درصد به

۹۹ مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی گردید ([Juneau and Tarasoff, 2013](#)).

۱۰۰ هر واحد آزمایشی شامل یک عدد پتری دیش به قطر ۲۰ سانتی‌متر بود که درون آن‌ها دو عدد کاغذ صافی واتمن به

۱۰۱ همراه ۱۰ عدد ریزوم ۵-۱۰ سانتی‌متری با قطر ۱۰-۲۰ میلی‌متری و دارای حداقل دو جوانه قرار گرفت و جهت

۱۰۲ جلوگیری از تبخیر آب نیز درب آن‌ها با پارفیلم مسدود گردید.

۱۰۳ واحدهای آزمایشی درون اتاقک رشد با شرایط دمایی (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰) درجه سانتی‌گراد و شرایط نوری ۸،۱۶

۱۰۴ ساعت (شب.روز) به صورت جداگانه قرار گرفت و شمارش رویش ریزوم‌ها ۲۴ ساعت بعد از شروع آزمایش به مدت ۱۴

۱۰۵ روز در یک‌زمان مشخص صورت پذیرفت. رویش‌هایی با رشد بیش از ۱ سانتی‌متر به‌عنوان رویش پیداکرده در نظر

۱۰۶ گرفته شد ([Soerjani and Soemarwoto, 1969](#)): درصد رویش ریزوم‌ها نیز با استفاده از معادله (۳) محاسبه گردید

۱۰۷ [\(Rahimian et al., 2006\)](#):

$$۱۰۸ \quad PG = \frac{n \times 100}{N} \quad (۳)$$

۱۰۹ که در آن PG درصد رویش ریزوم، N تعداد کل جوانه‌های موجود و n تعداد جوانه‌های ریزوم که رویش پیداکرده است.

۱۱۰ رویش هریک از تیمارها نیز از شاخص درصد جوانه‌زنی نهایی<sup>۲</sup> (SP) (معادله ۴) و سرعت جوانه‌زنی<sup>۳</sup> (GRI) (معادله ۵)

۱۱۱ محاسبه شد ([Holt & Orcutt, 1996](#)).

---

1- Benzimidazole, Benomyl  
1- Sprouting Percentage  
2- Germination Rate Index

۱۱۲  $SP = \left(\frac{g}{N}\right) * 100$  معادله (۴)

۱۱۳ در این معادله g تعداد جوانه‌های رویش پیدا کرده، N تعداد کل جوانه‌های موجود در هر پتری دیش است.

۱۱۴  $GRI = \sum_{i=1}^n \frac{Gi}{Di}$  معادله (۵)

۱۱۵ در این معادله Gi تعداد جوانه‌های رویش پیدا کرده در هر روز و Di تعداد روز شمارش تا روز n می‌باشد. به دلیل اینکه

۱۱۶ در این شاخص، جوانه‌زنی نهایی یا همان نسبت جوانه‌زنی ( $G_{total} \cdot N$ ) در سرعت جوانه‌زنی ضرب می‌شود، به نوعی به

۱۱۷ معادله وزن داده شده است از این رو به آن سرعت جوانه‌زنی وزنی<sup>۱</sup> (معادله ۶) گفته می‌شود ([Steinmaus et al., 2000](#)).

۱۱۸ [\(2000\)](#).

۱۱۹  $GRI = \left(\frac{G_{total}}{N}\right) * \sum_{i=1}^n \frac{Gi}{Di}$  معادله (۶)

۱۲۰  $G_{total}$  تعداد کل جوانه‌های رویش پیدا کرده و N تعداد کل جوانه‌های موجود در هر پتری دیش می‌باشد.

۱۲۱ همچنین به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد رویش ریزوم قمیش از یک مدل لجستیک سه

۱۲۲ پارامتر (معادله ۷) استفاده شد ([Chauhan et al., 2006](#)):

۱۲۳  $RS(\%) = \frac{RS_{max}}{[1 + (X \cdot X_{50})^{RS_{rate}}]}$  معادله (۷)

۱۲۴ که در این معادله (RS (%))، در صد رویش ریزوم در سطح شوری یا خشکی X،  $RS_{max}$  حداکثر در صد رویش ریزوم،

۱۲۵  $X_{50}$  سطح شوری یا خشکی لازم جهت ۵۰ درصد بازدارندگی حداکثر رویش ریزوم و  $RS_{rate}$  نشانگر شیب کاهش

۱۲۶ رویش ریزوم در اثر افزایش سطوح شوری یا خشکی می‌باشد.

۱۲۷ تجزیه واریانس آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین با آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد

۱۲۸ انجام شد. همچنین برازش مدل‌ها با نرم‌افزار Sigma plot.14 انجام شد و نمودارها با نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶ رسم

۱۲۹ گردید. مقایسه مدل‌ها بر اساس سنجه‌های  $R^2_{adj}$  و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE=Root mean square)

۱۳۰ (root) انجام شد.

۱۳۱

۱۳۲

## نتایج و بحث:

۱۳۳ نتایج تجزیه واریانس آزمایش (جدول-۱) نشان داد که اثرات ساده هر یک از تیمارها معنی‌دار بود و دما، خشکی و

۱۳۴ شوری هر یک به تنهایی موجب تغییرات در پارامترهای اندازه‌گیری شده گردید؛ اما اثر ساده تیمار دما و خشکی بر میزان

۱۳۵ درصد جوانه‌زنی در سطح ۹۹٪ معنی‌دار بود و اثر شوری در سطح ۹۵٪ معنی‌داری را نشان داد که این امر حکایت از آن

۱۳۶ دارد که تأثیر دما و خشکی بر پارامترهای جوانه‌زنی در گیاه قمیش بیش از تأثیر شوری است. اثرات متقابل هر ۳ تیمار

۱۳۷ نیز معنی‌داری را نشان داد، باین‌وجود اثر متقابل دما و شوری برخلاف سایر اثرات متقابل در تمامی پارامترهای

۱۳۸ اندازه‌گیری شده در سطح ۹۵٪ معنی‌دار شد و در مقابل اثر متقابل سه‌گانه شوری، خشکی و دما در تمامی پارامترها به‌جز

۱۳۹ سرعت جوانه‌زنی تعدیل‌شده در سطح احتمال ۹۹٪ معنی‌دار بود که این امر نشان می‌دهد که جوانه‌زنی ریزوم گیاه

۱۴۰ قمیش به شدت تحت تیمار خشکی، شوری و دماهای مختلف قرار دارد و وجود هر یک از این تیمارها در شرایط طبیعی

۱۴۱ می‌تواند جوانه‌زنی آن را مختل نماید.

۱۴۲

۱۴۳ جدول-۱: جدول تجزیه واریانس آزمایش بررسی اثر تنش‌های شوری و خشکی بر رویش جوانه‌های ریزوم گیاه قمیش (*Arundo donax*)

۱۴۴ در شرایط دمایی مختلف

۱۴۵ Table-1: Variance analysis of the effect of salinity and drought stresses on rhizome bud sprouting of Giant reed (*Arundo*  
۱۴۶ *donax*) under different temperature conditions

منابع تغییر (Source)	F			
	درصد جوانه‌زنی SP	جوانه‌زنی روزانه GPD	سرعت جوانه‌زنی GRI	سرعت جوانه‌زنی تعدیل‌شده WGRI
تیمار (Treatment)				
دما (Temperature)	124.53**	97.42*	67.7*	59.42*
شوری (Salinity)	98.6*	88.12*	65.76*	60.23
خشکی (Drought)	102.36**	89.4**	73.6*	59.43*
دما*شوری (T*S)	235.89*	158.76*	102.46*	99.4*
دما*خشکی (T*D)	233.76**	169.4**	105.48*	93.46*
شوری*خشکی (S*D)	212.78**	171.31*	111.79*	97.56
دما*شوری*خشکی (T*S*D)	327.84**	234.67**	214.3**	137.48*

۱۴۷ \* و \*\*: معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

\* And \*\*: Significant at 5% and 1% of probability levels.

۱۴۸

۱۴۹ نتایج کلی آزمایش نشان داد که با افزایش میزان شوری و خشکی، میزان رویش ریزوم‌ها کاهش پیدا می‌کند (جدول-۲)

۱۵۰ تا (جدول-۷). همچنین نتایج نشان داد که رویش ریزوم گیاه قمیش از دمای ۵ درجه سانتی‌گراد تا دمای ۳۰ درجه

۱۵۱ سانتی‌گراد امکان‌پذیر است اما بیشترین میزان رویش به میزان ۷۴ درصد مربوط به تیمار شاهد در دمای ۱۵ درجه

۱۵۲ سانتی‌گراد (جدول-۴) و کمترین آن مربوط به تیمار حداکثر شوری و خشکی در دمای ۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد به  
 ۱۵۳ میزان ۴ درصد بود (جدول-۲ و جدول-۷). پس از آن دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بهترین دما برای رویش جوانه‌های  
 ۱۵۴ ریزوم قمیش بود به‌طوریکه در این دما بیشترین درصد جوانه‌زنی به مقدار ۶۶ درصد در تیمار شاهد بود که اختلاف غیر  
 ۱۵۵ معنی‌داری با حداکثر درصد جوانه‌زنی تیمار شاهد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد داشت. همچنین کمترین درصد  
 ۱۵۶ جوانه‌زنی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد نیز که مربوط به تیمار حداکثر شوری و خشکی می‌باشد نیز اختلاف معنی‌داری  
 ۱۵۷ را با همین شرایط در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نشان نداد. درصد جوانه و سایر شاخص‌های جوانه‌زنی با کاهش دما از  
 ۱۵۸ ۱۵ درجه سانتی‌گراد به ۵ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرد، همین روند نیز با افزایش دما از ۲۰ درجه سانتی‌گراد به ۳۰  
 ۱۵۹ درجه سانتی‌گراد نیز مشاهده شد که نشان می‌دهد، بهترین دما برای رویش جوانه‌های ریزوم قمیش بین ۱۵ تا ۲۰ درجه  
 ۱۶۰ سانتی‌گراد می‌باشد.

۱۶۱ جدول-۲: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت  
 ۱۶۲ جوانه‌زنی تعدیل‌شده در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۵ درجه سانتی‌گراد

۱۶۳ Table 2: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP), germination percentage day (GPD),  
 ۱۶۴ germination rate index (GRI) and Weighted Germination Rate Index (WGRI) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 5 °C

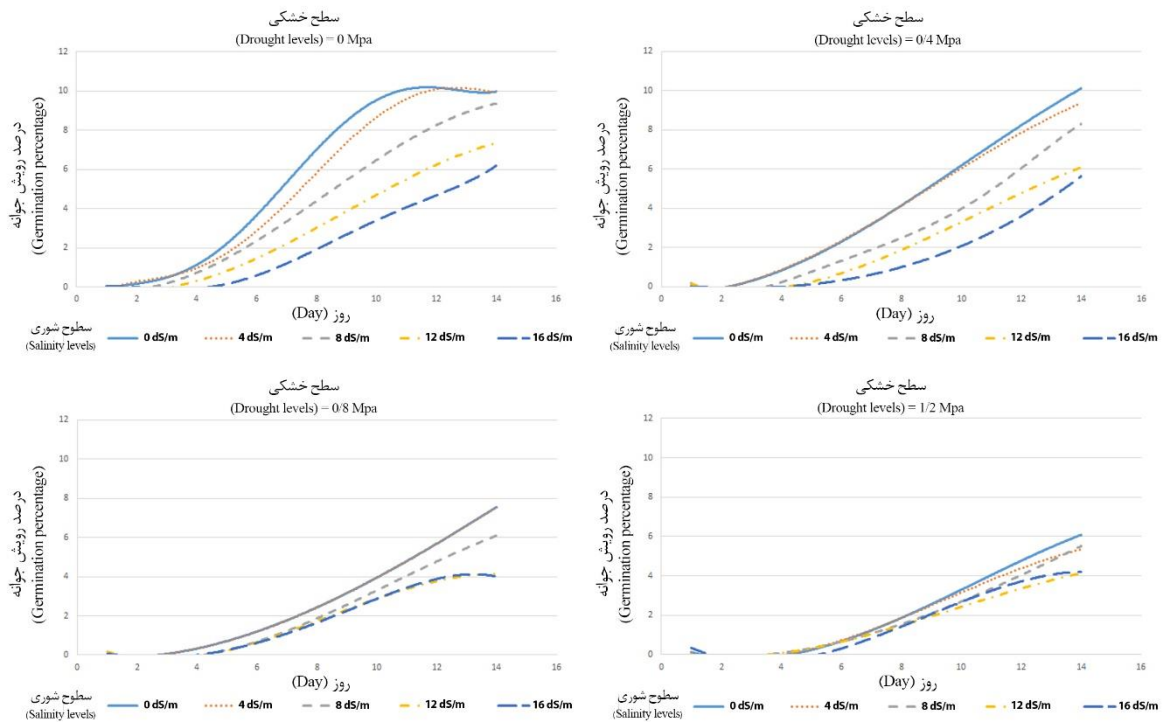
سطح خشکی	سطح شوری (دسی)	درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص سرعت	شاخص سرعت جوانه‌زنی
(مگا پاسکال)	زیمنس بر متر)	(%)	روزانه (%)	جوانه‌زنی(ریزوم در روز	موزون شده (ریزوم در روز <sup>-۱</sup> )
Drought level(MPa)	Salinity level(dS.m)	SP	GPD	( <sup>-۱</sup> )	WGRI (seedling day <sup>-1</sup> )
				GRI (seedling day <sup>-1</sup> )	
0	0	10 (1.21) <sup>a</sup>	1.0 (0.04) <sup>a</sup>	1.4 (0.04) <sup>a</sup>	0.14 (0.001) <sup>a</sup>
0	4	10 (1.16) <sup>a</sup>	0.9 (0.03) <sup>a</sup>	0.71 (0.03) <sup>a</sup>	0.071 (0.001) <sup>a</sup>
0	8	10 (1.20) <sup>a</sup>	0.72 (0.03) <sup>a</sup>	0.61 (0.03) <sup>b</sup>	0.061 (0.001) <sup>b</sup>
0	12	8 (0.91) <sup>b</sup>	0.57 (0.02) <sup>b</sup>	0.448 (0.02) <sup>c</sup>	0.03584 (0.001) <sup>d</sup>
0	16	6 (0.62) <sup>c</sup>	0.46 (0.02) <sup>bc</sup>	0.318 (0.02) <sup>d</sup>	0.01908 (0.001) <sup>f</sup>
0.4	0	10 (0.92) <sup>a</sup>	0.76 (0.03) <sup>a</sup>	0.61 (0.03) <sup>b</sup>	0.061 (0.001) <sup>b</sup>
0.4	4	10 (0.85) <sup>a</sup>	0.71 (0.04) <sup>a</sup>	0.6 (0.03) <sup>b</sup>	0.06 (0.001) <sup>b</sup>
0.4	8	8 (0.81) <sup>b</sup>	0.61 (0.03) <sup>b</sup>	0.432 (0.02) <sup>c</sup>	0.03456 (0.001) <sup>d</sup>
0.4	12	6 (0.76) <sup>c</sup>	0.46 (0.01) <sup>bc</sup>	0.318 (0.02) <sup>d</sup>	0.01908 (0.001) <sup>f</sup>
0.4	16	6 (0.66) <sup>c</sup>	0.42 (0.02) <sup>c</sup>	0.276 (0.01) <sup>de</sup>	0.01656 (0.001) <sup>f</sup>
0.8	0	8 (0.62) <sup>b</sup>	0.57 (0.03) <sup>b</sup>	0.432 (0.03) <sup>c</sup>	0.03456 (0.001) <sup>d</sup>
0.8	4	8 (0.73) <sup>b</sup>	0.57 (0.04) <sup>b</sup>	0.432 (0.03) <sup>c</sup>	0.03456 (0.001) <sup>d</sup>
0.8	8	6 (0.55) <sup>c</sup>	0.46 (0.04) <sup>bc</sup>	0.318 (0.02) <sup>d</sup>	0.01908 (0.001) <sup>f</sup>
0.8	12	4 (0.21) <sup>d</sup>	0.36 (0.02) <sup>cd</sup>	0.232 (0.02) <sup>e</sup>	0.00928 (0.001) <sup>g</sup>
0.8	16	4 (0.23) <sup>d</sup>	0.36 (0.01) <sup>cd</sup>	0.232 (0.02) <sup>e</sup>	0.00928 (0.001) <sup>g</sup>
1.2	0	6 (0.36) <sup>c</sup>	0.46 (0.03) <sup>bc</sup>	0.318 (0.04) <sup>d</sup>	0.01908 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	4	6 (0.31) <sup>c</sup>	0.42 (0.03) <sup>c</sup>	0.312 (0.03) <sup>d</sup>	0.01872 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	8	6 (0.33) <sup>c</sup>	0.42 (0.03) <sup>c</sup>	0.30 (0.02) <sup>d</sup>	0.018 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	12	4 (0.28) <sup>d</sup>	0.33 (0.02) <sup>d</sup>	0.224 (0.01) <sup>e</sup>	0.00896 (0.001) <sup>g</sup>
1.2	16	4 (0.26) <sup>d</sup>	0.36 (0.02) <sup>cd</sup>	0.212 (0.01) <sup>e</sup>	0.00848 (0.001) <sup>g</sup>

۱۶۵ میانگین‌های درون هر ستون که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. داده‌های داخل پرانتز خطای معیار میانگین می‌باشد.  
 ۱۶۶ The means within the column followed by different letters differ significantly at p≤0.05 level (FLSD test). The values in parenthesis are  
 ۱۶۷ standard error of the means.

۱۶۸ نتایج آزمایش جوانه‌زنی ریزوم های قمیش تحت تیمار شوری و خشکی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (جدول-۲) نشان  
 ۱۶۹ داد که با افزایش میزان سطح خشکی از ۰ مگا پاسکال (شاهد)، به ۱/۲- مگا پاسکال درصد جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد.  
 ۱۷۰



۱۷۱ همین حالت برای درصد جوانه‌زنی روزانه نیز وجود داشت تا جایی که درصد جوانه‌زنی روزانه در تیمار خشکی ۱/۲- مگا  
۱۷۲ پاسکال، یک‌سوم تیمار شاهد بود. شاخص سرعت جوانه‌زنی با افزایش میزان خشکی روند کاهشی داشت و تا جایی که  
۱۷۳ این شاخص در سطح خشکی صفر مگا پاسکال، برابر ۱/۴ ریزوم در روز بود اما در سطح خشکی ۱/۲- مگا پاسکال این  
۱۷۴ مقدار به ۰/۲ جوانه در روز تقلیل پیدا کرد. [احمد و همکاران \(۲۰۰۸\)](#) اعلام کردند که گیاه قمیش طیف گسترده‌ای از  
۱۷۵ شرایط اکولوژیکی از جمله خشکی را تحمل می‌کند و گزارش شده است که در همه انواع خاک‌ها، از رس‌های سنگین  
۱۷۶ گرفته تا ماسه‌های سست و خاک‌های شنی، رشد می‌کند. نی قمیش اغلب در مجاورت رودخانه‌ها و مکانهایی که  
۱۷۷ خاک‌هایی با قابلیت دسترسی بالا به آب رشد میکند و همین موجب میشود که این گونه گیاهان در معرض تنش‌های  
۱۷۸ خشکی بیشتر آسیب ببینند ([Valli et al., 2017](#)). افزایش میزان خشکی همچنین منجر به کاهش شاخص سرعت  
۱۷۹ جوانه‌زنی موزون شده شد. نتایج نشان داد که با افزایش شوری از مقدار صفر دسی زیمنس در تیمار شاهد به مقدار ۱۶  
۱۸۰ دسی زیمنس منجر به کاهش تمامی شاخص‌های اندازه‌گیری شده شد؛ این مقادیر با افزایش میزان خشکی نیز کاهش  
۱۸۱ پیدا کرد اما در مقدار کم خشکی (تیمار شاهد) اختلاف بین بیشترین در صد جوانه‌زنی با کمترین آن ۴۰ در صد بود در  
۱۸۲ حالیکه با افزایش سطح خشکی میزان اختلاف بین بیشترین در صد جوانه‌زنی و کمترین در صد جوانه‌زنی در سطوح  
۱۸۳ مختلف شوری کاهش پیدا کرد. این نتیجه در سایر شاخص‌های اندازه‌گیری شده نیز وجود داشت و در صد جوانه‌زنی  
۱۸۴ روزانه، شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی موزون شده نیز در سطوح کم خشکی اختلاف بیشتری را  
۱۸۵ با افزایش میزان شوری نشان دادند.



شکل ۱: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۵ درجه سانتی‌گراد  
 Figure 1: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 5 °C

۱۸۶  
 ۱۸۷  
 ۱۸۸  
 ۱۸۹  
 ۱۹۰ روند درصد جوانه‌زنی ریزوم قمیش تحت تیمار شوری و خشکی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (شکل-۱) نشان داد که با  
 ۱۹۱ افزایش میزان خشکی علاوه بر اینکه درصد جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند، تفاوت بین سطوح شوری نیز غیر معنی‌دار  
 ۱۹۲ می‌گردند، به معنی دیگر با افزایش خشکی معنی‌داری سطوح شوری کاهش پیدا می‌کند که این نشان می‌دهد رویش  
 ۱۹۳ جوانه ریزوم قمیش نسبت به تنش خشکی بیشتر آسیب‌پذیر است. با توجه به اینکه ریزوم های استفاده‌شده در این آزمایش  
 ۱۹۴ معمولاً ریزوم های جوان یک‌ساله بود، نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که قمیش می‌تواند به دلیل کمبود رطوبت در طول  
 ۱۹۵ سال اول به‌طورجدی کاهش رشد را نشان دهد و تحت تأثیر تنش خشکی قرار گیرد، اما خشک‌سالی آسیب زیادی به  
 ۱۹۶ ریزوم های دو تا سه‌ساله وارد نمی‌کند؛ نی قمیش در کوتاه مدت و در شرایط خشک‌سالی کاهش زیست توده را نشان  
 ۱۹۷ میدهد (Haworth et al., 2017)، با این حال نی قمیش برخلاف سایر گیاهان رشد کرده در شرایط دیم که زیست توده  
 ۱۹۸ کمتری را نسبت به گیاهان آبی تولید می‌کنند، اختلاف معنی‌داری را با تنشهای جزئی خشکی در تولید زیست توده  
 ۱۹۹ نشان نمی‌دهد (Cosentino et al., 2016; Haworth et al., 2017).

۲۰۰ نتایج تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر رویش جوانه‌های ریزوم قمیش در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد (جدول-۳)

۲۰۱ نشان داد که در این دما نیز با افزایش میزان شوری و خشکی درصد رویش جوانه‌ها کاهش پیدا کرد.

۲۰۲  
۲۰۳ جدول-۳: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت

۲۰۴ جوانه‌زنی تعدیل شده در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد

۲۰۵ Table 3: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP), germination percentage day (GPD),  
۲۰۶ germination rate index (GRI) and Weighted Germination Rate Index (WGRI) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 10 ° C

سطح خشکی	سطح شوری (دسی)	درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص سرعت	شاخص سرعت جوانه‌زنی
(مگا پاسکال)	زیمنس بر متر)	(%)	روزانه (%)	جوانه‌زنی (ریزوم در روز	موزون شده (ریزوم در روز <sup>-۱</sup> )
Drought level(MPa)	Salinity level(dS.m)	SP	GPD	( <sup>-۱</sup> )	WGRI (seedling day <sup>-1</sup> )
GRI (seedling day <sup>-1</sup> )					
0	0	28 (3.2) <sup>a</sup>	2.15 (0.11) <sup>a</sup>	2.212 (0.02) <sup>a</sup>	0.61 (0.01) <sup>a</sup>
0	4	28 (3.3) <sup>a</sup>	2.15 (0.12) <sup>a</sup>	1.82 (0.02) <sup>b</sup>	0.5096 (0.01) <sup>b</sup>
0	8	24 (2.4) <sup>b</sup>	1.71 (0.09) <sup>b</sup>	1.992 (0.02) <sup>b</sup>	0.4776 (0.008) <sup>b</sup>
0	12	20 (2.1) <sup>c</sup>	1.81 (0.1) <sup>b</sup>	1.7 (0.02) <sup>bc</sup>	0.34 (0.007) <sup>c</sup>
0	16	16 (2.1) <sup>d</sup>	1.33 (0.09) <sup>c</sup>	0.96 (0.01) <sup>de</sup>	0.1536 (0.004) <sup>e</sup>
0.4	0	28 (2.5) <sup>a</sup>	2.0 (0.11) <sup>a</sup>	2.464 (0.02) <sup>a</sup>	0.68992 (0.003) <sup>a</sup>
0.4	4	26 (2.4) <sup>ab</sup>	2.0 (0.012) <sup>a</sup>	2.08 (0.02) <sup>a</sup>	0.5408 (0.002) <sup>b</sup>
0.4	8	20 (2.2) <sup>c</sup>	1.53 (0.08) <sup>bc</sup>	1.52 (0.01) <sup>c</sup>	0.304 (0.001) <sup>c</sup>
0.4	12	18 (2) <sup>cd</sup>	1.28 (0.07) <sup>c</sup>	1.332 (0.01) <sup>cd</sup>	0.23976 (0.001) <sup>d</sup>
0.4	16	16 (1.9) <sup>d</sup>	1.33 (0.07) <sup>c</sup>	1.378 (0.01) <sup>cd</sup>	0.2205 (0.001) <sup>d</sup>
0.8	0	24 (2.1) <sup>b</sup>	2.0 (0.09) <sup>a</sup>	1.752 (0.01) <sup>bc</sup>	0.42048 (0.003) <sup>bc</sup>
0.8	4	24 (2.1) <sup>b</sup>	1.71 (0.09) <sup>b</sup>	1.848 (0.02) <sup>b</sup>	0.44352 (0.004) <sup>bc</sup>
0.8	8	16 (2.1) <sup>d</sup>	1.33 (0.09) <sup>c</sup>	1.28 (0.01) <sup>d</sup>	0.2048 (0.002) <sup>d</sup>
0.8	12	12 (1.2) <sup>e</sup>	1.0 (0.05) <sup>d</sup>	0.936 (0.01) <sup>de</sup>	0.11232 (0.001) <sup>e</sup>
0.8	16	10 (1.1) <sup>ef</sup>	0.83 (0.04) <sup>de</sup>	0.72 (0.01) <sup>e</sup>	0.072 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	0	16 (1.5) <sup>d</sup>	1.14 (0.08) <sup>dc</sup>	1.056 (0.02) <sup>de</sup>	0.16896 (0.001) <sup>e</sup>
1.2	4	14 (1.1) <sup>ed</sup>	1.16 (0.07) <sup>dc</sup>	0.952 (0.02) <sup>de</sup>	0.13328 (0.001) <sup>e</sup>
1.2	8	12 (1) <sup>e</sup>	1.09 (0.07) <sup>d</sup>	0.744 (0.01) <sup>e</sup>	0.08928 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	12	10 (0.9) <sup>ef</sup>	0.76 (0.04) <sup>e</sup>	0.62 (0.01) <sup>ef</sup>	0.062 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	16	6 (0.8) <sup>f</sup>	0.5 (0.02) <sup>ef</sup>	0.36 (0.01) <sup>g</sup>	0.0216 (0.001) <sup>fg</sup>

۲۰۷ میانگین‌های درون هر ستون که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. داده‌های داخل پرانتز خطای معیار میانگین می‌باشد.

۲۰۸ The means within the column followed by different letters differ significantly at p≤0.05 level (FLSD test). The values in parenthesis are  
۲۰۹ standard error of the means.

۲۱۰  
۲۱۱ با توجه به نتایج جدول-۳ در شرایطی که تیمار خشکی اعمال نشود (صفر مگا پاسکال) با افزایش میزان شوری درصد

۲۱۲ جوانه‌زنی کاهش پیدا می‌کند به نحوی که در شوری صفر دسی زیمنس در شرایط عدم وجود خشکی میزان جوانه‌زنی ۲۸

۲۱۳ در صد می‌باشد و با افزایش میزان شوری این مقدار به ۱۶ در صد کاهش پیدا می‌کند به عبارتی میزان کاهش در صد

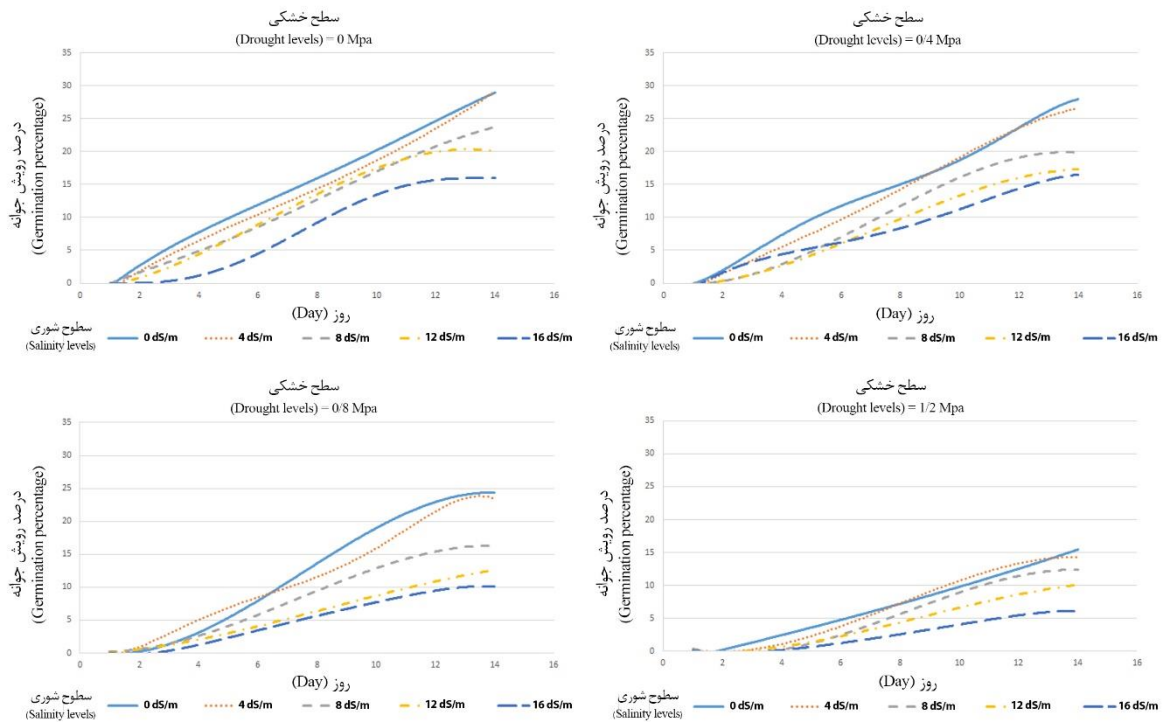
۲۱۴ جوانه‌زنی در این حالت ۵۷ در صد بود، این شرایط در سایر سطوح خشکی نیز به همین صورت بود با این تفاوت که با

۲۱۵ افزایش سطح خشکی میزان کاهش جوانه‌زنی بین کمترین و بیشترین سطح شوری روند کاهشی داشت؛ در سطح

۲۱۶ خشکی ۰/۴ مگا پاسکال با افزایش میزان شوری، میزان جوانه‌زنی نیز ۵۷ در صد کاهش پیدا کرد و در سطوح خشکی

۲۱۷ ۰/۸ و ۱/۲ مگا پاسکال این مقدار به ترتیب ۴۱ و ۳۷/۵ در صد بود، این نتایج نشان می‌دهد که تأثیر شوری نسبت به

۲۱۸ خشکی بر درصد جوانه‌زنی در ریزوم قمیش در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشهودتر است.



شکل-۲: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد  
 Figure 2: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 10 °C

۲۱۹  
 ۲۲۰  
 ۲۲۱  
 ۲۲۲

۲۲۳ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی ریزوم قمیش با افزایش تنش شوری کاهش پیدا کرد (شکل-۲) اما  
 ۲۲۴ اختلاف بین تیمار شاهد و تیمار ۴ دسی زمینس در سطوح مختلف تنش خشکی اخلاف معنی‌داری را به هم‌دیگر نشان  
 ۲۲۵ نداد در حالیکه سایر سطوح تنش شوری اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر در شرایط افزایش تنش خشکی نشان دادند؛  
 ۲۲۶ این امر نشان می‌دهد که ریزوم قمیش با افزایش میزان دمای محیط تا حدودی به تنش مختصر شوری مقاومت نشان  
 ۲۲۷ می‌دهد در حالیکه نسبت به تنش خشکی حساس است.

۲۲۸ با توجه به نتایج جدول-۴، رویش جوانه‌های ریزوم قمیش در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از سایر دماها اتفاق افتاد  
 ۲۲۹ به‌نحوی که بیشترین میزان درصد جوانه مربوط به تیمار شاهد در این دما به میزان ۷۴ درصد و کمترین مقدار آن مربوط  
 ۲۳۰ به تیمار حداکثر شوری و خشکی به میزان ۱۸ درصد بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری  
 ۲۳۱ بین تیمارهای خشکی در شرایط ثابت بودن میزان شوری وجود دارد و با افزایش میزان خشکی، درصد جوانه کاهش  
 ۲۳۲ پیدا می‌کند و این اختلاف بین تیمارها معنی‌دار است. همچنین برای تیمارهای شوری نیز در شرایط ثابت بودن میزان  
 ۲۳۳ خشکی اختلاف معنی‌داری در میزان درصد جوانه‌زنی با افزایش میزان شوری وجود دارد. این نتایج نشان می‌دهد گیاه

۲۳۴ قمیش در دما ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای رویش جوانه‌ها تحت تأثیر میزان خشکی و شوری خاک به یک‌میزان قرار  
 ۲۳۵ می‌گیرد.

۲۳۶

۲۳۷ جدول ۴: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت  
 ۲۳۸ جوانه‌زنی تعدیل‌شده در کشت ریزوم‌های قمیش در شرایط دمایی ۱۵ درجه سانتی‌گراد

۲۳۹ Table 4: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP), germination percentage day (GPD),  
 ۲۴۰ germination rate index (GRI) and Weighted Germination Rate Index (WGRI) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 15 ° C

سطح خشکی	سطح شوری (دسی)	درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص سرعت	شاخص سرعت جوانه‌زنی
(مگا پاسکال)	زیمنس بر متر)	(%)	(%) روزانه	جوانه‌زنی (ریزوم در روز	موزون شده (ریزوم در روز <sup>-۱</sup> )
Drought level(MPa)	Salinity level(dS.m)	SP	GPD	( <sup>-۱</sup> )	WGRI (seedling day <sup>-1</sup> )
GRI (seedling day <sup>-1</sup> )					
0	0	74 (3) <sup>a</sup>	5.28 (0.1) <sup>a</sup>	5.254 (0.11) <sup>a</sup>	3.887 (0.009) <sup>a</sup>
0	4	70 (2.8) <sup>a</sup>	5.0 (0.08) <sup>ab</sup>	4.62 (0.1) <sup>b</sup>	3.234 (0.007) <sup>b</sup>
0	8	60 (2.1) <sup>b</sup>	4.28 (0.09) <sup>bc</sup>	3.78 (0.09) <sup>c</sup>	2.268 (0.006) <sup>cd</sup>
0	12	40 (2) <sup>c</sup>	2.85 (0.07) <sup>d</sup>	2.64 (0.06) <sup>d</sup>	1.056 (0.002) <sup>ef</sup>
0	16	30 (1.5) <sup>d</sup>	2.14 (0.06) <sup>de</sup>	1.86 (0.03) <sup>e</sup>	0.558 (0.001) <sup>f</sup>
0.4	0	70 (3.2) <sup>a</sup>	5.38 (0.12) <sup>a</sup>	4.848 (0.09) <sup>ab</sup>	3.393 (0.008) <sup>a</sup>
0.4	4	62 (2.6) <sup>b</sup>	4.42 (0.1) <sup>bc</sup>	4.278 (0.08) <sup>bc</sup>	2.652 (0.006) <sup>c</sup>
0.4	8	56 (2.2) <sup>bc</sup>	4.0 (0.09) <sup>c</sup>	3.649 (0.05) <sup>c</sup>	2.043 (0.003) <sup>d</sup>
0.4	12	36 (2) <sup>c</sup>	2.57 (0.03) <sup>d</sup>	2.415 (0.04) <sup>d</sup>	0.869 (0.001) <sup>ef</sup>
0.4	16	26 (1.9) <sup>d</sup>	2.0 (0.03) <sup>e</sup>	1.713 (0.02) <sup>e</sup>	0.445 (0.001) <sup>f</sup>
0.8	0	60 (2.7) <sup>b</sup>	4.61 (0.1) <sup>b</sup>	4.6 (0.07) <sup>b</sup>	2.76 (0.004) <sup>c</sup>
0.8	4	50 (2.1) <sup>c</sup>	3.84 (0.08) <sup>cd</sup>	3.645 (0.07) <sup>c</sup>	1.822 (0.002) <sup>de</sup>
0.8	8	36 (2) <sup>d</sup>	2.57 (0.04) <sup>d</sup>	2.617 (0.04) <sup>d</sup>	0.942 (0.001) <sup>ef</sup>
0.8	12	26 (1.8) <sup>e</sup>	2.0 (0.05) <sup>e</sup>	1.828 (0.02) <sup>e</sup>	0.475 (0.001) <sup>f</sup>
0.8	16	20 (1.5) <sup>ef</sup>	1.53 (0.03) <sup>ef</sup>	1.369 (0.01) <sup>f</sup>	0.273 (0.001) <sup>fg</sup>
1.2	0	50 (2.2) <sup>c</sup>	3.84 (0.05) <sup>cd</sup>	3.605 (0.04) <sup>c</sup>	1.802 (0.004) <sup>de</sup>
1.2	4	40 (2.1) <sup>c</sup>	3.07 (0.06) <sup>d</sup>	2.928 (0.03) <sup>cd</sup>	1.171 (0.003) <sup>ef</sup>
1.2	8	30 (2) <sup>d</sup>	2.14 (0.03) <sup>de</sup>	1.943 (0.02) <sup>e</sup>	0.582 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	12	22 (1.3) <sup>e</sup>	1.69 (0.02) <sup>e</sup>	1.24 (0.01) <sup>f</sup>	0.272 (0.001) <sup>g</sup>
1.2	16	18 (1) <sup>f</sup>	1.38 (0.01) <sup>f</sup>	1.113 (0.01) <sup>fg</sup>	0.2 (0.001) <sup>g</sup>

۲۴۱ میانگین‌های درون هر ستون که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. داده‌های داخل پرانتز خطای معیار میانگین می‌باشد.  
 ۲۴۲ The means within the column followed by different letters differ significantly at p≤0.05 level (FLSD test). The values in parenthesis are  
 ۲۴۳ standard error of the means.

۲۴۴

۲۴۵ سرعت جوانه‌زنی ریزوم قمیش در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد (جدول ۴) با افزایش میزان تنش‌ها کاهش یافت، اما روند

۲۴۶ کاهش این شاخص در تیمار خشکی بیشتر از تیمار شوری بود به نحوی که با افزایش تنش شوری در هر یک از سطوح

۲۴۷ تنش خشکی شاخص سرعت جوانه‌زنی به میزان تقریباً ۳۳ درصد کاهش پیدا کرد اما همین حالت با افزایش تنش

۲۴۸ خشکی در هر یک از سطوح تنش شوری تقریباً ۶۴ درصد بود. این آمار نشان می‌دهد که گیاه قمیش در دمایی که

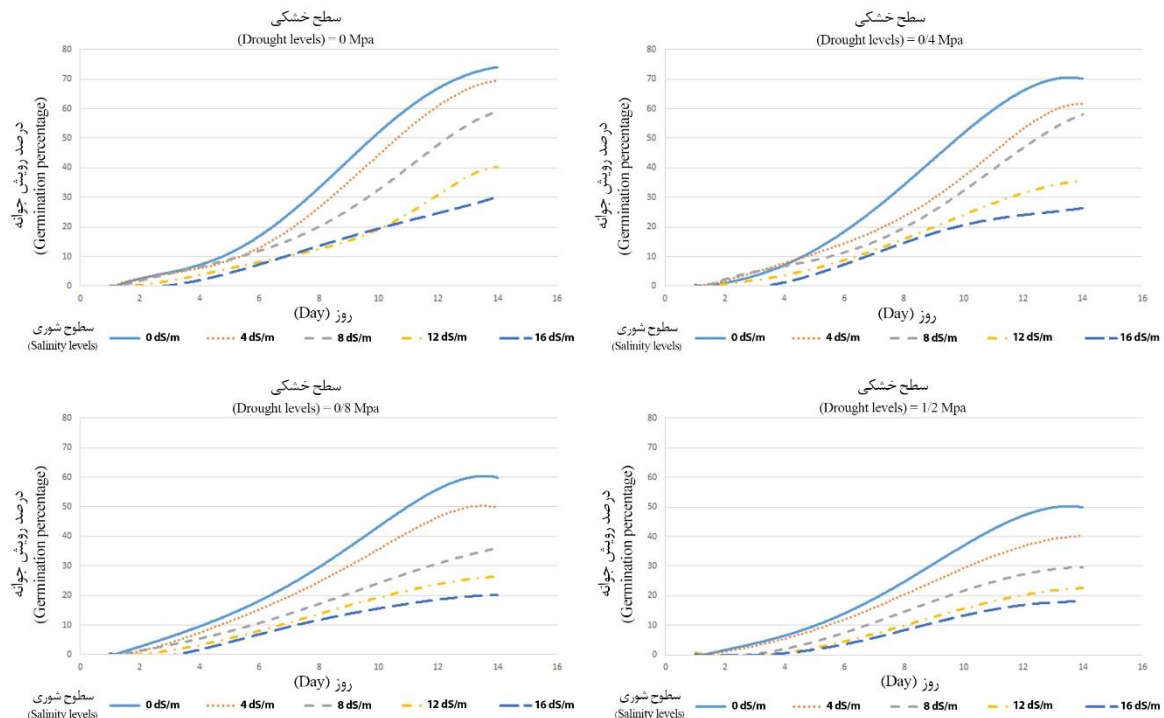
۲۴۹ بیشترین رویش جوانه را دارد، افزایش تنش خشکی توانسته است با شدت بیشتری سرعت جوانه‌زنی آن را محدود نماید.

۲۵۰ توانایی قمیش برای تحمل یا حتی رشد خوب در شرایط خشک‌سالی شدید به دلیل ایجاد ریزوم‌های درشت و مقاوم به

۲۵۱ خشکی و ریشه‌های عمیق است که می‌توانند در عمق به رطوبت برسند. *A. donax* می‌تواند در دمای بسیار پایین در

۲۵۲ زمان خواب زنده بماند ولی با شروع جوانه‌زنی به شدت به خشکی و دما حساس می‌گردد و به راحتی جوانه‌زنی آن تحت

۲۵۳ تأثیر میزان آب در دسترس و دمای محیط است (Fuller and Barbe, 1985).



۲۵۴ شکل-۳: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۱۵ درجه سانتی‌گراد  
۲۵۵ Figure 3: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP) in cultivation of *Adonax* rhizomes at 15 °C  
۲۵۶  
۲۵۷

۲۵۸ در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد تیمار ۸ دسی زمینس سطح شوری در تیمار شاهد و تیمار ۰/۴ مگا پاسکال سطح خشکی  
۲۵۹ اختلاف کمی با تیمار شاهد و ۴ دسی زمینس سطح شوری نشان داد (شکل-۳) در حالیکه همین تیمار در دمای ۱۰ درجه  
۲۶۰ سانتی‌گراد همچون سطوح تنش شدید شوری اختلاف زیادی را با سطح شاهد و ۴ دسی زمینس داشت. این روند بیانگر  
۲۶۱ این موضوع خواهد بود که احتمالاً ریزوم قمیش با افزایش دمای خاک و در دمای بهینه جوانه‌زنی نسبت به تنش شوری  
۲۶۲ مقاوم‌تر خواهد شد.

۲۶۳ میزان رویش جوانه‌های ریزوم قمیش در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و در شرایط وجود تنش شوری و خشکی نشان از  
۲۶۴ کاهش درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی موزون شده داشت (جدول-  
۲۶۵ ۵). در این شرایط دمایی بیشترین میزان جوانه‌زنی ۶۶ درصد بود که با جوانه‌زنی در شرایط دمایی ۱۵ درجه سانتی‌گراد  
۲۶۶ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد، همچنین در سایر سطوح تنش شوری و خشکی در شرایط دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد  
۲۶۷ اختلاف معنی‌داری با شرایط دمایی ۱۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده نشد در حالی که با سایر شرایط دمایی اختلاف معنی‌داری

۲۶۸ داشت که این نشان می‌دهد دمای بهینه برای رویش جوانه‌های ریزوم قمیش بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

۲۶۹ در همین رابطه [آلواردو و بردفورد \(۲۰۰۲\)](#)، اذعان کردند که دماهای کمینه (دمای پایه)، بیشینه (دمای سقف)، دماهایی

۲۷۰ هستند که به ترتیب پایین‌تر و بالاتر از آن‌ها جوانه‌زنی اتفاق نمی‌افتد، درحالی‌که دمای بهینه دمایی است که حداکثر

۲۷۱ سرعت جوانه‌زنی در آن اتفاق می‌افتد.

۲۷۲

۲۷۳

۲۷۴ جدول-۵: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت

۲۷۵ جوانه‌زنی تعدیل‌شده درکشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد

۲۷۶ Table 5: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP), germination percentage day (GPD),  
 ۲۷۷ germination rate index (GRI) and Weighted Germination Rate Index (WGRI) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 20 ° C

سطح خشکی	سطح شوری (دسی)	درصد جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص سرعت	شاخص سرعت جوانه‌زنی
(مگا پاسکال)	زیمنس بر متر)	(%)	روزانه (%)	جوانه‌زنی (ریزوم در روز	موزون شده (ریزوم در روز <sup>-۱</sup> )
Drought level(MPa)	Salinity level(dS.m)	SP	GPD	( <sup>-۱</sup> )	WGRI (seedling day <sup>-1</sup> )
GRI (seedling day <sup>-1</sup> )					
0	0	66 (3.1) <sup>a</sup>	5.07 (0.1) <sup>a</sup>	5.125 (0.12) <sup>a</sup>	3.382 (0.01) <sup>a</sup>
0	4	60 (3) <sup>ab</sup>	4.61 (0.1) <sup>ab</sup>	4.176 (0.11) <sup>b</sup>	2.505 (0.01) <sup>b</sup>
0	8	44 (2.4) <sup>cd</sup>	3.38 (0.08) <sup>cd</sup>	3.116 (0.1) <sup>c</sup>	1.371 (0.009) <sup>c</sup>
0	12	32 (2) <sup>cd</sup>	2.46 (0.06) <sup>d</sup>	2.079 (0.1) <sup>d</sup>	0.665 (0.008) <sup>d</sup>
0	16	22 (2) <sup>f</sup>	1.69 (0.04) <sup>e</sup>	1.497 (0.08) <sup>de</sup>	0.329 (0.003) <sup>e</sup>
0.4	0	62 (3.3) <sup>a</sup>	4.42 (0.09) <sup>ab</sup>	4.893 (0.11) <sup>a</sup>	3.034 (0.04) <sup>a</sup>
0.4	4	54 (3.1) <sup>b</sup>	3.85 (0.07) <sup>c</sup>	3.808 (0.09) <sup>b</sup>	2.056 (0.0) <sup>bc</sup>
0.4	8	42 (2.6) <sup>cd</sup>	3.0 (0.06) <sup>d</sup>	3.136 (0.09) <sup>c</sup>	1.317 (0.01) <sup>c</sup>
0.4	12	30 (2.3) <sup>e</sup>	2.3 (0.03) <sup>de</sup>	2.051 (0.08) <sup>d</sup>	0.615 (0.01) <sup>d</sup>
0.4	16	22 (2) <sup>f</sup>	1.69 (0.03) <sup>e</sup>	1.486 (0.04) <sup>de</sup>	0.327 (0.01) <sup>e</sup>
0.8	0	54 (3.4) <sup>b</sup>	4.15 (0.08) <sup>b</sup>	4.373 (0.08) <sup>b</sup>	2.361 (0.02) <sup>b</sup>
0.8	4	48 (3) <sup>c</sup>	3.69 (0.07) <sup>c</sup>	3.72 (0.07) <sup>bc</sup>	1.785 (0.01) <sup>bc</sup>
0.8	8	36 (2.7) <sup>cd</sup>	2.57 (0.06) <sup>d</sup>	2.815 (0.05) <sup>cd</sup>	1.013 (0.01) <sup>c</sup>
0.8	12	26 (2.2) <sup>e</sup>	2.0 (0.05) <sup>e</sup>	1.842 (0.03) <sup>d</sup>	0.479 (0.004) <sup>e</sup>
0.8	16	20 (2) <sup>f</sup>	1.53 (0.03) <sup>e</sup>	1.361 (0.01) <sup>de</sup>	0.272 (0.004) <sup>ef</sup>
1.2	0	48 (3) <sup>c</sup>	3.69 (0.07) <sup>c</sup>	3.516 (0.08) <sup>bc</sup>	1.687 (0.003) <sup>bc</sup>
1.2	4	40 (2.6) <sup>d</sup>	3.07 (0.07) <sup>d</sup>	2.922 (0.07) <sup>c</sup>	1.168 (0.003) <sup>cd</sup>
1.2	8	30 (2.1) <sup>e</sup>	2.14 (0.04) <sup>de</sup>	1.961 (0.05) <sup>d</sup>	0.588 (0.002) <sup>d</sup>
1.2	12	22 (1.8) <sup>f</sup>	1.69 (0.02) <sup>e</sup>	1.383 (0.03) <sup>e</sup>	0.304 (0.001) <sup>e</sup>
1.2	16	16 (1.3) <sup>ef</sup>	1.23 (0.02) <sup>f</sup>	1.013 (0.03) <sup>ef</sup>	0.162 (0.001) <sup>f</sup>

۲۷۸ میانگین‌های درون هر ستون که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. داده‌های داخل پرانتز خطای معیار میانگین می‌باشد.

۲۷۹ The means within the column followed by different letters differ significantly at p≤0.05 level (FLSD test). The values in parenthesis are

۲۸۰ standard error of the means.

۲۸۱

۲۸۲ نتایج حاصل از تأثیر تنش شوری و خشکی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (جدول-۵)، نشان از افت جوانه‌زنی با افزایش

۲۸۳ میزان تنش‌ها داشت و با افزایش تنش شوری و خشکی به صورت جداگانه، میزان شاخص‌های اندازه‌گیری شده کاهش

۲۸۴ پیدا کرد. با این حال در این دما، همانند دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، افزایش تنش خشکی بیش از افزایش تنش شوری

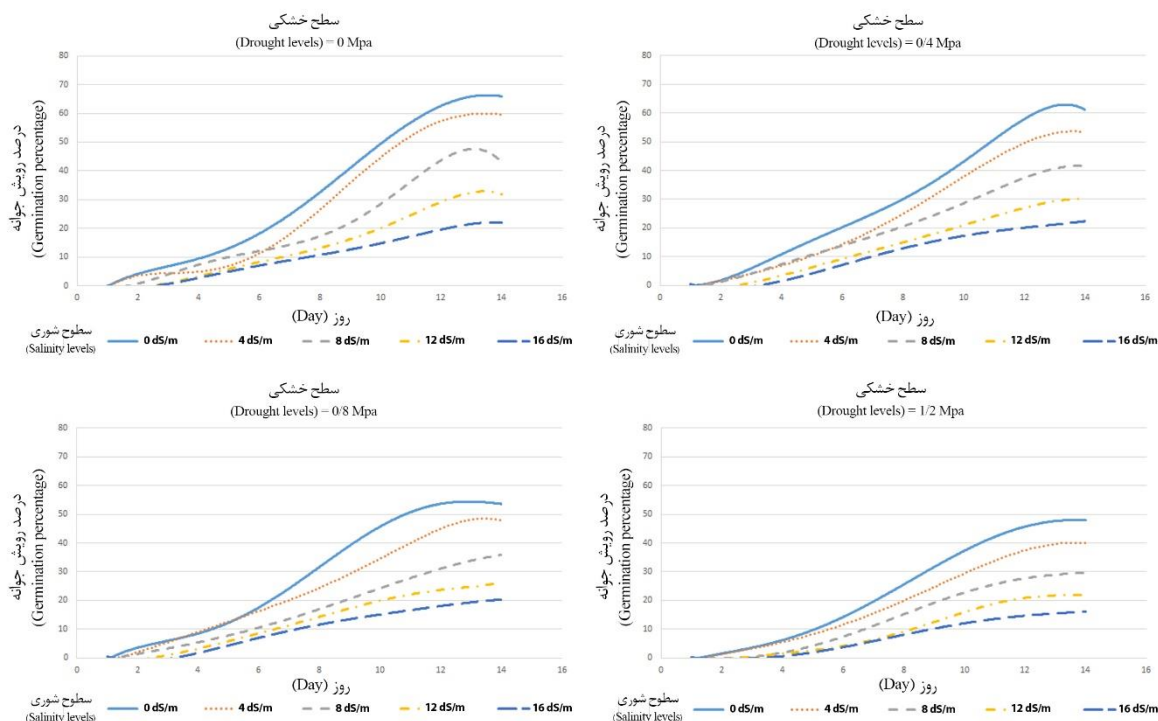
۲۸۵ توانست منجر به افت شاخص‌های اندازه‌گیری شده شود. با افزایش تنش خشکی در این دما میزان افت سرعت

۲۸۶ جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی به‌طور متوسط ۶۶ درصد کاهش را نشان داد ولی افزایش تنش شوری تنها



۲۸۷ توانست منجر به افت ۳۰ درصدی شاخص‌های اندازه‌گیری شده شود که این امر تأکید بر تأثیر بیشتر تنش خشکی بر

۲۸۸ جوانه‌زنی ریزوم این گیاه نسبت به تنش شوری در دمای بهینه جوانه‌زنی دارد.



۲۸۹ شکل-۴: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد  
۲۹۰ Figure 4: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 20 °C  
۲۹۱  
۲۹۲

۲۹۳ افزایش تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی ریزوم قمیش در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تأثیر منفی نشان داد (شکل-۴) و

۲۹۴ برخلاف دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد که حاکی از مقاومت نسبی ریزوم قمیش به تنش جزئی شوری بود در این دما با

۲۹۵ افزایش تنش شوری درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری را در همه سطوح در شرایط افزایش تنش خشکی نشان داد.

۲۹۶ به عبارت دیگر ریزوم قمیش فقط در دمای بهینه جوانه‌زنی تا حدی به تنش شوری مقاومت نشان می‌دهد و افزایش دما

۲۹۷ تأثیر مثبتی بر این روند نخواهد داشت. حفظ عملکرد تولیدی *A. donax* در شرایط تنش خشکی ممکن است به یک

۲۹۸ سیستم ریشه گسترده مرتبط باشد که امکان دسترسی به آب در عمق خاک را فراهم می‌کند (Mann et al., 2013).

۲۹۹ تنظیم رفتار فیزیولوژیکی روزه برای بهینه سازی راندمان مصرف آب (WUE) تحت طیف وسیعی از شرایط رشد و

۳۰۰ اصلاح انتشار آنتی اکسیدان های محافظ مانند ترکیبات آلی فرار می باشد (Haworth et al., 2017).



۳۰۱ افزایش دما بیش از دمای بهینه جوانه‌زنی منجر به کاهش میزان جوانه‌زنی می‌گردد. وقتی ریزوم های گیاه قمیش در  
 ۳۰۲ شرایط دمایی ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، افت شدیدی را در میزان در صد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و  
 ۳۰۳ دیگر شاخص‌های اندازه‌گیری شده نشان دادند (جدول ۶- و جدول ۷-).

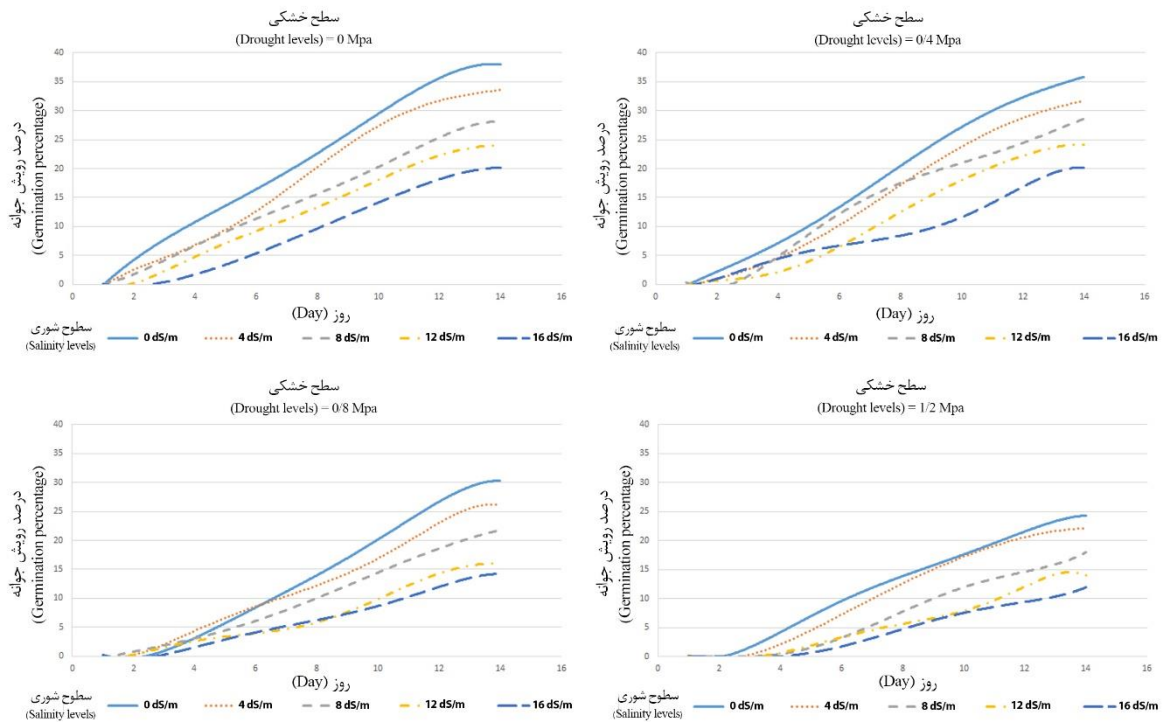
۳۰۴  
 ۳۰۵ جدول ۶- تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت  
 ۳۰۶ جوانه‌زنی تعدیل شده در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد

۳۰۷ Table 6: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP), germination percentage day (GPD),  
 ۳۰۸ germination rate index (GRI) and Weighted Germination Rate Index (WGRI) in cultivation of *A.donax* rhizomes at 25 ° C

سطح خشکی (مگا پاسکال)	سطح شوری (دسی زیمنس بر متر)	درصد جوانه‌زنی (%)	درصد جوانه‌زنی روزانه (%)	شاخص سرعت	
				جوانه‌زنی (ریزوم در روز ( <sup>-1</sup> )	شاخص سرعت جوانه‌زنی موزون شده (ریزوم در روز <sup>-1</sup> ) WGRI (seedling day <sup>-1</sup> )
Drought level(MPa)	Salinity level(dS.m)	SP	GPD	GRI (seedling day <sup>-1</sup> )	
0	0	38 (2) <sup>a</sup>	2.92 (0.09) <sup>a</sup>	3.657 (0.11) <sup>a</sup>	1.389 (0.01) <sup>a</sup>
0	4	34 (1.8) <sup>ab</sup>	2.42 (0.06) <sup>b</sup>	2.903 (0.1) <sup>b</sup>	0.987 (0.008) <sup>b</sup>
0	8	28 (1.6) <sup>bc</sup>	2.15 (0.04) <sup>c</sup>	2.446 (0.1) <sup>c</sup>	0.685 (0.006) <sup>c</sup>
0	12	24 (1.5) <sup>c</sup>	1.84 (0.03) <sup>d</sup>	1.878 (0.08) <sup>d</sup>	0.45 (0.004) <sup>d</sup>
0	16	20 (1.4) <sup>cd</sup>	1.53 (0.03) <sup>e</sup>	1.322 (0.06) <sup>e</sup>	0.264 (0.003) <sup>e</sup>
0.4	0	36 (2.1) <sup>a</sup>	2.57 (0.08) <sup>ab</sup>	3.004 (0.1) <sup>ab</sup>	1.081 (0.009) <sup>b</sup>
0.4	4	32 (2) <sup>b</sup>	2.28 (0.07) <sup>bc</sup>	2.386 (0.09) <sup>c</sup>	0.763 (0.007) <sup>bc</sup>
0.4	8	28 (2) <sup>bc</sup>	2.15 (0.06) <sup>c</sup>	2.166 (0.07) <sup>cd</sup>	0.606 (0.006) <sup>c</sup>
0.4	12	24 (1.5) <sup>c</sup>	1.84 (0.04) <sup>d</sup>	1.684 (0.05) <sup>de</sup>	0.404 (0.004) <sup>d</sup>
0.4	16	20 (1.3) <sup>cd</sup>	1.53 (0.04) <sup>e</sup>	1.548 (0.04) <sup>de</sup>	0.309 (0.003) <sup>de</sup>
0.8	0	30 (1.9) <sup>ab</sup>	2.3 (0.07) <sup>ab</sup>	2.031 (0.04) <sup>cd</sup>	0.609 (0.007) <sup>c</sup>
0.8	4	26 (1.6) <sup>c</sup>	2.0 (0.06) <sup>b</sup>	1.89 (0.03) <sup>d</sup>	0.491 (0.005) <sup>d</sup>
0.8	8	22 (1.2) <sup>cd</sup>	1.57 (0.04) <sup>e</sup>	1.559 (0.03) <sup>de</sup>	0.343 (0.003) <sup>e</sup>
0.8	12	16 (1) <sup>d</sup>	1.23 (0.04) <sup>ef</sup>	1.12 (0.02) <sup>e</sup>	0.179 (0.002) <sup>f</sup>
0.8	16	14 (0.8) <sup>ed</sup>	1.07 (0.03) <sup>f</sup>	0.921 (0.02) <sup>ef</sup>	0.129 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	0	24 (1) <sup>c</sup>	1.84 (0.02) <sup>d</sup>	1.839 (0.02) <sup>d</sup>	0.441 (0.004) <sup>d</sup>
1.2	4	22 (1) <sup>cd</sup>	1.69 (0.02) <sup>de</sup>	1.532 (0.01) <sup>de</sup>	0.337 (0.003) <sup>de</sup>
1.2	8	18 (0.8) <sup>d</sup>	1.28 (0.01) <sup>ef</sup>	1.067 (0.01) <sup>ef</sup>	0.192 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	12	14 (0.7) <sup>ed</sup>	1.07 (0.01) <sup>f</sup>	0.842 (0.01) <sup>f</sup>	0.117 (0.001) <sup>fg</sup>
1.2	16	12 (0.6) <sup>e</sup>	0.85 (0.01) <sup>g</sup>	0.675 (0.01) <sup>fg</sup>	0.081 (0.001) <sup>g</sup>

۳۰۹ میانگین‌های درون هر ستون که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. داده‌های داخل پرانتز خطای معیار میانگین می‌باشد.  
 ۳۱۰ The means within the column followed by different letters differ significantly at p≤0.05 level (FLSD test). The values in parenthesis are  
 ۳۱۱ standard error of the means.

۳۱۲  
 ۳۱۳ با توجه به نتایج جدول ۶- جوانه‌زنی ریزوم قمیش با افزایش دما و افزایش تنش شوری و خشکی، کاهش پیدا کرد.  
 ۳۱۴ سرعت جوان زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی موزون شده اختلاف معنی‌داری را نسبت به نتایج حاصل از شرایط دمایی  
 ۳۱۵ پایین‌تر از دمای بهینه داشت؛ اختلاف معنی‌دار بین بی‌شینه و کمینه در صد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در این دما از  
 ۳۱۶ یک طرف و تفاوت سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی موزون شده از طرف دیگر نشان می‌دهد که رویش  
 ۳۱۷ ریزوم قمیش در دماهای بالاتر از دمای بهینه بیشتر و با سرعت سریع‌تری نسبت به دماهای پایین از دمای بهینه انجام  
 ۳۱۸ می‌شود، پس می‌توان گفت این گیاه دمای بالاتر خاک را برای افزایش جوانه‌زنی در شرایط وجود و عدم وجود تنش به  
 ۳۱۹ دماهای پایین‌تر ترجیح می‌دهد.



شکل-۵: تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد  
 Figure 5: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 25 °C

۳۲۰  
 ۳۲۱  
 ۳۲۲  
 ۳۲۳

۳۲۴ افزایش دمای خاک تأثیر مثبتی بر افزایش درصد جوانه‌زنی ریزوم قمیش نداشت اما توانست سرعت جوانه‌زنی آن را  
 ۳۲۵ افزایش دهد (شکل-۵). در این دما ریزوم قمیش با سرعت بیشتری به حداکثر میزان جوانه‌زنی خود دست پیدا کرد و  
 ۳۲۶ ۵۰ درصد حداکثر میزان جوانه‌زنی آن نسبت به سایر سطوح در مدت‌زمان کمتری پس از کشت تکمیل گردید. لذا این  
 ۳۲۷ امر نشان می‌دهد که با افزایش دما سرعت متابولیسم ریزوم علف‌های هرز در تکثیر غیرجنسی افزایش پیدا می‌کند و  
 ۳۲۸ همین امر منجر به افزایش سرعت رویش آن‌ها و افزایش رقابت آن‌ها با گیاهان زراعی در کشت هم‌زمان آنان دارد  
 ۳۲۹ (Guan et al., 2008). آزمایش جوانه‌زنی ریزوم قمیش در شرایط وجود تنش شوری و خشکی در دمای ۳۰ درجه  
 ۳۳۰ سانتی‌گراد (جدول-۷) نشان از کاهش بسیار زیاد درصد جوانه‌زنی و سایر شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی دارد و در این  
 ۳۳۱ دما نیز همچون دمای ۵ درجه سانتی‌گراد ریزوم های گیاه به‌خوبی جوانه‌زنی انجام ندادند. با توجه به اینکه نتایج نشان  
 ۳۳۲ داد جوانه‌زنی ریزوم قمیش در دماهای بالاتر بیشتر خواهد بود، اما سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی موزون  
 ۳۳۳ شده در این شرایط دمایی بسیار کم بود و این گیاه با سرعت خیلی کند، درصد رویش کمی را داشت.

۳۳۴

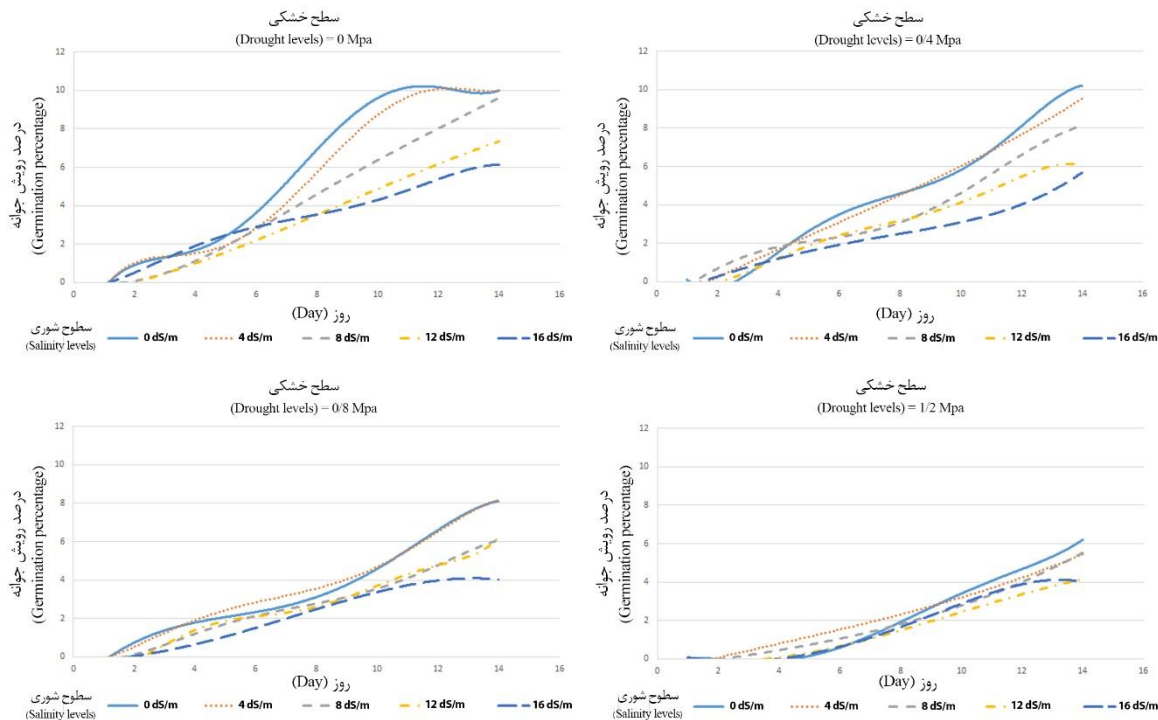
جدول ۷- تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی روزانه، شاخص سرعت جوانه‌زنی و شاخص سرعت جوانه‌زنی تعدیل شده در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد

Table 7: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP), germination percentage day (GPD), germination rate index (GRI) and Weighted Germination Rate Index (WGRI) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 30 ° C

سطح خشکی (مگا پاسکال) Drought level(MPa)	سطح شوری (دسی زیمنس بر متر) Salinity level(dS.m)	درصد جوانه‌زنی (%) SP	درصد جوانه‌زنی روزانه (%) GPD	شاخص سرعت جوانه‌زنی(ریزوم در روز) ( <sup>-1</sup> ) GRI (seedling day <sup>-1</sup> )	شاخص سرعت جوانه‌زنی موزون شده (ریزوم در روز <sup>-1</sup> ) WGRI (seedling day <sup>-1</sup> )
0	0	10 (1) <sup>a</sup>	1 (0.11) <sup>a</sup>	0.725 (0.01) <sup>a</sup>	0.072 (0.001) <sup>a</sup>
0	4	10 (1) <sup>a</sup>	0.9 (0.1) <sup>a</sup>	0.803 (0.01) <sup>a</sup>	0.08 (0.001) <sup>a</sup>
0	8	10 (1) <sup>a</sup>	0.71 (0.08) <sup>b</sup>	0.666 (0.008) <sup>ab</sup>	0.066 (0.001) <sup>ab</sup>
0	12	8 (0.8) <sup>b</sup>	0.57 (0.07) <sup>c</sup>	0.505 (0.006) <sup>b</sup>	0.04 (0.001) <sup>c</sup>
0	16	6 (0.5) <sup>c</sup>	0.5 (0.05) <sup>c</sup>	0.559 (0.007) <sup>b</sup>	0.033 (0.001) <sup>d</sup>
0.4	0	10 (0.8) <sup>a</sup>	0.76 (0.07) <sup>b</sup>	0.688 (0.008) <sup>ab</sup>	0.068 (0.001) <sup>ab</sup>
0.4	4	10 (0.9) <sup>a</sup>	0.71 (0.07) <sup>b</sup>	0.682 (0.008) <sup>ab</sup>	0.068 (0.001) <sup>ab</sup>
0.4	8	8 (0.7) <sup>b</sup>	0.61 (0.06) <sup>c</sup>	0.626 (0.007) <sup>b</sup>	0.05 (0.001) <sup>c</sup>
0.4	12	6 (0.4) <sup>c</sup>	0.5 (0.05) <sup>c</sup>	0.458 (0.005) <sup>c</sup>	0.027 (0.001) <sup>d</sup>
0.4	16	6 (0.4) <sup>c</sup>	0.42 (0.04) <sup>d</sup>	0.421 (0.005) <sup>c</sup>	0.025 (0.001) <sup>d</sup>
0.8	0	8 (0.6) <sup>b</sup>	0.61 (0.05) <sup>c</sup>	0.626 (0.007) <sup>b</sup>	0.05 (0.001) <sup>c</sup>
0.8	4	8 (0.6) <sup>b</sup>	0.61 (0.06) <sup>c</sup>	0.644 (0.008) <sup>b</sup>	0.051 (0.001) <sup>c</sup>
0.8	8	6 (0.5) <sup>c</sup>	0.46 (0.05) <sup>d</sup>	0.438 (0.006) <sup>c</sup>	0.026 (0.001) <sup>d</sup>
0.8	12	6 (0.5) <sup>c</sup>	0.46 (0.05) <sup>d</sup>	0.438 (0.006) <sup>c</sup>	0.026 (0.001) <sup>d</sup>
0.8	16	4 (0.4) <sup>d</sup>	0.4 (0.04) <sup>d</sup>	0.30 (0.004) <sup>d</sup>	0.012 (0.001) <sup>ef</sup>
1.2	0	6 (0.6) <sup>c</sup>	0.46 (0.05) <sup>d</sup>	0.319 (0.004) <sup>d</sup>	0.019 (0.001) <sup>e</sup>
1.2	4	6 (0.5) <sup>c</sup>	0.42 (0.04) <sup>d</sup>	0.371 (0.005) <sup>ed</sup>	0.022 (0.001) <sup>ed</sup>
1.2	8	6 (0.4) <sup>c</sup>	0.42 (0.04) <sup>d</sup>	0.329 (0.004) <sup>d</sup>	0.019 (0.001) <sup>e</sup>
1.2	12	4 (0.3) <sup>d</sup>	0.33 (0.03) <sup>e</sup>	0.226 (0.003) <sup>e</sup>	0.009 (0.001) <sup>f</sup>
1.2	16	4 (0.3) <sup>d</sup>	0.36 (0.04) <sup>ed</sup>	0.233 (0.002) <sup>e</sup>	0.009 (0.001) <sup>f</sup>

میانگین‌های درون هر ستون که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. داده‌های داخل پرانتز خطای معیار میانگین می‌باشد. The means within the column followed by different letters differ significantly at p≤0.05 level (FLSD test). The values in parenthesis are standard error of the means.

۳۳۹  
۳۴۰  
۳۴۱  
۳۴۲



۳۴۳  
۳۴۴  
۳۴۵  
۳۴۶

شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی در کشت ریزوم های قمیش در شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد  
Figure 6: Effect of different salinity and drought levels on Sprouting Percentage (SP) in cultivation of *A. donax* rhizomes at 30 ° C

۳۴۷ افزایش دمای کشت ریزوم قمیش (۳۰ درجه سانتی‌گراد) روند غیر متعارف و نا منظمی را در درصد جوانه‌زنی نشان داد  
 ۳۴۸ (شکل-۶): با این حال افزایش تنش خشکی منجر به این گردید که سطوح مختلف تنش شوری اختلاف غیر معنی‌داری  
 ۳۴۹ را نسبت به یکدیگر نشان دهند که همین امر حساسیت رویش این گیاه را نسبت به تنش خشکی بیش از پیش نشان  
 ۳۵۰ می‌دهد.

۳۵۱ نتایج برازش مدل لجستیک سه پارامتری، بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر درصد رویش ریزوم قمیش در جدول-۸  
 ۳۵۲ نشان داده شد. بر این اساس  $RS_{max}$  یا حداکثر درصد جوانه‌زنی با افزایش دما از ۵ درجه سانتی‌گراد به ۱۵ درجه  
 ۳۵۳ سانتی‌گراد افزایش پیدا کرد و پس از آن این روند تا رسیدن به دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نزول پیدا کرد و بیشترین  
 ۳۵۴ مقدار آن مربوط به دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و پس از آن دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود که عدم تفاوت معنی‌داری  
 ۳۵۵ این پارامتر در این دو دما نشان دهنده آن است که دمای بهینه برای رویش ریزوم قمیش دمای بین ۱۵ تا ۲۰ درجه  
 ۳۵۶ سانتی‌گراد می‌باشد.

۳۵۷  
 ۳۵۸ جدول-۸: پارامترهای تأثیر سطوح مختلف شوری بر درصد رویش ریزوم قمیش بر اساس مدل لجستیک سه پارامتری در دماهای مختلف  
 ۳۵۹ Table 8: Parameters of the effect of different salinity levels on the percentage of *A. donax* rhizomes growth based on a three-  
 ۳۶۰ parameter logistic model at different temperatures

دما Temperature	$RS_{max}$ (%)	$X_{50}$ (dS.m)	$RS_{rate}$	$R^2_{adj}$	RMSE
5	10 (1) <sup>f</sup>	13.2 (0.8) <sup>a</sup>	2.97	0.91	0.67
10	28 (2) <sup>cd</sup>	11.8 (0.6) <sup>ab</sup>	2.71	0.92	0.93
15	74 (4) <sup>a</sup>	10.1 (0.5) <sup>b</sup>	2.53	0.95	1.21
20	66 (4) <sup>a</sup>	9.2 (0.3) <sup>c</sup>	2.28	0.96	1.28
25	38 (3) <sup>c</sup>	11.4 (0.3) <sup>ab</sup>	1.92	0.92	0.98
30	10 (1) <sup>f</sup>	12.5 (0.4) <sup>a</sup>	1.89	0.88	0.76

۳۶۱ میانگین‌های درون هر ستون که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون FLSLD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. داده‌های داخل پرانتز خطای معیار میانگین می‌باشد.  
 ۳۶۲ The means within the column followed by different letters differ significantly at  $p \leq 0.05$  level (FLSD test). The values in parenthesis are  
 ۳۶۳ standard error of the means.

۳۶۴  
 ۳۶۵  
 ۳۶۶ پارامتر  $X_{50}$  یا مدت‌زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر رویش ریزوم قمیش در شرایط تنش شوری در دماهای مختلف  
 ۳۶۷ تفاوت معنی‌داری را به جز در دمای بهینه جوانه‌زنی (۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد) درجه سانتی‌گراد نشان نداد. به عبارتی با  
 ۳۶۸ افزایش دما از ۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به دمای بهینه جوانه‌زنی سرعت جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد و ریزوم‌های  
 ۳۶۹ قمیش در مدت‌زمان کمتری به ۵۰ درصد حداکثر رویش خود دست پیدا کردند و پس از آن با افزایش دما دوباره مقدار  
 ۳۷۰ این پارامتر افزایش پیدا کرد؛ نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که علف‌های هرزی که از طریق اندام‌های غیرجنسی تکثیر  
 ۳۷۱ می‌شوند در شرایط ایده آل برای جوانه‌زنی از جمله دما، رطوبت و نور چون دارای ذخیره غذایی در اندام تولید مثلی

۳۷۲ می‌باشند و با این شرایط محیطی تطبیق پیدا کرده اند، لذا با سرعت بیشتری نسبت به گیاهانی که از طریق بذر تکثیر  
 ۳۷۳ می‌شوند جوانه زده و رشد پیدا می‌کنند (Alvarado and Bradford, 2002).

۳۷۴ سانچز و همکاران (Sánchez et al., 2017) در نتایج آزمایش تأثیر تنش شوری و خشکی بر شاخصه های رشد گیاه  
 ۳۷۵ قمیش اعلام کردند افزایش شوری در محسط ریشه یه علت افزایش اثر اسمزی باعث از دست رفتن آب سلولهای ریشه  
 ۳۷۶ و ساقه می گردد و رشد گیاه را مختل می نماید؛ همچنین تنش خشکی نیز اثرات مشابهی را روی فیزیولوژی این گیاه  
 ۳۷۷ می گذارد و منجر به کاهش رشد گیاه، تغییر نسبت ریشه به اندام هوایی و کاهش مصرف آب می گردد. این شرایط در  
 ۳۷۸ حالتی که گیاه در دمای بهینه جوانه زنی و رشد باشد بیشتر نمود پیدا می کند و در سایر دماها گیاه تحت استرس دمایی  
 ۳۷۹ نیز قرار می گیرد و محتوای سلولی گیاه تغییر پیدا می کند و اثرات متفاوتی از گیاه به نمایش در خواهد آمد.

۳۸۰  
 ۳۸۱  
 ۳۸۲ جدول ۹: پارامترهای تأثیر سطوح مختلف خشکی بر درصد رویش ریزوم قمیش بر اساس مدل لجستیک سه پارامتری در دماهای مختلف  
 ۳۸۳ Table 9: Parameters of the effect of different drought levels on the percentage of *A. donax* rhizomes growth based on a three-  
 ۳۸۴ parameter logistic model at different temperatures

دما Temperature	RS <sub>max</sub> (%)	X <sub>50</sub> (MPa)	RS <sub>rate</sub>	R <sup>2</sup> <sub>adj</sub>	RMSE
5	12 (1) <sup>f</sup>	12.2 (0.8) <sup>a</sup>	1.29	0.90	0.58
10	26 (2) <sup>cd</sup>	10.8 (0.6) <sup>b</sup>	2.10	0.92	1.07
15	76 (5) <sup>a</sup>	9.1 (0.5) <sup>c</sup>	2.64	0.93	1.36
20	64 (4) <sup>a</sup>	9.8 (0.3) <sup>c</sup>	2.26	0.94	1.45
25	38 (3) <sup>c</sup>	11.6 (0.3) <sup>ab</sup>	1.73	0.88	0.99
30	10 (1) <sup>f</sup>	12.3 (0.4) <sup>a</sup>	1.19	0.85	0.84

۳۸۵ میانگین‌های درون هر ستون که حروف متفاوت دارند، بر اساس آزمون FLSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. داده‌های داخل پرانتز خطای معیار میانگین می‌باشد.  
 ۳۸۶ The means within the column followed by different letters differ significantly at p≤0.05 level (FLSD test). The values in parenthesis are  
 ۳۸۷ standard error of the means.

۳۸۸  
 ۳۸۹  
 ۳۹۰ نتایج برآزش مدل لجستیک سه پارامتری، بررسی اثر سطوح مختلف خشکی بر درصد رویش ریزوم قمیش در جدول ۹  
 ۳۹۱ نشان داده شد. بر این اساس RS<sub>max</sub> یا حداکثر درصد جوانه‌زنی همانند تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی، با افزایش دما از  
 ۳۹۲ ۵ درجه سانتی‌گراد به ۱۵ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرد و پس از آن این روند تا رسیدن به دمای ۳۰ درجه  
 ۳۹۳ سانتی‌گراد نزول پیدا کرد و بیشترین مقدار آن مربوط به دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و پس از آن دمای ۲۰ درجه  
 ۳۹۴ سانتی‌گراد بود که عدم تفاوت معنی‌داری این پارامتر در این دو دما با دیگر نشان دهنده دمای بهینه برای رویش ریزوم  
 ۳۹۵ قمیش است.

۳۹۶ پارامتر X<sub>50</sub> یا مدت‌زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر رویش ریزوم قمیش در شرایط تنش خشکی در دماهای مختلف  
 ۳۹۷ تفاوت معنی‌داری نشان داد به‌نحوی که در دمای بهینه جوانه‌زنی (۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد) اختلاف معنی‌داری بین

این دو دما با یکدیگر وجود نداشت اما با سایر دماها اختلاف معنی‌دار بود. به عبارتی با افزایش دما از ۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به دمای بهینه جوانه‌زنی سرعت جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد و ریزوم‌های قمیش در مدت‌زمان کمتری به ۵۰ درصد حداکثر رویش خود دست پیدا کردند و پس از آن با افزایش دما دوباره مقدار این پارامتر افزایش پیدا کرد.

کیوشی و هیوکوا (Q-Shi and Cao-Hu, 2012) در تحقیقات خود بیان داشتند که طول گیاهچه حاصل از ریزوم، سرعت رشد، سطح برگ، زیست توده و کلروفیل گیاهچه A.donax با کاهش محتوای آب خاک کاهش می‌یابد. محتوای آب خاک تأثیر قابل توجهی در زمان زنده ماندن A.donax دارد، و هنگامی که مقدار آب خاک کمتر یا برابر با ۲۷/۸٪ ظرفیت زراعی بود A.donax از بین رفت. نتایج همچنین نشان داد غوطه‌وری در خاک بهترین شرایط رطوبت خاک برای رشد A.donax نبود و محتوای آب خاک از ۳۸/۹٪ تا ۴۴/۴٪ شرایط مطلوب رشد این گیاه بود؛ بنابراین گیاه قمیش به شرایط تنش خشکی بسیار حساس است و کاهش میزان محتوای آب خام می‌تواند رشد و توسعه آن را مختل نماید.

۴۰۷

## نتیجه گیری:

نتایج حاصل از کشت ریزوم قمیش در دماهای مختلف و تحت شرایط تنش شوری و خشکی نشان داد که رویش ریزوم این گیاه به شدت تحت تأثیر تنش‌های وارده قرار گرفت و افزایش میزان تنش منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی گردید. همچنین کشت ریزوم در دماهای مختلف منجر به تعیین دمای بهینه جوانه‌زنی برای گیاه قمیش مربوط به اکوتیپ موجود در نواحی شمال ایران گردید و نشان داد دمای مناسب برای جوانه‌زنی ریزوم این گیاه ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نتایج سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی تحت تنش‌های محیطی وارد شده نیز بیانگر این موضوع بود که تنش خشکی بیشتر از تنش شوری می‌تواند رویش جوانه‌های ریزوم قمیش را تحت تأثیر قرار دهد و به عبارات دیگر این گیاه به تنش خشکی حساسیت بالاتری دارد و تا حدودی به تنش شوری مقاوم است و شاید به همین علت است که فراوانی این گیاه در نواحی شمالی ایران بیشتر از سایر مناطق است. این گیاه در خاک‌هایی با زهکشی خوب که رطوبت فراوان در دسترس است، بهترین رشد را دارد و می‌تواند از لبه آب به سمت سواحل و بسیار فراتر از منطقه‌ای که قبلاً توسط پوشش گیاهان چوبی ساحلی اشغال شده بود گسترش یابد (Springer, 2005). همچنین مشاهده شد که قمیش بیشتر در جاهایی که سطح آب نزدیک به سطح خاک یا در نزدیکی آن قرار دارد، به خوبی رشد می‌کند که شاید علت آن حساسیت این گیاه به

تنش خشکی باشد و از طرفی کلونی های کوچک این گیاه می توانند شوری بیش از حد را تحمل کنند اما در شرایط حضور گسترده آن ها در یک منطقه میزان تحمل به شوری در آنان کاهش پیدا می کند (Zuniga et al., 1983).

۴۲۲

۴۲۳

منابع:

۴۲۵

۴۲۶ 1. Abichandani, S. L. (2007). *The potential impact of the invasive species Arundo donax on*  
۴۲۷ *water resources along the Santa Clara River: seasonal and diurnal transpiration*. University  
۴۲۸ of California, Los Angeles P. 44.

۴۲۹ 2. Ahmad, R., P-S Liow, D.F. Spencer, and M. Jasieniuk. 2008. Molecular evidence for a single  
۴۳۰ genetic clone of invasive *Arundo donax* in the United States. *Aquatic Botany* 88:113-120.

۴۳۱ 3. Alvarado, V., and Bradford, K. J. (2002). A hydrothermal time model explains the cardinal  
۴۳۲ temperatures for seed germination. *Plant, Cell and Environment* 25(8): 1061-1069.

۴۳۳ 4. Bell, G.P. (1997). Ecology and management of *Arundo donax*, and approaches to riparian  
۴۳۴ habitat restoration in Southern California. *Plant Invasions* 103-113.

۴۳۵ 5. Burke, I. C., Thomas, W.E. Spears, J.F. and Wilcur, J.W. (2003). Influence of  
۴۳۶ environmental factor on after-ripened crowfootgrass (*Dactyloctenium aegyptium*) seed  
۴۳۷ germination. *Indian Journal of Weed Science* 51: 342-347.

۴۳۸ 6. Chauhan, B.S., Gill, G., Preston, C. (2006). Factors affecting seed germination of annual  
۴۳۹ sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. *Indian Journal of Weed Science* 54:  
۴۴۰ 658–668.

۴۴۱ 7. Chaves, M.M., Flexas, J., Pinheiro, C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress:  
۴۴۲ regulation mechanisms from whole plant to cell. *Ann Bot* 103:551–560.

۴۴۳ 8. Cosentino, S.L., Patanè, C., Sanzone, E., Testa, G., Scordia, D. (2016). Leaf gas exchange,  
۴۴۴ water status and radiation use efficiency of giant reed (*Arundo donax* L.) in a changing soil  
۴۴۵ nitrogen fertilization and soil water availability in a semi-arid Mediterranean area. *European*  
۴۴۶ *Journal of Agronomy* 72: 56–69.

۴۴۷ 9. Decruyenaere, J.G., and Holt, j.S. (2005). Ramet Demography of a Clonal Invader, *Arundo*  
۴۴۸ *donax* (Poaceae), in Southern California. *Plant Soil* 277: 41–52.

۴۴۹ 10. Else, J.A. (1996). Post-flood establishment of native woody species and an exotic, *Arundo*  
۴۵۰ *donax*, in a southern California riparian system. *MSc Thesis, San Diego State University,*  
۴۵۱ *USA.*



11. Fuller, T. C. and Barbe, G. D. (1985). The Bradley method of eliminating exotic plants from natural reserves. *Fremontia* 13 (2): 24-26.
12. Guan, B., Zhou, D., Zhang, H., Tian, Y., and Wang, P. (2008). Germination responses of *Medicago ruthenica* seeds to salinity, alkalinity and temperature. *J. Arid Environmental* 73:135-138.
13. Hardion, L., Verlaque, R., Baumel, A., Juin, M., Vila, B. (2012). Revised systematics of Mediterranean *Arundo* (Poaceae) based on AFLP fingerprints and morphology. *Taxon* 61: 1217–1226.
14. Haworth, M., Cosentino, S.L., Marino, G., et al. (2017). Physiological responses of *Arundo donax* ecotypes to drought: a common garden study. *GCB Bioenergy* 9: 132–143.
15. Herrera, A.M., Dudley, T.L. (2003). Reduction of riparian arthropod abundance and diversity as a consequence of giant reed (*Arundo donax*) invasion. *Biological Invasions* 5: 167–177.
16. Holt, J. S., and Orcutt, D. R. (1996). Temperature thresholds for bud sprouting in perennial weeds and seed germination in cotton. *Indian Journal of Weed Science* 44: 523–533.
17. ISSG. (2007). Global Invasive Species Database (GISD). *Invasive Species Specialist Group of the IUCN Species Survival Commission*. Information website: <http://www.issg.org.database>.
18. Iverson, M.E. (1994). The impact of *Arundo donax* on water resources. In: Jackson, N.E., P. Frandsen, S. Douthit (eds.), *November 1993 Arundo donax workshop proceedings*: 19-25.
19. Johnson, M., Dudley, T., Burns, C. (2006). Seed production in *Arundo donax*. *Cal-IPC News* 14: 12–13
20. Juneau, K.J., Tarasoff, C.S., (2013). The seasonality of survival and subsequent growth of common reed (*Phragmites australis*) rhizome fragments. *Invasive Plant Science and Management* 6: 79- 86.
21. Kigel, J., and D. Koller. (1985). Asexual reproduction of weeds. P 65-100 in S. O. Duke, ed. *Weed Physiology*. Vol. I. Reproduction and Ecophysiology. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.
22. Michel, B.E., (1983). Evaluation of the water potentials of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. *Plant Physiology* 72: 66-70.



23. Munns, R.M.T. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu.Rev. Plant Biology* 59: 651- 681.
24. Pimentel, D., Zuniga, R., Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: 273–288.
25. Rahman, H.O. (2006). Examining the biology, ecology and weed management licorice. Project Report. *Scientific Research Council* 124p. (In Persian with English abstract).
26. Sánchez, E., Scordia, D., Lino, G., Arias, C., Cosentino, S.L., Nogués, S. (2017). Salinity and water stress effects on biomass production different *Arundo Donax*. *Journal of Experimental Botany* 52: 258–281.
27. Shea, K., Chesson, P. (2002). Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 170–176.
28. Shi, Q.Y., Cao, H.H. (2012). *Effects of Drought Stress on Stalk Germination and Seedling Growth of Arundo donax*. *Research of Soil and Water Conservation*. Information website: <http://en.cnki.com.cn>
29. Soerjani, M., Soemarwoto, O., (1969). Some factors affecting the germination of alangalang (*Imperata cylindrica*) rhizome buds. *Pacific Science Association* 3(15): 376-380.
30. Springer, T. L. (2005). Germination and early seedling growth of chaffy-seeded grasses at negative water stress. *Crop Sciences* 45: 2075-2080.
31. Steinmaus, S. J., Prather. T. S., and Holt, J. S. (2000). Estimation of base temperatures for nine weed species. *Journal of Experimental Botany* 51: 275–286.
32. Tester, M. and Davenport, R. (2003). Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Invasive Plant Science and Management. Bot.* 91: 503–512.
33. USDA-ARS. (2014). *Germplasm Resources Information Network (GRIN)*. Online Database. Beltsville, Maryland, USA: National Germplasm Resources Laboratory. Information website: <https://Npgsweb.ars-grin.gov.gringlobal.taxon.taxonomysearch.aspx>.
34. Valli, F., Trebbi, D., Zegada-Lizarazu, W., Monti, A., Tuberosa, R., Salvi, S. (2017). In vitro physical mutagenesis of giant reed (*Arundo donax* L.). *GCB Bioenergy* 9: 1380–1389.
35. Wijte, A.H.B.M., Mizutani, T., Motamed, E.R., Merryfield, M.L., Alexander, D.E. (2005). Temperature and endogenous factors cause seasonal patterns in rooting by stem fragments of the invasive Giant Reed, *Arundo donax* (Poaceae). *International Journal of Plant Sciences* 166: 507–517.

010 36. Zuniga, G.E., Argandona, V. H., Niemeyer, H. M., and Corcuera, L. J. (1983). Hydroxamic  
016 content in wild and cultivated Gramineae. *Phytochemistry* 22(12): 2665-2668.

017

018

019

020

021

022

023

## 024 **Effect of salinity and drought stresses on rhizome bud sprouting of Giant** 025 **reed (*Arundo donax*) under different temperature conditions**

026

### 027 **Introduction:**

028 The competition of different weed species with native species for ecosystem resources is a  
029 serious threat to reduce global biodiversity. Among the invasive species, *Arundo donax* is  
030 considered one of the most invasive invasive plant species in coasts, rivers and temperate  
031 regions. Knowing the relationship between changes in environmental conditions and climate  
032 change and *Arundo donax* with respect to the growth of native coastal species, as well as  
033 understanding the water wastage by this plant compared to native coastal plants, is vital to  
034 eliminate this plant in the current situation where there is drought in most areas.

035

### 036 **Materials and Methods:**

037 In order to investigate the effect of drought and salinity treatment on the sprouting stages  
038 and growth time of rhizomes of *Arundo donax* an experiment was performed using rhizomes  
039 collected from Gorgan ecotype and in a completely randomized design with 4 replications in  
040 the growth chamber separately at 5 temperature levels (5, 10, 15, 20, 25 and 30 ° C) at Ferdowsi  
041 University of Mashhad in 2020. Experimental treatments included different levels of drought  
042 stress {0 (distilled water), 0.4, -0.8 and -0.12 MPa} and different levels of salinity stress {0  
043 (distilled water), 4, 8 and 12 dS. m}.

### 044 **Results and Discussion:**

045 The general results of the experiment showed that increased levels of salinity and drought  
046 decreases the sprouting rate of rhizomes. The results also showed that sprouting of the rhizomes

of the reed plant is possible from 5 ° C to 30 ° C, but the greatest sprouting rates occurred with the control treatment (no stress) at 15 ° C (75%) and 20 ° C (66%) respectively. The lowest sprouting percentage (4%) was observed with 15 and 30 ° C under the maximum salinity and drought levels. Sprouting percentage and other corresponding indices decreased with decreasing temperature from 15 ° C to 5 ° C, the same trend was observed with increasing temperature from 20 ° C to 30 ° C, which shows that the best The temperature for the growth of reed rhizome buds is between 15 and 20 ° C. The effect of salinity and drought on sprouting at different temperatures showed that with increasing salinity and drought stress level, the sprouting rate decreases, but with increasing drought level, the sprouting percentage decreased more than the salinity level and decreased the growth of reed rhizome buds more. Was affected by increasing soil dryness. The results of sprouting rate and sprouting percentage under environmental stresses also indicated that drought stress more than salinity stress can affect the growth of reed rhizome buds, in other words, this plant is more sensitive to drought stress. It is and is somewhat resistant to salinity stress, and perhaps this is why the abundance of this plant in the northern regions of Iran is higher than other regions. The triple interaction effect of salinity, dryness and temperature was significant in all parameters except the adjusted germination rate at the 99% probability level, which shows that the germination of the rhizome of *Arundo donax* plant is strongly affected by dryness, salinity and different temperatures and the existence of each of these treatments in natural conditions, it can disrupt its germination.

#### Conclusions:

The results of the cultivation of *Arundo donax* rhizome at different temperatures and under salt and drought stress conditions showed that the growth of the rhizome of this plant was greatly affected by the stresses and the increase in the amount of stress led to a decrease in germination percentage. Also, rhizome cultivation at different temperatures led to determining the optimal germination temperature for the *Arundo donax* plant related to the ecotype in the northern regions of Iran and showed that the suitable temperature for the rhizome germination of this plant is 15 to 20 degrees Celsius. The results of the germination rate and the germination percentage under the applied environmental stresses also indicated that drought stress can affect the growth of *Arundo donax* rhizome buds more than salt stress, and in other words, this plant is more sensitive to drought stress and to some extent It is resistant to salt stress, and this is probably the reason why the abundance of this plant is more in the northern regions of Iran than in other regions. It grows best in well-drained soils where plenty of moisture is available and can spread from the water's edge to the shore far beyond the area previously occupied by

080 woody coastal vegetation. It grows well in places where the water level is close to the soil  
081 surface or near it, which may be due to the sensitivity of this plant to drought stress, and on the  
082 other hand, small colonies of this plant can tolerate excessive salinity, but in conditions of  
083 widespread presence in one area, their tolerance to salinity decreases.

084

085 **Key words:**

086 Environmental stresses, Germination, Giant reed, Invasive plant.