مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹
ص ۸۱۵-۸۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۳
تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۸/۰۵

بررسی اثر تیماردهی شستشوی بذر با اسید سولفوریک و آبیاری با آب شور بر روی جوانه‌زنی بذور *Zygophyllum fabago* L.

❖ **اسماعیل شیدای کرکج*؛** استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

❖ **اسفندیار جهانتاب؛** استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه فسا، فسا، ایران.

❖ **زهرا محمودی؛** دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

چکیده

ر شد و عملکرد گیاهان در محیط تحت تأثیر تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده متعدد و نیز خواب بذر محدود می‌با شد. شوری در خاک، یکی از تنش‌های مهم نواحی خ شک و نیمه‌خ شک ا ست. خواب بذر یک سازوکار کلیدی جهت بقای گیاهان در محیط ر شد طبیعی می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر تیمارهای شستشوی بذر با اسید سولفوریک و آبیاری بذور با آب شور بر روی جوانه زنی بذور گیاه دارویی *Zygophyllum fabago* می‌با شد. با توجه به تحقیقات قبلی مرتبط، بدین منظور برای اعمال تیمار ا سیدشویی سه غلظت ۰، ۱۰ و ۲۰ در صد تهیه شد. برای تیمار شوری نیز چهار سطح: ۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی مول بر لیتر در نظر گرفته شد. آبیاری با اسپری آب‌پاش در مواقع لازم روی همهٔ پتریدیش‌ها به طور مساوی صورت پذیرفت. شمارش بذرهای جوانه‌زده هر روز انجام شد و تا زمانی که در چند روز متوالی، افزایشی در تعداد بذر جوانه‌زده م شاهده نگردید، ادامه یافت. نتایج ن شان داد تیمارهای ا سید و شوری بر جوانه‌زنی بذر *Z. fabago* اثر معنی‌داری دارند. اثرات ا صلی تیمارها بر سه پارامتر درصد، سرعت و زمان جوانه‌زنی در سطح یک در صد معنی‌دار بود. اثر متقابل ا سید و شوری نیز تنها در خ صوص میزان سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بوده و برای دو پارامتر دیگر معنی‌دار نبوده ا ست. مقایسهٔ میانگین اثر ا صلی سطوح مختلف تیمار ا سید بر در صد جوانه‌زنی گیاه *Z. fabago* ن شان داد تیمارهای غلظت ا سید صفر و ده در صد با میزان ۵۹ و ۶۰ در صد مقدار بی شتری را دارد. در خ صوص اثرات ا صلی تیمار شوری نیز تیمار شوری صفر میلی مول بر لیتر دارای در صد جوانه‌زنی بی شتری با میزان ۷۵ در صد ا ست. پارامتر متوسط زمان جوانه‌زنی نتایج برعکس بوده و تیمارهای اسید ۲۰ درصد و شوری ۱۲۰ میلی مول بر لیتر با مقدار ۷/۴ و ۷/۹ دارای بی شترین مقدار نسبت به سایر تیمارها بوده است. درخ صوص مقای سهٔ میانگین حا صل از اثرات متقابل ا سید و شوری نیز نتایج ن شان داد بهترین ترکیب تیماری مربوط به ا سید صفر درصد و شوری صفر و ده میلی مول بر لیتر می‌باشد. بنابراین گونهٔ *Z. fabago* برای رشد بهینهٔ خود نیاز به غلظت‌های پایین شوری و ا سید سولفوریک دارد. از این رو از آن می‌توان برای ا صلاح و احیای اکو سی ستم‌های مرتعی با توجه به میزان شوری منطقهٔ مورد نظر استفاده کرد.

کلید واژگان: خواب بذر، اسید سولفوریک، شوری، جوانه‌زنی، گیاه دارویی.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۹۸۹۱۴۴۰۱۶۸۲۳
Email: e.sheidai@urmia.ac.ir

۱. مقدمه

رشد و عملکرد گیاهان در محیط به طور پیوسته تحت تأثیر تنش‌های محیطی زنده و غیر زندهٔ متعدد، قرار دارد [۲۴]. تنش‌های محیطی مانند نور، دما، شوری و خشکی مراحل جوانه‌زنی بذرها را متأثر می‌سازند. گیاهان در محیط زندگی خود با انواعی از تنش‌ها از جمله تنش شوری مواجه هستند. اغلب تنش‌ها منجر به کاهش قابل ملاحظه در میزان رشد و تولید گیاهان می‌شوند [۴۲]. شوری در خاک، یکی از تنش‌های مهم نواحی خشک و نیمه‌خشک است [۲۳]. در محدوده‌های وسیعی از ایران که دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است، تنش شوری یکی از موانع تولید اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود [۳۱].

با توجه به وسعت اراضی تحت تنش شوری و با در نظر گرفتن روند خشکسالی، افزایش جمعیت و تخریب منابع آب و خاک کشور، اصلاح و احیاء اراضی شور و مطالعهٔ جامع در خصوص گیاهان مقاوم به شرایط نامساعد محیطی دارای جایگاه ویژه‌ای است و چون تحمل و سازگاری گیاه به تنش شوری تابعی از فعالیت یک اندام یا یک صفت گیاهی نیست، بلکه برآیندی از عملکرد صفات متفاوت گیاهی است. استقرار موفقیت‌آمیز گیاهچه‌ها، که مهم‌ترین مرحله در تعیین قدرت رقابت و باروری گیاهان می‌باشد، به قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها بستگی دارد. شوری، رشد و نمو گیاهان را از طریق تداخل در فرایندهای مهم فیزیولوژیک آن‌ها هم چون تغییر ساختار دیوارهٔ سلولی، نفوذ پذیری و عمل غشاء، جلوگیری از تقسیم سلولی و فعالیت برخی آنزیم‌ها، تعادل هورمون‌های گیاهی، جوانه‌زنی بذور لولهٔ گرده، جذب عناصر غذایی، جابه جایی روزنه‌ها، فتوسنتز، تنفس، سنتز پروتئین‌ها و رنگیزه‌ها را مختل می‌سازند. از طرفی اعمال برخی تیمارها نظیر اسیدشویی با اثر بر روی پوستهٔ بذر و بهبود فرآیند تنفس جنین شانس بیدارشدن از خواب بذور را افزایش می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داد تیمار شوری صفر میلی مول بر لیتر دارای درصد جوانه‌زنی بذر بیشتری نسبت به سایر سطوح است. همچنین نتایج تحقیق حاضر حاکی از این بود برای تیمار متوسط سرعت جوانه‌زنی تیمار شوری صفر میلی مول بر لیتر، بیشترین میزان را دارا بود. کاهش فرآیند جوانه‌زنی در اثر تنش می‌تواند به کاهش جذب آب توسط بذرها ارتباط داشته باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب آب به کندی انجام شود، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت، در نتیجهٔ آن مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد [۲۲].

جوانه‌زنی بذر یکی از مراحل حساس در استقرار دانه‌رست[۱] و تعیین موفقیت‌آمیز رشد و نمو گیاه در مراحل بعدی حیات آن می‌باشد [۱]. جوانه‌زنی بذرها، مرحله‌ای حساس و بحرانی در طول زندگی هر گیاه است [۳۰]. درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله شوری محیط قرار دارد [۱۹]. بذرهایی که در شرایط تنش شوری، جوانه‌زنی مناسب‌تری داشته باشند در مراحل بعدی رشد، گیاهچه‌هایی با بنیهٔ بهتر و سیستم ریشه‌ای قوی‌تر ایجاد کرده و دورهٔ اولیهٔ رویش را موفق‌تر طی می‌کنند [۳]. در تحقیقی مقاومت به شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه را در سه رقم شبدر سفید (*Trifolium repens* L.) بررسی شد و گزارش شد با افزایش غلظت کلرورسدیم از ۶۰ تا ۲۰۰ میلی‌مولار، درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری در هر سه رقم کاهش یافته است [۴۰]. در بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف علوفه‌ای مانند شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.)، یونجه (*Medicago sativa* L.) و ماشک (*Vicia sativa* L.) مشاهده شد که به طورکلی با افزایش شوری، درصد جوانه‌زنی کاهش یافته است [۲۸]. در مطالعه‌ای، که به منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی یونجه‌های یکساله در معرض

[۱]- Seedling

تنش کلریدسدیم انجام شد نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در مورد گونهٔ *M.truncatula* کاهش یافته و گونهٔ *M. scutellata* یک رقم نسبتاً موفق در تحمل تنش شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی است [۱۲]. در تحقیقی محققان اظهار داشتند که پیش تیمار با سالیسیلیک اسید می‌تواند به صورت تجارتی برای بهبود پارامترهای جوانه‌زنی، رشد و تولید محصول علوفه و دانه در شرایط تنش شوری در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) پیشنهاد می‌گردد [۹]. در بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیهٔ گیاهچهٔ شنبلیله (*Trigonella foenum*-greacum) مشاهده گردید با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی به طور معنی‌داری کاهش یافته است [۴۱]. محققان در بررسی تأثیر روش‌های مختلف شکستن خواب بذر و اثرات تنش شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی علف هرز کهورک (*Prosopis stephaniana* Willd) اظهار داشتند با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی و ماتریک درصد و سرعت جوانه‌زنی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافته و این کاهش در تنش خشکی بیشتر بوده است [۳۴]. محققان در بررسی تأثیر برهم‌کنش شوری و نیتریک اکساید بر روابط آبی *Zygophyllum fabago* L. اظهار داشتند کاربرد سدیم نیتروپروساید آستانهٔ تحمل به شوری را با بهبود روابط آبی افزایش می‌دهد [۴۲]. پژوهشگران در تحقیقی گزارش دادند جوانه‌زنی بذر چای‌ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) تحت تنش شوری به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافته است [۴]. محققان در بررسی تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و پایداری غشاء انیسون (*Pimpinella anisum* L.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) بیان داشتند با افزایش سطوح تنش شوری درصد جوانه‌زنی گیاهان ذکرشده کاهش یافته است. همچنین آن‌ها اظهار داشتند تنش شوری و خشکی در مرحلهٔ جوانه‌زنی موجب تخریب غشاء سلولی و کاهش رشد گیاهچهٔ رازیانه و انیسون می‌گردد [۱۴]. در تحقیقی به بررسی تأثیر پیش تیمارهای بذری بر بهبود جوانه‌زنی گون سفید (*Astragalus gossypinus*) پرداخته شد و مشخص شد بهترین روش شکست خواب بذر و تحریک جوانه‌زنی آن تیمار سرمادهی مرطوب به مدت دو هفته و خراش‌دهی با اسید سولفوریک به مدت ۱۰ دقیقه می‌باشد [۳۲]. پژوهشگران در مطالعه‌ای به بررسی خصوصیات جوانه‌زنی بذر فلفل شیرین (*Capsicum annum*) تحت تیمار شوری و خشکی پرداختند و گزارش دادند در سطح ۱۰- و ۱۲- بار تنش شوری، جوانه‌زنی فلفل شیرین به‌شدت کاهش یافت و به صفر رسید [۲]. در پژوهشی که به منظور بررسی روش‌های مختلف تحریک جوانه‌زنی و شکست خواب بذر گیاه کنگر (*Gundelia tournefortii*) انجام گرفت مشخص شد تیمارهای اسید سولفوریک و حرارتی مانع از رشد مناسب ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود [۳۹].

گیاه قیچ لوبیایی با نام علمی (*Zygophyllum fabago* L.) گیاهی علفی، پایا و چندساله، به ارتفاع ۶۰-۱۰۰ سانتی‌متر، متعلق به خانوادهٔ Zygophyllaceae می‌باشد. این گیاه به وسیلهٔ بذر تکثیر می‌یابد. گیاه *Z. fabago* برگ‌های بیضی شکل و گوشتی، میوه کپسول مستطیلی شکل دارد [۲۰] و در مناطقی از پاکستان، ایران و عراق تا شمال افریقا، آمریکای شمالی، اسپانیا، فرانسه، و ایتالیا پراکنش دارد [۱۳]. از آنجایی که- گیاه *Z. fabago* گیاهی سازگار به مناطق خشک [۱۸]، انباشتگر فلزات سنگین [۲۹] می‌باشد و بیشتر در مناطق خشک و استپی و غیرقابل کشت حاشیهٔ مزارع و باغ‌ها مشاهده می‌شود، بنابراین این گیاه می‌تواند برای بهبود و افزایش پوشش گیاهی در چنین مناطقی استفاده شود [۳۶]. با توجه به این‌که گیاه *Z. fabago* ، گیاه متحمل به شرایط شوری و خشکی در مناطق خشک و استپی است، بنابراین می‌توان از این گیاه جهت مقابله با بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران استفاده کرد. از این رو ضروری است امکان استفاده از این گیاه در مناطق با خاک نسبتاً شور مورد بررسی قرار گیرد تا بر اساس نتایج به‌دست آمده اقدام به توصیهٔ این گیاه در احیای اراضی با خاک شور

گردد. چرا که این گیاه علاوه بر تولید بالا و پوشش مناسب زمین، کاربرد دارویی نیز داشته و با افزایش میزان پوشش زمین، به استفاده از چندمنظوره از اکوسیستم نیز ختم می‌گردد. از طرفی به منظور از بین بردن خواب بذر لازم است اثر تیمارهای مختلف بر شکست خواب بذر این گونه برررسی گردد تا در حین انجام پروژه‌های کاشت بذر این گیاه، محدودیت‌های جوانه‌زنی بذور کاشته شده مرتفع گردد. در همین راستا، با توجه به اهمیت فوق العادهٔ گیاه *Z. fabago*، بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی این گیاه با ارزش ضروری به نظر می‌رسد. از سویی دیگر با توجه به روند افزایشی توسعهٔ اراضی شور و کمبود اراضی مطلوب برای کشت، شناسایی گیاهان مقاوم به شوری اهمیت زیادی دارد. در انتخاب گیاهان به منظور کشت با مقاومت به شوری به ویژه در طی مرحلهٔ جوانه زنی و سبز شدن همواره مد نظر باشد. بنابراین ضرورت دارد با استفاده از شرایط کنترل شده، امکان ارزیابی سریع و نسبتاً دقیق عکس‌العمل گیاهان به تنش شوری فراهم گردد. از آنجا که کلرید سدیم (NaCl) فراوان‌ترین و محلول‌ترین نمک موجود است [۳۷]، و وجود آن در خاک سبب تنش اسمزی، از بین رفتن تعادل یونی، ایجاد محدودیت هایی برای رشد و کاهش عملکرد گیاه می گردد؛ بنابراین آگاهی از میزان سازگاری‌های گیاهان در مقابل این ماده گامی ضروری در مدیریت گیاهان در مناطق تحت اثر شوری و مکانیسم‌های اثر آن است.

تحقیقات انجام شده در زمینهٔ مقاومت به شوری و همچنین تأثیر اسید بر جوانه‌زنی در ایران بیشتر روی گیاهان زراعی صورت گرفته است و در رابطه با گیاهان مرتعی و دارویی تحقیقات آن چنان چشم‌گیر صورت نگرفته است. در همین راستا تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تیمارهای اسید سولفوریک و شوری بر روی جوانه‌زنی بذور گیاه دارویی *Zygophyllum fabago* انجام شد.

۲. روش‌شناسی

۲. ۱. روش کار

بذر گونهٔ قیچ لوبیایی از منطقهٔ نازلو در شهرستان ارومیه واقع در ′۲۴ °۴۴ تا ′۵۳ °۴۵ طول شرقی و ′۳۰ °۳۷ تا ′۵۸ °۳۷ عرض شمالی جمع‌آوری شد. حوضهٔ مذکور در شمال شهرستان ارومیه قرار داشته و فاصلهٔ آن تا شهرستان ارومیه ۲۰ کیلومتر است. حوزه نازلو چای با میانگین بارندگی ۴۰۰ میلی‌متر در سال، در دامنهٔ ارتفاعی ۳۶۰۰-۱۲۹۱ متر واقع و محیطی بالغ بر ۲۶۰/۶۵ کیلومتر دارد. نوع اقلیم منطقه طبق روش آمبرژه از نیمه‌خشک سرد و نیمه‌مرطوب سرد می‌باشد. درجه حرارت متوسط سالیانهٔ منطقهٔ نازلوچای از ۱/۹- درجهٔ سانتی‌گراد در ارتفاع ۲۷۷۰ متر تا ۱۱/۹ در ارتفاع ۱۲۰۷ متغیر است [۴۴]. در شکل (۱) بخش‌های مختلف گیاه قیچ لوبیایی ارائه شده است.

بذور در پایان فصل رویش و رسیدن کامل آن‌ها به روش دستی از تعداد ۱۵ پایهٔ گیاهی مختلف جمع‌آوری شد و با بوجاری، ناخالص‌های آن جدا شد. قبل از اجرای آزمایش ابتدا بذور به‌و سیلهٔ محلول ده در صد هیپوکلریت سدیم ضد عفونی و سپس چندین بار با آب مقطر شستشو داده شدند [۳۸]. این عمل برای جلوگیری از جمله قارچ‌ها صورت گرفت. قبل از قرار دادن بذور، ابتدا پتریدیش‌ها در آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد استریل شدند. با توجه به مرور مطالعات قبلی [۳۷، ۲۷] برای اعمال تیمار اسید شویی بذور دو غلظت ۱۰ درصد و ۲۰ درصد تهیه شد به این منظور ۱۰ و ۲۰ سی‌سی اسید سولفوریک به طور جداگانه در ۱۰۰ سی سی آب حل شد و به ترتیب غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد تهیه شد. یک تیمار هم بدون اسید فقط با آب مقطر به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. بدین ترتیب تیمار اسیدشویی در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ در صد صورت گرفت. پس از پا یان تی ماردهی با اسید شویی، بذور در درون پتریدیش‌هایی با قطر ۱۰ سانتی‌متر بر روی کاغذ واتمن، جهت قرار گرفتن در شریط جوانه‌زنی قرار گرفتند. در هر پتریدیش تعداد ۲۰ عدد بذر گذاشته شد. برای تهیهٔ آب با غلظت مختلف شوری (بر حسب میلی مول بر لیتر) با

توجه به وزن مولی نمک کلرید سدیم (NaCl) به ترتیب به میزان صفر، ۳/۵، ۵/۲۵ و ۷/۰۱ گرم نمک در یک لیتر آب مقطر حل گردید تا غلظت‌های مختلف آب شور شامل صفر، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی مول بر لیتر تهیه گردد. از این محلول‌ها به منظور شبیه سازی اثر شوری استفاده شد و بذور به طور مساوی در طی مرحلهٔ رشد با این آب‌ها آبپاشی شد. ضمن اینکه آب مقطر نیز به عنوان تیمار شاهد مد نظر قرار گرفت. بدین ترتیب تیمار شوری در چهار سطح مد نظر قرار گرفت و آبیاری با اسپری آب‌پاش در مواقع لازم به طور مساوی روی همهٔ پتری دیش‌ها صورت پذیرفت و با اعمال تیمارهای آبیاری، شمارش بذرهای جوانه زده هر روز انجام شد و تا زمانی که در چند روز متوالی، افزایشی در تعداد بذرجوانه زده مشاهده نگردید، ادامه یافت. بر این اساس آزمایش ۱۸ روز طول کشید. ظهور حدود دو میلی‌متر ریشه‌چه از بذر به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد [۵].

شکل ۱. قسمت‌های مختلف گیاه‌شناسی گونهٔ *Zygophyllum fabago*

۲. ۲. محاسبهٔ شاخص‌های جوانه‌زنی

شاخص‌های مورد ارزیابی در این پژوهش عبارت بودند از: درصد جوانه‌زنی (GP)[۱]، سرعت جوانه‌زنی (GS)[۲] و متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT).[۳] روابط محاسبهٔ شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. روش محاسبهٔ پارامترهای جوانه‌زنی بذر

پارامتر	واحد اندازه‌گیری	فرمول
درصد جوانه‌زنی	درصد	$GP = \frac{n}{N} * ۱۰۰$
سرعت جوانه‌زنی	تعداد در روز	$GS = \sum_{i=۰}^{d} \frac{ni}{di}$
متوسط زمان جوانه‌زنی	روز	$MGT = \frac{\sum ni * di}{n}$

۱. Germination persentage
۲. Germination speed
۳. Mean Germination time

GP، درصد جوانه‌زنی، ***n***، تعداد کل بذور جوانه‌زده شده در روز آخر شمارش؛ **N:** تعداد کل بذرها، ***GS***، سرعت جوانه‌زنی، ***ni*** تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز ***i***، ***di*** تعداد روزها از زمان شروع آزمایش، **MGT**، متوسط زمان جوانه-زنی

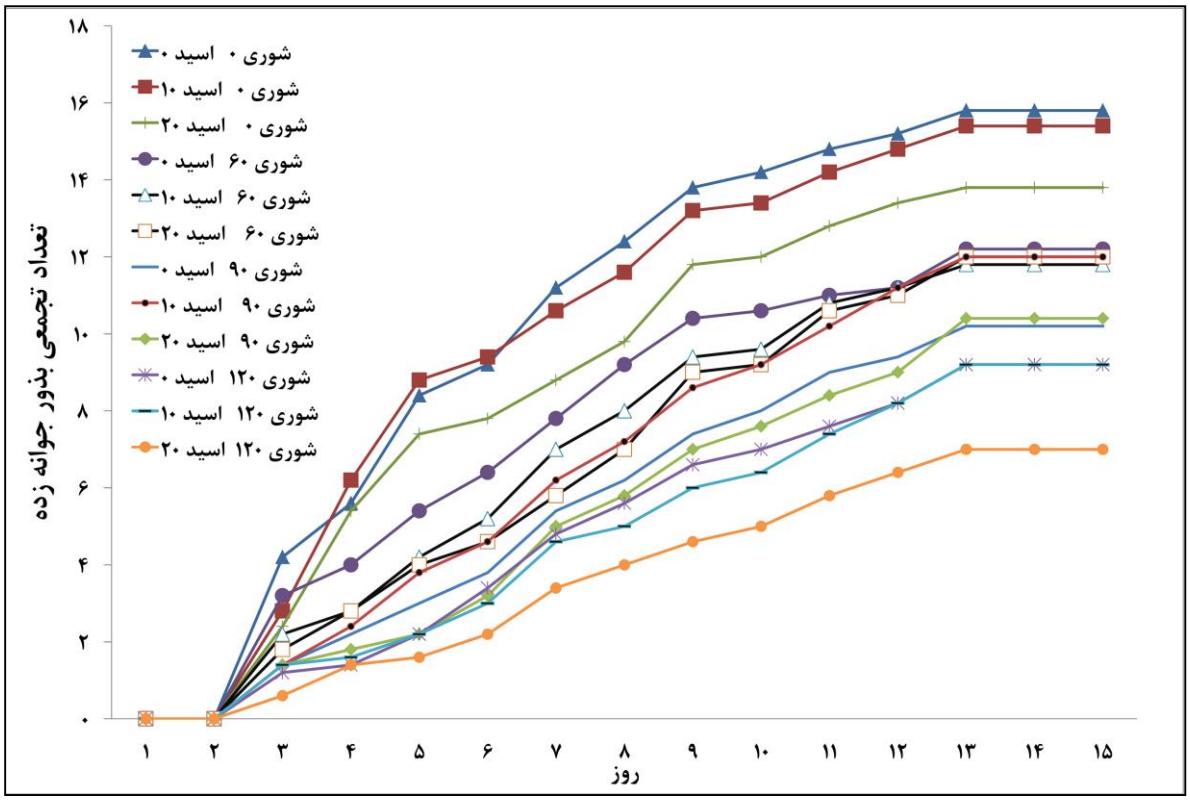
۲. ۳. تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارهای اسیدشویی و آبیاری با آب شور از تجزیهٔ واریانس دو طرفه استفاده گردید. همچنین بررسی میانگین تیمارها و نیز اثرات متقابل حاصله توسط آزمون توکی صورت گرفت. رسم نمودار در نرم افزار اکسل و آنالیز آماری داده‌ها در نرم‌افزار آماری Minitab (مینی تب) نسخهٔ ۱۷ صورت گرفت.

۳. نتایج

۳. ۱. فراوانی تجمعی

بیشترین فراوانی تجمعی جوانه‌زنی مربوط به تیمار شوری صفر میلی‌مول بر لیتر و اسید صفر درصد بود پس از آن شوری صفر میلی‌مول بر لیتر و اسید ۱۰ درصد بیشترین فروانی تجمعی بذور جوانه‌زده را داشتند. کمترین نیز مربوط به تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مول بر لیتر و اسید ۲۰ درصد است (شکل ۲).



شکل ۲. فراوانی تجمعی مربوط به تیمارهای مختلف روی بذر قیچ لوبیایی

۳. ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس اثر تیمارها بر جوانه-زنی بذر *Z. fabago*

نتایج نشان داد تیمارهای ا سید و شوری بر جوانه‌زنی بذر *Z. fabago* اثر معنی‌داری دار ند (جدول ۲). اثرات اصلی تیمارهای مورد مطالعه بر پارامترهای درصد، سرعت و زمان جوانه زنی مورد مطالعه در سطح یک درصد

معنی‌دار بود. اثر متقابل اســـید و شـــوری نیز تنها در خصوص میزان سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بوده و برای دو پارامتر دیگر معنی‌دار نبوده است.

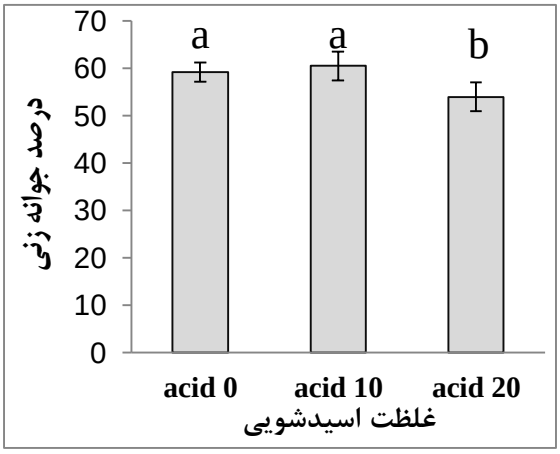
جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس دو طرفهٔ اثر تیمارها بر شاخص‌های مورد مطالعهٔ جوانه‌زنی بذر *Z. fabago*

شاخص		شوری	اسید	متقابل	خطا	کل
درصد جوانه‌زنی	درجه آزادی	۳	۲	۶	۴۸	۵۹
	مجموع مربعات	۸۲۷۷/۹	۴۷۵/۸	۴۶۰/۸	۱۷۵۰	۱۰۹۶۴
	میانگین مربعات	۲۷۵۹/۳	۲۳۷/۹	۷۶/۸	۳۶/۴	-
	F	۷۵/۶**	۶/۵**	۲/۱۱^{ns}	-	-
	Sig.	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۷	-	-
سرعت جوانه‌زنی	درجه آزادی	۳	۲	۶	۴۸	۵۹
	مجموع مربعات	۲۲/۹	۱/۳۷	۰/۵۶	۱/۷۶	۲۶/۶
	میانگین مربعات	۷/۶	۰/۶۸	۰/۰۹	۰/۰۳	-
	F	۲۰۷/۱**	۱۸/۶**	۲/۵^{ns}	-	-
	Sig.	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۱	-	-
زمان جوانه‌زنی	درجه آزادی	۳	۲	۶	۴۸	۵۹
	مجموع مربعات	۲۶/۶	۳/۱	۱/۰۵	۱۳/۴	۴۴/۳
	میانگین مربعات	۸/۸	۱/۵۷	۰/۱۷	۰/۲۸	-
	F	۳۱/۶**	۵/۶**	۰/۶۲^{ns}	-	-
	Sig.	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۷۱	-	-

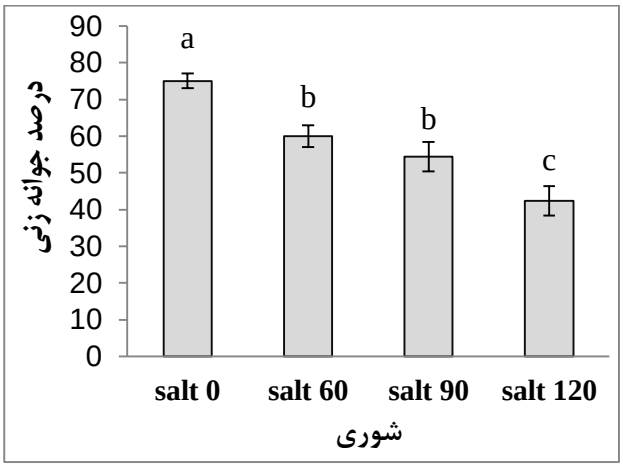
۳. ۳. مقایسهٔ میانگین اثر سطوح مختلف تیمار اسید و شوری بر جوانه‌زنی گیاه *Z. fabago*

نتایج مقایسهٔ میانگین اثر اصلی سطوح مختلف تیمار اسید بر درصد جوانه‌زنی گیاه *Z. fabago* نشان داد تیمارهای غلظت اسید صفر درصد و ده درصد هر دو با هم در یک گروه نسبت به تیمار اسید ۲۰ درصد مقدار بیشتری را دارد (شکل ۴). در خصوص اثرات اصلی تیمار شوری نیز سطح صفر میلی مول بر لیتر دارای درصد جوانه‌زنی بیشتری نسبت به سایر است (شکل ۵). برای تیمار متوسط سرعت جوانه‌زنی نیز نتایج تقریباً مشابهی حاصل شد (شکل‌های ۷ و ۸). ولی در خصوص پارامتر متوسط زمان جوانه‌زنی نتایج برعکس بوده و تیمارهای اسید ۲۰ درصد و شوری ۱۲۰ میلی مول بر لیتر دارای بیشترین مقدار نسبت به سایر تیمارها بوده است (شکل‌های ۱۰ و ۱۱). درخصوص مقایسهٔ میانگین حاصل از اثرات متقابل اسید و شوری نیز نتایج نشان داد بهترین ترکیب تیماری مربوط به اسید صفر درصد و شوری صفر و ده میلی مول بر لیتر می باشد (شکل‌های ۶، ۹ و ۱۲).

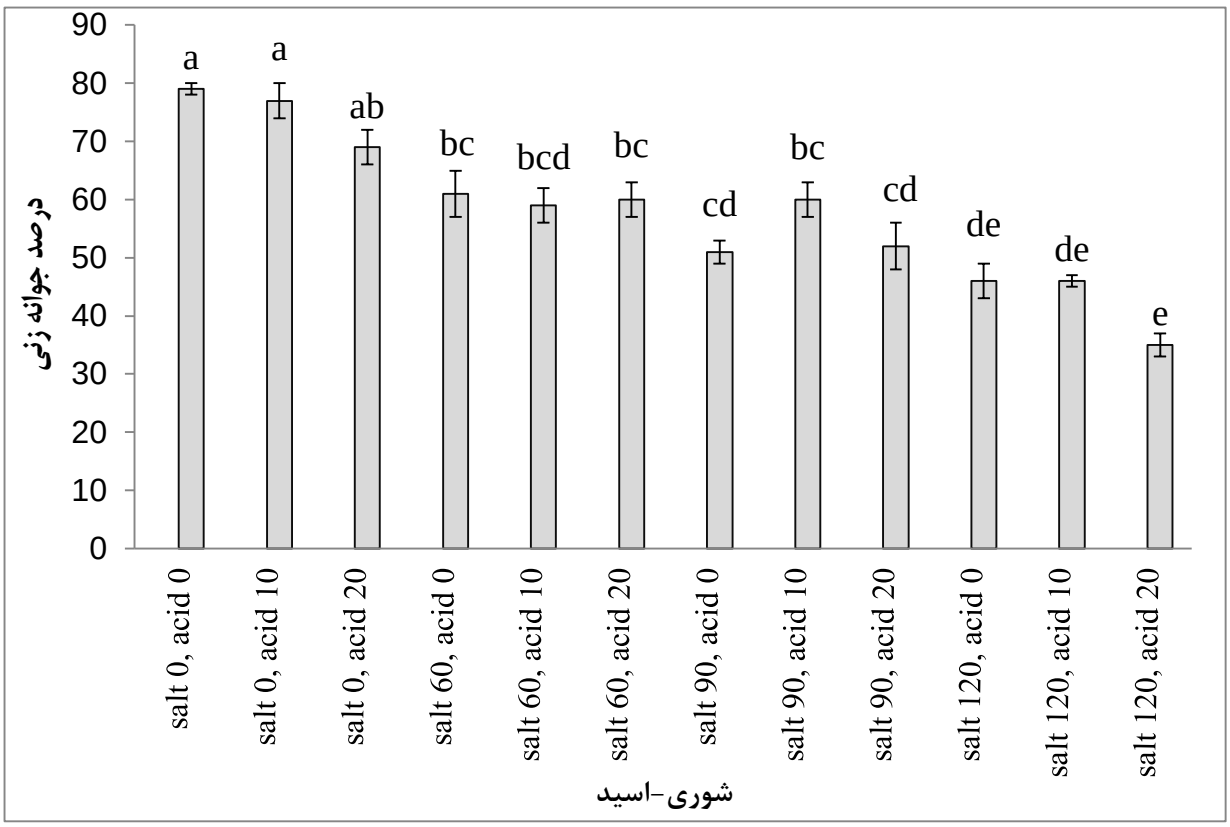
حداکثر و حداقل درصد جوانه‌زنی برای تیمار شوری صفر و ۱۲۰ به ترتیب ۷۵ و ۴۲ درصد بوده است. همچنین حداکثر و حداقل سرعت جوانه‌زنی حداقل و حداکثر برای تیمار شوری صفر و ۱۲۰ با میزان ۲/۹ و ۱/۳ اندازه‌گیری شد و بر عکس برای تیمارهای شوری صفر و ۱۲۰ حداقل و حداکثر میزان میانگین زمان جوانه‌زنی با میزان ۶/۱ و ۷/۹ ثبت شد. در خصوص تیمار اسید نیز تیمار ۲۰ درصد اسید کمترین میزان درصد جوانه‌زنی با مقدار ۵۴ درصد داشته است و برای پارامتر سرعت جوانه‌زنی نیز تیمار اسید ۲۰ درصد کمترین میزان برابر با ۱/۸ داشت. کمترین میزان پارامتر متوسط زمان جوانه‌زنی نیز برای تیمار اسید صفر و ۱۰ درصد به طور مشترک با میزان ۶/۹ و ۷/۱ به‌دست آمد.



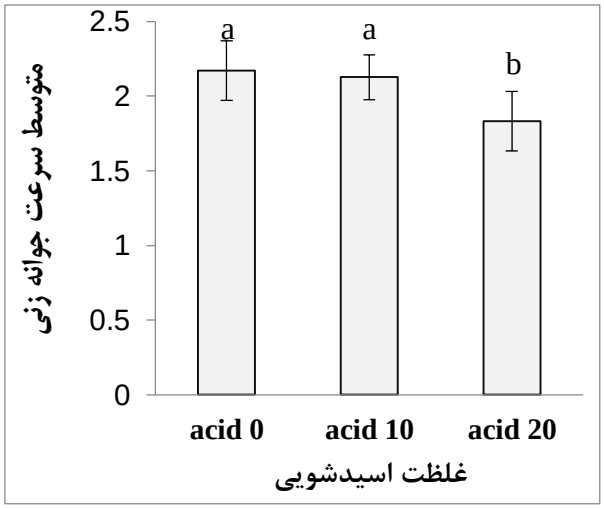
شکل ۴. مقایسهٔ میانگین درصد جوانه‌زنی در سطوح اسید



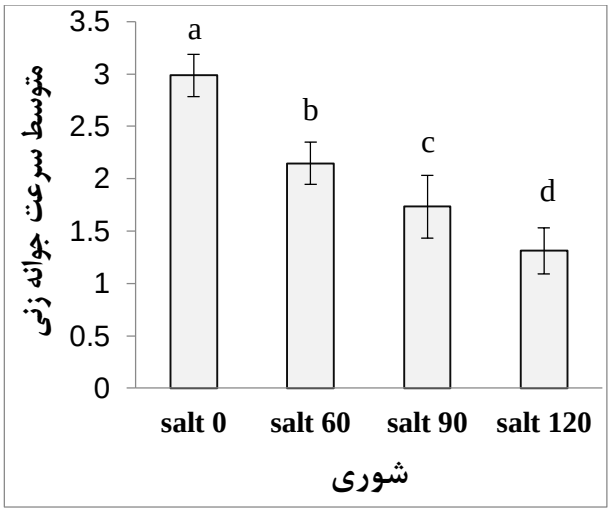
شکل ۵. مقایسهٔ میانگین درصد جوانه‌زنی در سطوح شوری



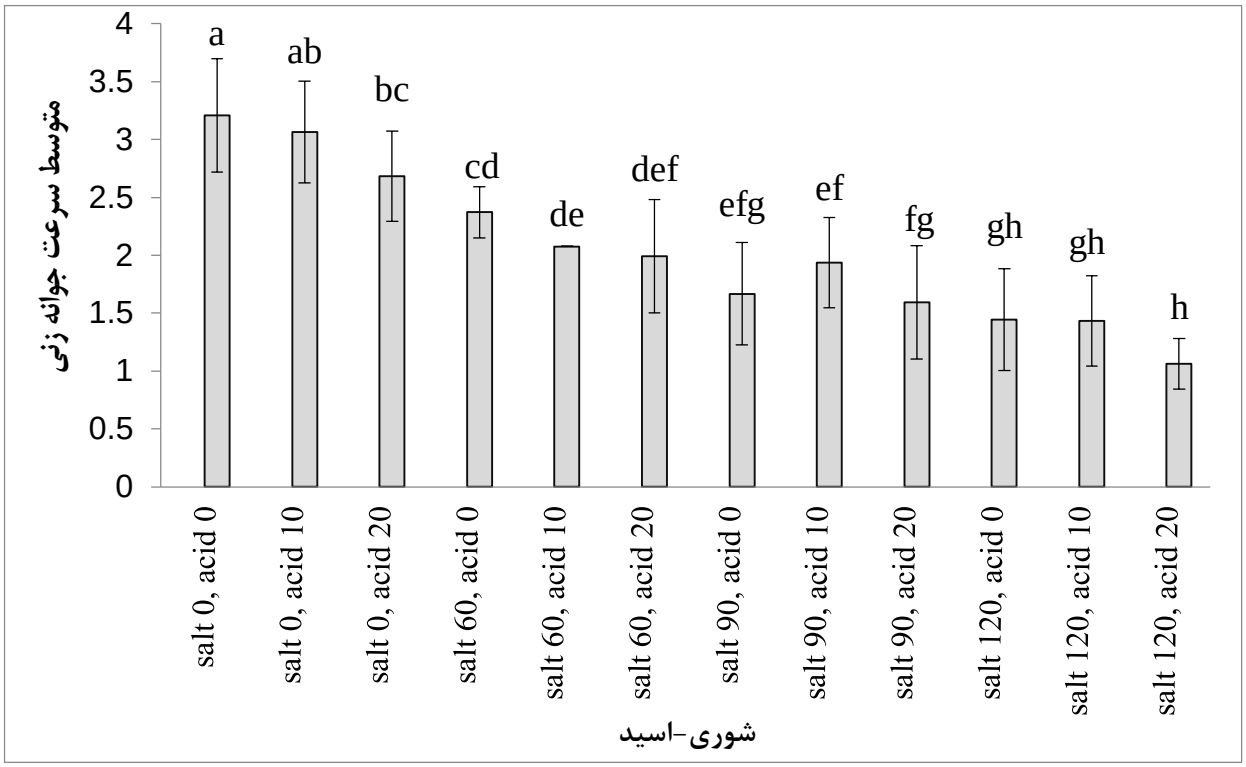
شکل ۶. مقایسهٔ میانگین درصد جوانه‌زنی در ترکیب اثرات متقابل اسید و شوری



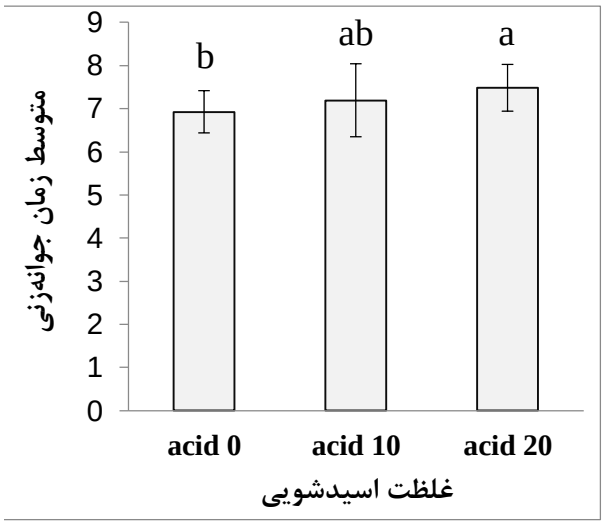
شکل ۷. مقایسهٔ میانگین سرعت جوانه‌زنی در سطوح اسید



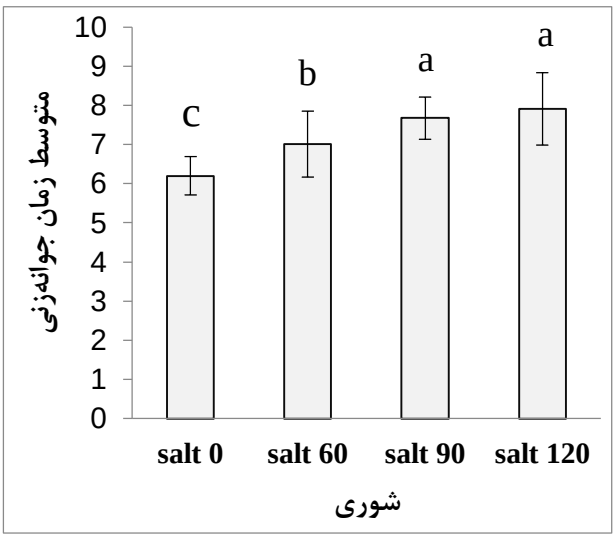
شکل ۸. مقایسهٔ میانگین سرعت جوانه‌زنی در سطوح شوری



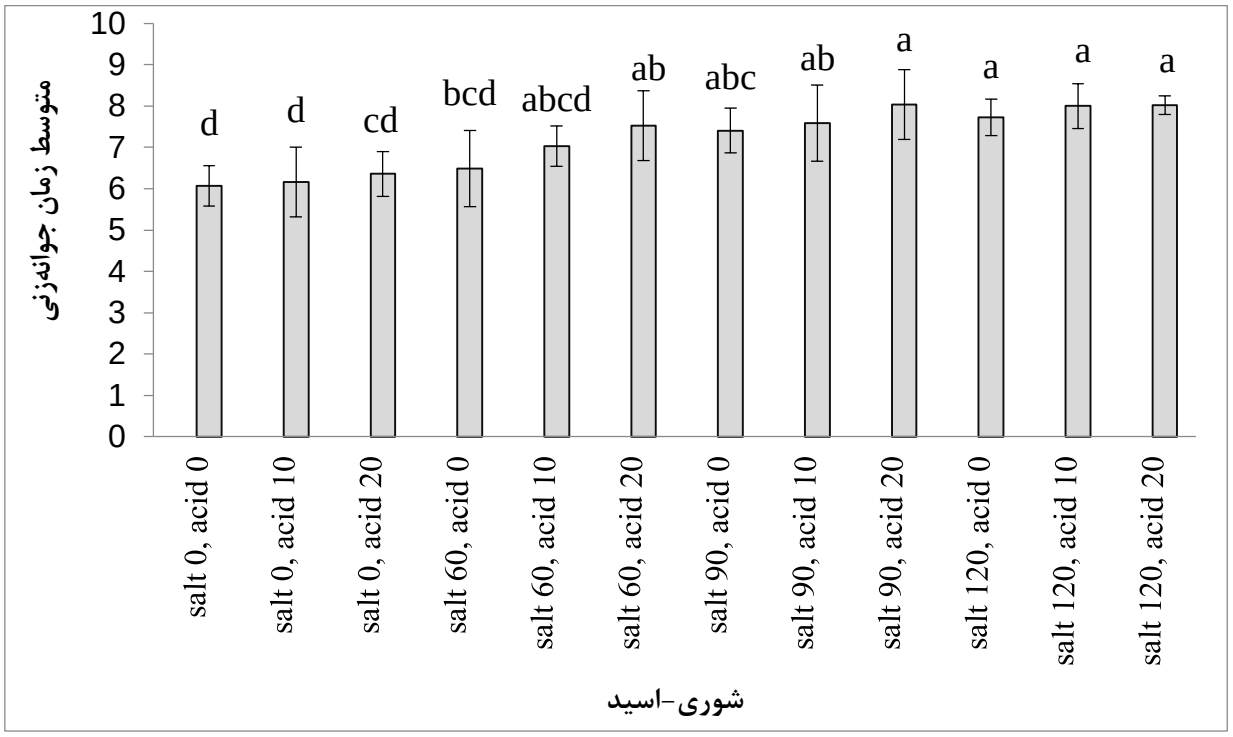
شکل ۹. مقایسهٔ میانگین سرعت جوانه‌زنی در ترکیب اثرات متقابل اسید و شوری



شکل ۱۰. مقایسهٔ میانگین زمان جوانه‌زنی در سطوح اسید



شکل ۱۱. مقایسهٔ میانگین زمان جوانه‌زنی در سطوح شوری



شکل ۱۲. مقایسهٔ میانگین متوسط زمان جوانه‌زنی در ترکیب اثرات متقابل اسید و شوری

۴. بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق به منظور بررسی اثر شستشو با اسید بر روی از بین بردن خواب بذر قیچ لوبیایی و نیز اثرات آبیاری با آب شور بر روی رشد و جوانه‌زنی این گیاه صورت گرفت. به طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد با افزایش میزان شوری پارامتر درصد جوانه‌زنی بذر گونهٔ *Z. fabago* کاهش پیدا می‌کند، نتایج این تحقیق با نتایج [۴۲، ۳۳، ۲۶ و

۱۲]، هم‌خوانی دارد. در تحقیقی [۴۲] اظهار داشتند تنش شوری در غلظت بالا رشد و بسیاری از جنبه‌های فیزیولوژیک گیاه شوررست اسپندک را تحت تأثیر قرار داد. در تحقیقی دیگر [۳۳]، با بررسی تأثیر تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی یونجهٔ یکساله (*Medicago scutellata*) و شبدر برسیم (*Trifolium alexandrium*) به این نتیجه رسیدند با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. همچنین در تحقیقی دیگر[۲۶] اظهار داشتند بالاترین درصد جوانه‌زنی استبرق در تیمار شاهد بدون نمک به‌دست آمد، با افزایش غلظت نمک، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. [۱۲]، با بررسی واکنش جوانه‌زنی یونجه‌های یکساله در معرض تنش کلریدسدیم به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. همچنین [۳۳] در بررسی واکنش ارقام یونجه به شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی، کاهش معنی‌دار درصد و سرعت جوانه-زنی را در ارقام یونجه گزارش دادند که با نتایج حاصل از این آزمایش هم‌خوانی دارد. تنش شوری قادر است با غیر فعال کردن برخی از هورمون‌ها و آنزیم‌ها و همچنین تأثیر بر نفوذپذیری غشاء سلولی موجب کاهش قوهٔ نامیه شود، با این حال همه سطوح تنش شوری تأثیر یکسانی بر سرعت و درصد جوانه‌زنی نهایی ندارند [۱۷]. در تحقیقی دیگر [۱۵] با بررسی تأثیر تنش شوری بر رشد گیاهچهٔ گندم بیان نمودند تنش شوری با تخریب غشاءهای سلولی، کاهش فعالیت‌های آنزیمی و کاهش آب قابل دسترس سلول‌های در حال رشد مانع از رشد طبیعی ریشه چه و ساقه چه گندم شد. ایشان تخریب غشاءهای سلولی را دلیل اصلی کاهش رشد گیاهچهٔ گندم تحت تأثیر تنش شوری بیان نمودند. در تحقیقی[۷] در بررسی خصوصیات جوانه-زنی بذر گل راعی اظهار می دارد که با افزایش سطح شوری، خصوصیات مختلف جوانه‌زنی مانند درصد و سرعت جوانه-زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور معنی-داری کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش [۲۱] نشان می‌دهد که با افزایش شوری تا پنج دسی زیمنس بر سانتی‌متر کاهش زیادی در اکثر مؤلفه‌های رشد بذر میخک مشاهده شد. محققان دیگر به کاهش جوانه‌زنی فلفل شیرین در نتیجه تنش شوری اشاره کردند. همچنین بیان داشتند شاخص بنیهٔ بذر کاهش یافت [۲]. همچنین در تحقیقی دیگر بیان داشتند کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر تنش شوری می‌تواند به عدم تحرک مادهٔ خشک در بافت‌های ذخیره‌ای آندوسپرم مرتبط باشد [۲۵]. همان‌طور که ذکر شد نتایج تحقیق حاضر حاکی از کاهش درصد جوانه‌زنی بذر گونهٔ *Z. fabago* با افزایش میزان شوری می‌باشد، در همین راستا برخی محققان در بررسی تأثیر تنش شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی *Atriplex halimus* اظهار داشتند بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۱۶- بار بود. آن‌ها گزارش دادند روند کاهشی در سرعت جوانه‌زنی می‌تواند نتیجهٔ کاهش فشار اسمزی محیط و در نتیجه کاهش سرعت و مقدار جذب آب، سمیت یون‌های سدیم و کلر و اختلال در جذب عناصر غذایی باشد [۸، ۱۱].

به‌طور کلی می‌توان عنوان کرد، شوری در ابتدا باعث کاهش جذب آب توسط بذرها به دلیل پتانسیل اسمزی منفی محیط شده و در مرحلهٔ دوم باعث سمیت و ایجاد تغییر در فعالیت‌های آنزیمی می‌شود. سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو از دلایل حساسیت گیاه به شوری در این مرحله است [۱۶]. محدودیت دسترسی به آب‌های با کیفیت بالا منتج به استفاده از آب دارای کیفیت پایین شده است. در کشورهای توسعه یافته، در مکان‌های که منابع آبی در دسترس محدود شده و نمی‌تواند جوابگوی افزایش نیازهای آبی جهت توسعهٔ جوامع باشد، استفاده از آب‌های شور توصیه می‌گردد [۱۰]. استفاده از این آب‌ها، منبع آبی است که به طور مداوم و حتی در خشکسالی قابل دسترس بوده و می‌توان در خصوص امکان استفاده از آن بررسی‌های لازم را انجام داد. نتایج تأثیر تیمار اسید بر درصد جوانه‌زنی گیاه *Z. fabago* نشان داد تیمارهای غلظت اسید صفر و ده درصد هر دو با هم در یک گروه نسبت به تیمار اسید ۲۰ درصد مقدار بیشتری را دارد، به-

عبارتی با افزایش درصد اسید درصد جوانه‌زنی کاهش می-باشد. در رابطه با تیمار متوسط سرعت جوانه‌زنی نیز نتایج تقریباً مشابهی حاصل شد. در رابطه با پارامتر متوسط زمان جوانه‌زنی نتایج برعکس بوده و تیمار اسید سولفوریک ۲۰ درصد بیشترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها دارا بود. در تحقیقی [۶] بیان نمودند که خراش‌دهی پوستهٔ بذر کور (*Capparis spinosa*) با اسید سولفوریک غلیظ و تیمار بذرهای خراش یافته با اسید جیبرلیک نقش به‌سزایی در تحریک جوانه‌زنی بذر این گیاه داشته است. در تحقیقی دیگر [۴۳] به بررسی تأثیر اسید سولفوریک غلیظ با دو زمان قرارگیری بذرها در معرض این اسید، بیان داشتند صفات مرتبط با جوانه‌زنی نظیر سرعت و درصد جوانه‌زنی افزایش می‌یابد. در برخی تحقیقات انجام شدهٔ قبلی، تیمار اسید سولفوریک تأثیری در افزایش جوانه‌زنی بذرها نداشته است [۳۵]. همچنین برخی محققان اظهار داشتند اسید سولفوریک به مدت ۵ یا ۱۰ دقیقه موجب افزایش نفوذپذیری پوستهٔ بذر باریجه شده است که به نظر می‌رسد نقش بازدارنده‌ای در روند جوانه‌زنی ایفا می‌کنند [۲۷].

به طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد با افزایش میزان شوری پارامتر درصد جوانه‌زنی بذر گونهٔ *Z. fabago* کاهش پیدا می‌کند. همچنین نتایج نشان داد با افزایش درصد اسید درصد جوانه‌زنی کاهش می‌باشد. بنابراین گونهٔ *Z. fabago* برای رشد بهینهٔ خود نیاز به غلظت‌های پایین از شوری و اسید سولفوریک دارد. از این رو توجه به این یافته می‌تواند در موفقیت طرح‌های ا صلاحی مرتع که این گونه مورد استفاده قرار می‌گیرد اثر گذار باشد.

References

[1] Almansouri, M., Kinet, J. M. and Lutts, S. (2001). Effect of salt and osmatic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant and Soil, 231, 243-254.

[2] Aminifard, M.H. and Bayat, H. (۲۰۲۰). Evaluation of Seed Germination and Seedling Growth Characteristics of Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) Under Salinity and Drought Treatment. Iranian Journal of Seed Research, 6(2), 137-149. (In Persian)

[3] Ashraf, M. and Waheed, A. (1990). Screening of local exotic of lentil (lens culinaris medic) for salt tolerance at two growth stage, Plant and Soil, 128: 167-176.

[4] Azad H, Fazeli nasab B. and Sobhanizade, A. (2017). A Study into the Effect of Jasmonic and Humic Acids on Some Germination Characteristics of Rosselle (*Hibiscus sabdariffa*) Seed under Salinity Stress. Iranian Journal of Seed Researches, 4 (1), 1-18. (In persian)

[5] Azimi, R., Borzelabad, M. J., Feizi, H. and Azimi, A. (2014). Interaction of SiO_2 nanoparticles with seed prechilling on germination and early seedling growth of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* L.). Polish Journal of Chemical Technology, 16(3), 25-29.

[6] Bahrani, M.J., Ramazani Gask, M., Shekafandeh, A. and Taghvaei, M. (2008). Seed germination of wild caper (*Capparis spinosa* L. var. parviflora) as affected by dormancy breaking treatments and salinity levels. Seed Science and Technology, 36(3): 776-780.

[7] Bakhshi-zadeh, J. (2014). Investigation of the effects of salinity and environmental stress on germination and seedling growth characteristics of (*Hypericum perforatum*). National Conference on the Application of Medicinal Plants in Lifestyle and Traditional Medicine, 11-27.

[8] Dadkhah, A. (۲۰۱۰). Effect of salinity on germination and seedling growth of four medicinal plants. Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 3(26), 369-358. (In Persian)

[9] Daneshmand F, Arvin M J, Keramat B, Momeni N. (2012). Interactive effects of salt stress and salicylic acid on germination and plant growth parameters of maize (*Zea mays* L.) under field conditions. Journal plant process and function. 1 (1), 57-70. (In Persian)

[10] Dawood, M.G., Taie, H.A.A., Nassar, R.M.A., Abdelhamid, M.T., and Schmidhalter, U. (2014). The changes induced in the physiological, biochemical and anatomical characteristics of *Vicia faba* by the exogenous application of proline under seawater stress. South African Journal of Botany, 93: 54-63.

[11] Deilam, A., Rouhani, H., Sabouri, H. and Gholam Ali Pooralmadari, E. (۲۰۱۹). Effect of drought stress and salinity on germination, soluble carbohydrates and proline of *Atriplex halimus*. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(2), 245-255. (In Persian)

[12] Dori, M.A. and Salehi, M. (2010) Germination and Seed Growth Reaction of Four Alfalfa Cultivars Exposed to Sodium Chloride Tension, Journal of applied field crop research, 89: 69-61. (In Persian)

[13] Elgamal, M.H.A., Shaker K.H., Pöllmann K. and Seifert K. (1995). Triterpenoid saponins from Zygophyllum species. Phytochemistry, 40(4), 1233-1236.

[14] Farhoudi, R. and khodarahmpour, Z. (2017). Effect of Salt and Drought Stresses on Germination, Seedling Growth and Cell Membrane Stability of Anise (*Pimpinella anisum*) and Fennel (*Foeniculum vulgare*). Iranian Journal Seed Research, 4 (1), 103-110.

[15] Farooq, S., and Azam, F. (2006). The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerance wheat varieties. Journal of Plant Physiology, 163(6), 629-637.

[16] Farrokhi, A. and Galeshi, S. (2005). Investigating the effect of salinity, seed size and their interactions on spin, seed conversion efficiency and soybean growth (*Glycine max*). Iranian journal of agriculture science, 36 (5), 1233-1239.

[17] Flood, M.R., and Jones, R.A. (1996). Response to selection for salt tolerance during germination in tomato seed. Journal of the American Society for Horticultural Science, 121, 1001-1006.

[18] Flowers, T. J. and Colmer T.D. (2015). Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. Annals of botany, 115(3), 327-331.

[19] Frnciois, L.E. Donovan, T.J. Maas, E.V. (1984). Salinity effects indeed yield growth and germination of grain sorghum, Agronomy Journal, 76, 741-744.

[20] Ghahreman, A. (1997). Flora of Iran. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands 250p.

[21] Ghasemi Nejad, P., Bahmaniar, M., Hosseini, M., Rafiei, H. Gholami, S. (2012). Effect of PGPR and salinity on germinating seed of carnation (*Syzygium aromaticum*). Summary of Articles of the National Conference on Natural Products and Medicinal Plants, 231.

[22] Haung, J. and Redmann, R.E. (1995). Salt and drought tolerance of Hordeum and Brassica species during germination and early seedling. Canadian Journal of Plant Science, 75(4), 815-819.

[23] Jamil, M. Lee, D.B. Jung, K.Y. Ashraf, M. Lee, S.C. and Rha, E.S. (2006). Effect of salt (nail) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species, Journal of Central European Agriculture, 7(2), 273-282.

[24] Kafi, M. and Mahdavi Damghani, A. M. (2000) Mechanisms of resistance to environmental stress", translation. Ferdowsi University Press and Publishing. P. 130- 11

[25] Keshavarz Afshar, R., Keykhah, M., Chaeichi, M.R. and Ansari, M. (2013). Effect of different levels of salinity and drought stress on seed germination characteristics and seedling growth of forage turnip (*Brassica rapa* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 43(4), 661-671. (In Persian)

[26] Khaef, N., Taghvayi, N. and Niazi, A. (2011). Investigation of the interaction of light and temperature on seed germination (*Calotropis procer* L.). Journal of rangeland, 5(1), 19-26. (In Persian)

[27] Labbafi, M., Mehrafarin, A., Naghdibadi, H., Ghorbani, M. and Tavakoli, M. (2018). Investigating the effect of various chemical and non-chemical treatments break dormancy galbanum seeds *Ferula gummosa* Boiss. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 6(2), 80-88. (In Persian)

[28] Lambardo, V. & Saladino, L. (1997). Effect of salinity of water on seed germination capacity, Irrigation -e-Drenaggio, 44:1, 3-7.

[29] Lefevre, I., Vogel-Mikus, K., Arcon, I. and Lutts, S. (2016). How do roots of the metalresistant perennial bush *Zygophyllum fabago* cope with cadmium and zinc toxicities? Plant and Soil, 404 (1-2), 193-207.

[30] Li, Y. (2008). Effect of salt stress on seed germination and seedling growth of three salinity Plants, Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(9), 1268-1272.

[31] Maghsoudi Moud, A. and Maghsoudi, K. (2008). Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars, World Journal of Agricultural Sciences, 4(3), 351-358.

[32] Mehrabi, A.A. and Hajinia, S. (2019). The Effect of Seed Pre-treatments on Germination of *Astragalus gossypinus* Seed. Iranian Journal of Seed Research, 6(1), 97-114. (In Persian)

[33] Mohammadi, H. and Beheshtian Mesgaran, M. (2005). Effect of salinity and drought stress on germination of *Medicago scutellata* and *Trifolium alexandrium*. First national conference of natural resources, Iran, Karaj, (208-207)

[34] Mojab, M., Hosseini, M., Zamani, Gh.R., Kohansal, A., Ebrahimi, A. (2015). The effect of different methods of seed dormancy breaking and effects of salinity and drought stress on germination characteristics of weed (*Prosopis stephaniana* willd). Environmental stresses in crop science, 8 (1), 101-108. (In Persian)

[35] Morgenson, G. (1999). Effects of cold strafication, warm-cold stratification, and acid scarification on seed germination of three Crataegus species. Tree planters' Notes, 49 (3), 72-74.

[36] Mozaffarian, V.A. (2013). Identification of medicinal and aromatic plants of Iran. Farhang Moaser publication. 1444 p.

[37] Munns, R., Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59, 651-668.

[38] Nasiri, M., Babakhanloo, P. and Maddah Arefi, H. (2003). Seed germination in Kozal (*Diplotaenia damavadica* Mozaffarian, Hege & Lamond). Iranian Journal of Rangelands Forests plant Breeding and Gentic research, 11(2), 256-275. (In Persian)

[39] Panahi, F and Arast, M. (2019). The effect of different treatments on seeds dormancy and germination of *Gundelia tournefortii*. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(3), 347- 358. (In Persian)

[40] Rogers, M. E., Noble, C. L., Halloran, G. M. & Nicolas, M. E. (1995) The effect of NaCl on germination and early seedling growth of *Trifolium repens* populations selected for high and low salinity tolerance, Seed Science and Technology, 23(2), 227-228.

[41] Roumani, A. and Ehteshami M. (2014). Effect of different levels of salinity stress on seed germination and early growth of fenugreek (*Trigonella foenum-greacum*) seedling. Iranian Journal Seed Research, 1 (1), 33-45. (In Persian).

[42] Saeedifar, R., and Chaparzadeh, N. (2016). Interactive effects of salinity and Nitric oxide on water relations of *Zygophyllum fabago* L. Journal of plant research, 21 (3), 675-685. (In Persian).

[43] Tavili, A., Zare, S. and Yari, R. (2010). Effect of different treatments on seed dormancy breaking and germination stimulation of *Ammodendron persicum*. Iranian journal of Range and Desert Research, 17 (3), 466-475. (In Persian)

[44] Yoosefi, B. (2015). Comparison of erosion and sediment estimation methods to correct soil edibility factor in Nazlouchai watershed, M.Sc. thesis in Watershed management, Urmia University, 104 p. (In Persian)