

اثر تنش شوری و خشکی بر برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی آلوئه ورا

*حسین زینلی

**معصومه حسن بارانی

چکیده

گیاه صبرزرد (*Aloe vera*) از خانواده *Liliaceae* کاربرد زیادی در صنایع داروسازی، بهداشتی و غذایی دارد. هدف از این تحقیق «مطالعه اثرات شوری و خشکی روی صفات کمی و کیفی» این گیاه بود. این تحقیق در شرایط گلخانه‌ای به صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تکرار انجام شد. گیاهان تحت دو عامل شوری با هدایت الکتریکی شاهد (آب چاه با هدایت الکتریکی یک)، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و تنش خشکی در چهار سطح ظرفیت زراعی ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس اعمال گردید. پس از اعمال تیمارها برخی پارامترهای کمی و کیفی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد خشکی و شوری روی گیاه *آلوئه‌ورا* تأثیر منفی داشته و باعث کاهش عملکرد کل اندام هوایی، میزان ژل برگ و وزن تر و خشک ریشه شده است. نتایج نشان داد تنش بیشتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر و ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس روی عملکرد اثر گذاشته؛ ولی با افزایش تنش شوری و خشکی عملکرد اقتصادی این گیاه که شامل اندام هوایی و ژل موجود در گیاه است، کاهش داشته است؛ اگرچه روند کاهش بسیار کند بوده، به طوری که تا حد شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس این گیاه عملکرد مناسبی را تولید کرده است.

واژگان کلیدی: شوری، خشکی، صبرزرد، ژل و عملکرد آلوئه ورا.

** گروه زیست‌شناسی، مؤسسه آموزش عالی آل طه (نویسنده مسئول).

mh_plantbiology@yahoo.com

** گروه زیست‌شناسی، مؤسسه آموزش عالی آل طه (نویسنده مسئول).

mh_plantbiology@yahoo.com

مقدمه

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در تولید ترکیبات مؤثره مورد نیاز جهت صنایع دارو سازی، لوازم آرایشی و بهداشتی و همچنین رویکرد مجدد دنیا به خصوص کشورهای پیشرفته به استفاده از داروهای گیاهی و سنتی به جای داروهای شیمیایی، لزوم تحقیق بیشتر در مورد جنبه‌های مختلف تولید این گیاهان ارزشمند احساس می‌شود [۱].

گیاه صبرزرد یکی از گونه‌های بسیار مهم گیاهی می‌باشد که در نواحی گرم می‌روید [۲]. گیاه صبرزرد دارای خواص متعددی است و بی‌توجهی به امر کشت و توسعه این گیاه باعث حضور محصولات خارجی در بازارهای داخلی و منطقه خواهد شد؛ لذا با توجه به تقاضای بالای صنایع و درآمد مناسب حاصل از آن برنامه‌ریزی جهت معرفی و تولید این گیاه لازم و ضروری می‌باشد [۳]. صبرزرد گیاهی گوشتی، چندساله و روزت بوده، توان تولید پاجوش روی ریشه ضخیم خود را دارد. گیاه بالغ دارای ۱۲-۱۵ برگ ضخیم و گوشتی با کناره‌های خاردار است. برگ‌ها ضخیم و دارای پارانشیم بی‌رنگ، موسیلاژدار و شیره چسبنده است که این قسمت به عنوان بافت ذخیره‌کننده آب در گیاه محسوب می‌شود [۲].

از ژل برگ گیاه فراورده‌های زیادی در زمینه‌های دارویی، آرایشی، بهداشتی و غذایی تهیه می‌شود [۴]. آمار موجود در یک شرکت آمریکایی نشان می‌دهد بیش از ۱۳۰ نوع محصول مختلف از این گیاه تولید شده و صادرات عصاره این گیاه در سال ۱۹۹۱ بیش از ۲۸۰ میلیون دلار بوده است [۳].

گیاه آلوئه‌ورا محتوی ۷۵ ماده سازنده فعال شامل ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، مواد معدنی، قندها، لیگنین و آمینواسید می‌باشد [۵]. قندهای موجود در ژل آلوئه به دلیل فشار اسمزی بالا از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کنند [۴]. خاصیت مرطوب‌کنندگی ژل به دلیل پلی‌ساکارید گلوکومانان است. خاصیت ترمیم زخم‌ها، تقویت سیستم ایمنی - خصوصاً فعالیت ضد میکروبی - و فعالیت ضد ویروسی ژل نیز ناشی از وجود

کربوهیدرات آسمانان می‌باشد. نقش ضد تورمی ژل به دلیل وجود ترکیبات برادیکینیناز و خاصیت ضد خارش پوست به دلیل وجود لاکتات منیزیم در ژل است [۱].

به طور کلی ژل موجود در برگ‌های آلوئه‌ورا دارای خواص و فعالیت‌های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی متنوعی چون قابلیت ترمیم سوختگی‌های پوست و زخم‌ها، حفاظت از پوست در برابر اشعه‌های مضر، ضد ویروس ایدز و سرطان، ضد التهاب و تورم و بسیاری خواص دیگر است [۶].

افزایش عملکرد در واحد سطح و در واحد زمان یکی از اهداف اصلی کشاورزی نوین می‌باشد. برای نیل به این منظور مدیریت‌های کشاورزی برتر بسیار ضروری است [۷].

تنش یک عامل محیطی است که فرایند فیزیولوژیکی را مختل و در نتیجه تولید ماده را کاهش می‌دهد [۸]. در گیاهان زراعی علاوه بر شرایط محیطی نظیر گرما، سرما، کم‌آبی، رشد و میزان ماده خشک نیز می‌توانند به دلیل اثر اسمزی اصلاح و یا به دلیل مسمومیت ناشی از تجمع عناصر سدیم و کلر کاهش یابد [۹]. شوری خاک یا شوری آب آبیاری و خشکی از عمده‌ترین تنش‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک قلمداد می‌شوند [۸].

شوری از طریق اثر افزونی، متقابل یونی، اسمزی و تغذیه‌ای سبب تغییرات پیچیده‌ای در گیاه می‌شود که نتیجه آن، تغییرات آناتومیکی و فیزیولوژی گیاه به منظور اجتناب و یا سازگاری گیاه با آن عامل محیطی است [۹]. متناسب با شدت و نوع تنش در گیاه می‌توان با ترکیباتی مواجه شد که مقادیر و نوع این ترکیبات به عنوان شاخص تحمل تنش تغییر می‌کند (همان)؛ برای مثال افزایش قندها، پرولین، گلیسین بتائین [۸] اسید آبسزیک [۹] و سایر محلول‌های آلی از این قبیل ترکیبات می‌باشند. این ترکیبات از طریق مشارکت در ایجاد تعادل اسمزی و حفظ فعالیت آنزیمی در حضور یون‌های سمی سبب افزایش مقاومت گیاه به شوری و خشکی می‌شوند [۹، ۸].

در شرایط طبیعی گیاهان عالی خشکی‌زی در مناطق نزدیک ساحل دریا و اراضی شور با غلظت زیاد نمک مواجه‌اند. علاوه بر آن شوری ناشی از تجمع نمک بر اثر آبیاری بی‌رویه در مناطق خشک نیز وجود دارد. زمانی که کیفیت آب آبیاری پایین باشد (غلظت زیاد املاح) و زمانی که سیستم زهکشی مناسبی برای خارج‌نمودن نمک نباشد، تجمع نمک می‌تواند به سطحی از شوری برسد که برای گونه‌های حساس به شوری زیان‌آور باشد. غلظت زیاد Na^+ در خاک فقط به گیاهان صدمه نمی‌زند، بلکه سبب تخریب ساختمان خاک و کاهش خلل و فرج و نفوذپذیری آب در خاک می‌شود [۱۰]. مطالعات جدی درباره شرایط نامساعد محیطی و عکس‌العمل گیاهان نسبت به آنها از دهه اول قرن بیستم شروع شده است. خسارات تنش‌های کمبود آب، شوری و دما به گیاهان زراعی در سطح جهان در مقایسه با سایر تنش‌ها گسترده‌تر است و لذا تنش‌های شوری و خشکی بیشتر مورد توجه‌اند [۱۰ و ۱۱]. از آنجا که تا کنون اثرات توأم آنها بررسی نگردیده است، ضروری است در این زمینه تحقیقاتی انجام گردد.

۱. مواد و روش‌ها

۱-۱. زمان و محل انجام آزمایش

اوایل شهریور ۱۳۹۱ تعداد ۳۲۰ نشای آلوئه‌ورا توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه گردید. گیاهان همه از اندازه مشابه بودند. بوته‌ها در زمان کاشت در مرحله چهار برگی قرار داشته‌اند. خاک موجود در گلدان آزمایش شامل رسی سیلتی، یک قسمت کود دامی پوسیده به نسبت دو به یک بود.

اندازه گلدانها دارای دهانه ۳۲ سانتی متر و ارتفاع حدود ۴۰ سانتی متر بود. نمونه‌ها پس از کشت به گلخانه بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی منتقل شدند. پس از یک ماه که گیاهان استقرار یافتند آبیاری با آب شور شروع و تا پایان طرح (۲۷۰ روز بعد از استقرار) ادامه یافت.

۱-۲. مشخصات خاک محل آزمایش

میزان عناصر معدنی خاک آزمایش از جمله $Ca+Mg$ ، HCO_3^- ، K^+ ، Na^+ ، Cl

، SO_4 ، مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌ها و نیز pH آن در شهریور ماه، قبل از کاشت نشاءها صورت پذیرفت که مقادیر آنها به قرار زیر بود.

جدول ۱-۲: خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد آزمایش

| عناصر | Na | SO4 | CL | HCO3 | Ca+Mg | جمع هاکاتیون | جمع آنیونها | PH | EC |
|---------------|-----|------|-----|------|-------|-----------------|----------------|-----|------|
| درصد عناصر | ۱۱۵ | ۳۳/۸ | ۱۷۰ | ۷/۲ | ۹۶ | ۲۱۱ | ۱۷۷/۲ | ۷/۵ | ۲۱/۳ |

خصوصیات فیزیکی خاک شامل جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از حجم گلدان و میزان خاک موجود در آن پس از خشک کردن تا رسیدن به وزن ثابت و درصد حجمی سنگ ریزه با استفاده از وزن آن با فرض جرم مخصوص ظاهری سنگ ریزه‌ها به میزان ۲/۶۵ گرم بر سانتیمتر مکعب تعیین گردید. ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم توسط خاک عبور داده شده از الک ۲ میلیمتری و بترتیب در فشار یک سوم و ۱۵ بار تعیین شد و برای میزان سنگ ریزه تصحیح گردید. همچنین بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری تعیین گردید.

جدول ۲-۲- خصوصیات فیزیکی خاک گلدانهای مورد آزمایش

| رطوبتی خاک در زمان آبیاری | درصد رطوبت حجمی در درصد تخلیه | رطوبت قابل دسترس | نقطه پژمردگی دائم | ظرفیت مزرعه | بافت خاک | رس | سیلت | شن | درصد |
|---------------------------------------|--|------------------------|-------------------------|----------------|-------------|----|------|----|------|
| %۸۰ | %۴۰ | %۰ | (حجم آب/حجم خاک) | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|----|------|----|----|----------------|----|----|----|----|
| ۹/۲۱ | ۲۴/۴ | ۲۶/۹ | ۳۵ | ۱۲/۶ | ۲۲ | ۳۵ | رسی - سیلتی | ۴۰ | ۴۱ | ۱۹ | ۳۰ |
|------|------|------|----|------|----|----|----------------|----|----|----|----|

آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی و در ۸ تکرار انجام گرفت. در این طرح فاکتور اول شامل تنش شوری با هدایت الکتریکی شاهد، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس برمتر، فاکتور دوم شامل تنش خشکی شامل شاهد (ظرفیت زراعی مزرعه)، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده بود. که جهت تعیین زمان آبیاری رطوبت حجمی خاک با یک سنسور رطوبتی اندازه گیری گردید.

پس از ۱۵ ماه تیمار دهی در پایان دوره رشد در تیرماه ۱۳۹۳ پارامترهای رشد مانند، ضخامت برگهای خارجی و داخلی، طول و عرض برگ داخلی و خارجی، ارتفاع بوته، تعداد پاجوش، کلروفیل برگ، میزان ترکیبات فنلی در برگ، میزان پرولین و کربوهیدرات کل برگ، میزان ژل برگ، (هدایت الکتریکی ژا) ژل، اسیدیته ژل، عملکرد اندام هوایی، عملکرد ریشه و طول ریشه، عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم، آهن و روی اندازه گیری شد.

۲. اندازه گیری شاخص های کمی و کیفی

۲-۱. درصد ژل

در این مرحله شادابترین برگ هر بوته (برگ ۳ یا ۴) از هر نمونه جدا شده و برای اندازه گیری وزن تر به آزمایشگاه برده شد. پس از وزن کشی، با دقت فیله ژل را جدا و آن نیز وزن شد. سپس از فرمول زیر درصد ژل محاسبه شد.

$$\text{درصد ژل} = \left(\frac{\text{وزن ژل}}{\text{وزن تر برگ}} \right) \times 100$$

۲-۲. عملکرد ژل در هر بوته

کل محتوی ژل اندام هوایی استخراج شد و سپس وزن آن توسط ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد.

۲-۳. اسیدیته ژل

کل محتوی ژل اندام هوایی استخراج شد و پس از هموژنیزه شدن بوسیله همزن

برقی خانگی ژل یکنواخت شده از طریق دستگاه PH متر خوانده شد

۴-۲. هدایت الکتریکی ژل

کل محتوی ژل اندام هوایی را استخراج کرده و بوسیله ی همزن برقی خانگی هموژنیزه شد و ژل یکنواختی بدست آمد و با استفاده از دستگاه EC متر خوانده شد.

۵-۲. عملکرد اندام هوایی

اندام هوایی بوته از محل اتصال ساقه و ریشه جدا شد و سپس وزن آن توسط ترازوی دیجیتالی خوانده شد.

۶-۲. عملکرد ریشه

پس از جداسازی ریشه از اندام هوایی، وزن ریشه توسط ترازوی دیجیتالی خوانده شد.

۳. نتایج

۱-۳. عملکرد کل اندام هوایی

تجزیه واریانس عملکرد کل اندام هوایی نشان داد که سطوح مختلف شوری، سطوح مختلف خشکی و اثرات متقابل شوری و خشکی در سطح احتمال ۱ درصد بر روی این صفت اختلاف معناداری داشتند.

نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری بر روی عملکرد کل اندام هوایی نشان داد که بیشترین عملکرد (۱/۹۷ کیلوگرم در هر بوته) در شرایط عدم استفاده از تیمار شوری (شاهد) و کمترین میزان آن (۰/۸۷ کیلوگرم در هر بوته) در شرایط استفاده از تیمار ۱۲ دسی زیمنس در هر بوته حاصل شد.

بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه ی میانگین سطوح مختلف خشکی روی عملکرد کل اندام هوایی، دامنه ی تغییرات این صفت از ۰/۹۳ کیلوگرم در هر بوته در شرایط استفاده از تیمار ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس تا ۱/۶۹ کیلوگرم در هر بوته در شرایط استفاده از تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس متغیر بود. ضمن اینکه بین تیمارهای ۴۰ و صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس اختلاف معناداری وجود

نداشت.

با توجه به نتایج بدست آمده از مقایسه ی میانگین اثرات مختلف شوری و خشکی بر روی عملکرد کل اندام هوایی، در شرایط استفاده از تیمارشاهد و ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس بیشترین میزان عملکرد (۲/۶۶ کیلوگرم در هر بوته) و در شرایط استفاده از تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر و ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس کمترین میزان آن (۰/۶۴ کیلوگرم) حاصل شد. ضمن اینکه بین تیمارهای ۰-۰، ۴۰-۰ و ۴۰-۴۰ شوری و خشکی اختلاف معناداری مشاهده نشد.

۲-۳. وزن تر ریشه

تجزیه واریانس صفت وزن تر ریشه نشان داد که سطوح مختلف شوری، سطوح مختلف خشکی و اثرات متقابل شوری و خشکی در سطح احتمال ۱ درصد بر روی این صفت اختلاف معناداری داشتند.

نتایج مقایسه ی میانگین سطوح مختلف شوری بر روی وزن تر ریشه نشان داد که بیشترین میزان این صفت (۴۲/۶۹ گرم) متعلق به تیمارشوری شاهد و کمترین میزان آن (۲۸/۵ گرم) متعلق به تیمار شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود.

بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه ی میانگین سطوح مختلف خشکی روی وزن تر ریشه، دامنه ی تغییرات این صفت از ۲۷/۷۵ گرم در تیمار خشکی ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس تا ۴۳/۹۵ گرم در تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس متغیر بود. ضمن اینکه بین تیمارهای ۴۰ و صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس اختلاف معناداری مشاهده نشد.

با توجه به نتایج مقایسه ی میانگین اثرات متقابل شوری و خشکی بر روی وزن تر ریشه، بیشترین میزان این صفت (۶۳/۱۷ گرم) با اعمال تیمار ۴-۴۰ و کمترین میزان آن (۱۷/۰۰ گرم) با اعمال تیمار ۱۲-۸۰ حاصل شد.

۳-۳. وزن خشک ریشه

تجزیه واریانس وزن خشک ریشه نشان داد که سطوح مختلف شوری، سطوح

مختلف خشکی و اثرات متقابل شوری و خشکی در سطح احتمال ۱ درصد بر روی این صفت اختلاف معناداری داشتند.

نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری روی میزان وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک ریشه (۱۰/۴۱ گرم) در شرایط استفاده از تیمار شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و کمترین میزان آن (۵/۹۷ گرم) در شرایط استفاده از تیمار شوری شاهد بدست آمده است.

بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین سطوح مختلف خشکی روی وزن خشک ریشه، دامنه تغییرات این صفت از ۶/۳۷ گرم در تیمار صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس تا ۱۰/۵۰ گرم در تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس متغیر بود. بین تیمارهای ۸۰ و صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس و همچنین بین تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس اختلاف معناداری مشاهده نشد.

با توجه به نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و خشکی بر روی وزن خشک ریشه، اعمال تیمار شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و خشکی ۶۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس باعث افزایش وزن خشک ریشه (۱۶/۰۷ گرم) و اعمال تیمار شوری شاهد و خشکی ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس باعث کاهش وزن خشک ریشه شد.

۴-۳. درصد رطوبت ژل

تجزیه واریانس درصد رطوبت ژل نشان داد که سطوح مختلف شوری، خشکی و اثرات متقابل شوری و خشکی بر روی این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بودند.

مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف شوری روی صفت درصد رطوبت ژل برگ نشان داد که بیشترین درصد رطوبت ژل متعلق به تیمار شوری شاهد و کمترین آن متعلق به سطح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر می باشد. همچنین نتایج نشان داد بین

سطح شوری شاهد تا ۸ دسی زیمنس از لحاظ آماری تفاوت معناداری از لحاظ این صفت مشاهده نمی شود.

بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه ی میانگین سطوح مختلف خشکی بر روی درصد رطوبت ژل، دامنه ی تغییرات این صفت از ۴۸/۷۶ درصد در شرایط استفاده از تیمار ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس تا ۵۹/۱۳ درصد در شرایط استفاده از تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس متغیر بود.

با توجه به نتایج مقایسه ی میانگین اثرات متقابل شوری و خشکی بر روی درصد رطوبت ژل، اعمال تیمار ۴ دسی زیمنس بر متر و ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس باعث بیشترین میزان این صفت (۷۱/۷۷ درصد) و اعمال تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر و ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس باعث کمترین میزان (۴۰/۵۵ درصد) آن شده است.

۳-۵. درصد ژل برگ

نتایج تجزیه واریانس درصد ژل برگ نشان داد که سطوح مختلف خشکی روی این صفت در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معناداری بود. سطوح مختلف شوری و اثرات متقابل شوری و خشکی روی این صفت اختلاف معناداری را نشان ندادند.

بر اساس نتایج مقایسه ی میانگین سطوح مختلف خشکی بر روی درصد ژل برگ، بیشترین میزان درصد ژل برگ (۵۹/۳۸ درصد) در شرایط استفاده از تیمار ۴۰ و کمترین میزان آن (۵۱/۳۵ درصد) در شرایط استفاده از تیمار ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس حاصل شد. بین تیمارهای ۶۰، ۸۰ و صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس اختلاف معناداری مشاهده نشد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل این صفت نشان داد که درصد ژل برگ از ۴۸/۹۳ درصد در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر و خشکی ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس تا ۶۴/۲۹ درصد در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و خشکی ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس متفاوت بود.

۶-۳. میزان هدایت الکتریکی ژل

نتایج تجزیه واریانس میزان هدایت الکتریکی ژل نشان داد که سطوح مختلف شوری و سطوح مختلف خشکی بر روی این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار می‌باشند. اثرات متقابل شوری و خشکی روی این صفت اختلاف معناداری را نشان نداند.

با توجه به مقایسه ی میانگین سطوح مختلف شوری بر روی میزان هدایت الکتریکی ژل نشان داد که بیشترین میزان این صفت (۱۱/۲۹ دسی زیمنس بر متر) در شرایط استفاده از شوری ۱۲ و کمترین میزان آن (۴/۰۶ دسی زیمنس بر متر) در شرایط عدم استفاده از شوری حاصل شد.

بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه ی میانگین سطوح مختلف خشکی بر روی ژل، دامنه ی تغییرات این صفت از ۶/۰۶ دسی زیمنس بر متر در شرایط استفاده از صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس تا ۸/۶۳ دسی زیمنس بر متر در شرایط استفاده از ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس متغیر بود. ضمن اینکه بین تیمارهای ۴۰ و صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس اختلاف معناداری مشاهده نشد.

نتایج به دست آمده از مقایسه ی میانگین اثرات متقابل شوری و خشکی بر روی میزان هدایت الکتریکی ژل حاکی از این بود که اعمال شوری ۱۲ دسی زیمنس و خشکی ۸۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس باعث افزایش میزان هدایت الکتریکی ژل (۱۳/۲ دسی زیمنس بر متر) و اعمال شوری شاهد و خشکی ۶۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس باعث کاهش (۳/۷۵ دسی زیمنس بر متر) میزان هدایت الکتریکی ژل شد. بین تیمارهای ۴۰-۰ و ۶۰-۰ اختلاف معناداری مشاهده نشد.

۷-۳. اسیدیته ژل

نتایج تجزیه واریانس صفت اسیدیته ژل نشان داد که سطوح مختلف شوری بر روی این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. اثرات متقابل شوری و خشکی

و سطوح مختلف خشکی روی این صفت در سطح ۵ درصد اختلاف معناداری را نشان دادند.

با توجه به نتایج مقایسه ی سطوح مختلف شوری بر روی میزان اسیدپته ژل، بیشترین میزان اسیدپته ژل برابر با ۴/۸۹ با اعمال تیمار شوری ۸ دسی زیمنس و کمترین میزان آن (۴/۵۲) با اعمال تیمار شوری ۴ دسی زیمنس به دست آمده است.

نتایج به دست آمده از سطوح مختلف خشکی روی اسیدپته ژل نشان داد که دامنه ی تغییرات این صفت از ۴/۶۲ با اعمال تیمار صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس تا ۴/۷۵ با اعمال تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس متغیر بود. بین تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس اختلاف معناداری مشاهده نشد.

نتایج به دست آمده از مقایسه ی میانگین اثرات متقابل شوری و خشکی روی اسیدپته ژل نشان داد که در تیمار ۸ دسی زیمنس بر متر و ۶۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس، بیشترین میزان اسیدپته ژل (۴/۹۸) و در تیمار ۴ دسی زیمنس و صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس کمترین میزان آن را (۴/۲۶) را در پی داشت.

۸-۳. عملکرد ژل در هر بوته:

تجزیه واریانس عملکرد ژل در هر بوته نشان داد که سطوح مختلف شوری، سطوح مختلف خشکی و اثرات متقابل شوری و خشکی در سطح احتمال ۱ درصد بر روی این صفت اختلاف معناداری داشتند.

نتایج مقایسه ی میانگین سطوح مختلف شوری بر روی عملکرد ژل در هر بوته نشان داد که بیشترین میزان عملکرد ژل (۱/۱۴ کیلوگرم در هر بوته) مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان آن (۰/۴۴ کیلوگرم در هر بوته) مربوط به تیمار ۱۲ دسی زیمنس بود.

بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه ی میانگین سطوح مختلف خشکی روی عملکرد ژل در هر بوته، دامنه ی تغییرات این صفت از ۰/۴۸ کیلوگرم در هر بوته در شرایط استفاده از تیمار ۸۰ تا ۱/۰۱ کیلوگرم در هر بوته در شرایط استفاده از تیمار ۴۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس متغیر بود.

با توجه به نتایج بدست آمده از مقایسه ی میانگین اثرات متقابل شوری و خشکی بر روی میزان عملکرد ژل در هر بوته با اعمال تیمار شاهد و صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس، بیشترین میزان عملکرد ژل در هر بوته برابر با ۱/۵۷ کیلوگرم در هر بوته حاصل و با اعمال تیمار ۱۲ دسی زیمنس بر متر و صفر درصد تخلیه آب قابل دسترس کمترین میزان آن برابر با ۰/۳۴ کیلوگرم در هر بوته حاصل شد. ضمن اینکه بین تیمارهای ۰-۰، ۴۰-۰ و ۰-۴ اختلاف معناداری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج در این تحقیق نشان داد که خشکی و شوری روی گیاه الوئه ورا اثر منفی داشته و باعث کاهش عملکرد کل اندام هوایی، میزان ژل برگ و وزن تر و خشک ریشه شده است که این نتیجه با نتایج بسیاری از محققین همسو می باشد ولی نکته حائز اهمیت آن است که روند کاهش مانند بسیاری از گیاهان نبوده است. این گیاه با وجود توام خشکی و شوری در طی یکسال اعمال شوری همچنان به روند رشدی خود ادامه داده و عملکرد مطلوب و قابل توجهی داشته است.

تحقیقات متعدد نشان داده است که تنش های شوری و خشکی، تقسیم سلولی و رشد سلول ها را تحت تأثیر قرار داده که یکی از نتایج این تأثیرات کاهش مشخص در اندازه و تعداد برگ، کاهش تورژسانس سلولی و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلول به خصوص در ساقه و برگها بوده است. با کاهش رشد سلولها، اندازه اندام محدود و به همین دلیل اولین اثر محسوس تنش شوری و خشکی روی گیاه را می توان از روی کاهش ارتفاع یا اندازه کوچکتر گیاه تشخیص داد [۱۲]. در اثر توقف رشد برگ سطح فتوسنتزی کاهش یافته و این امر موجب کاهش سرعت رشد گیاه می گردد. کرامر [۱۳]، [۱۴] و [۱۵] در گزارش های متعدد خود به تأثیر سوء تنش خشکی و شوری در کاهش رشد و عملکرد گیاهان مختلف اشاره کرده اند که با نتایج این تحقیق همسو می باشد. با افزایش تنش شوری و خشکی، فتوسنتز تا نقطه جبرانی کاهش می یابد. تنش های

خشکی و شوری به طور مستقیم می‌تواند بر فرایندهای بیوشیمیایی مربوط به فتوسنتز اثر گذاشته و به طور غیر مستقیم ورود دی اکسید کربن به داخل روزنه‌ها، که به علت تنش بسته شده‌اند را کاهش دهد. در این حالت هیدرات‌های کربن ساخته شده در گیاه تجمع می‌یابند و باعث کاهش فتوسنتز می‌گردند. در حالت تنش میزان هورمون سیتوکینین کاهش و بر میزان هورمون اسید ابسیزیک افزوده می‌شود که همه دلایل مطرح شده در کاهش رشد در گیاه خودش را نشان می‌دهد.

مقبلی (۲۰۱۲) در آزمایشی گزارش نمود که با افزایش شوری تعداد برگ، ارتفاع گیاه، تعداد پاجوش، وزن ریشه، وزن کل بوته، وزن برگ و وزن کل ژل کاهش یافت. پاسترناک و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که ارتفاع گیاه، تعداد پاجوش، وزن برگ و وزن ژل در گونه‌های مختلف آلوئه ورا با افزایش سطح شوری کاهش می‌یابد. اشراقی (۱۳۹۲) گزارش نمود که ارتفاع گیاه، تعداد پاجوش، طول، عرض و قطر برگ، تعداد برگ، وزن ژل، درصد ژل، عملکرد بوته و اندام هوایی و عملکرد ریشه در سطح شوری ۳ دسی زیمنس بر متر به بیشترین مقدار و در سطح شوری ۹ دسی زیمنس بر متر به کمترین مقدار خود رسیده است [۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰].

نتایج این تحقیق همانند سایر تحقیقات ارائه شده توسط سایر دانشمندان در گیاهان مختلف بیانگر آن است که اثرات تنش خشکی و شوری روی اجزای مختلف گیاه متفاوت می‌باشد.

شوری و خشکی خاک به طور جدی شرایط محیط ریشه، پتانسیل اسمزی محلول خاک و موازنه طبیعی یونهای محلول را تغییر می‌دهند. موثرترین اثر شوری و خشکی روی گیاهان، کاهش رشد می‌باشد که با کاهش عملکرد همراه است. در این آزمایش هم با افزایش تنش خشکی در سطوح شوری ثابت و هم با افزایش تنش شوری در سطوح تنش خشکی ثابت روند عملکرد اندام هوایی گیاه و ژل کاهش نشان داده است. مقادیر پایین عملکرد اندام هوایی و ژل متعلق به سطوح شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر بوده ولی در این شوری بین سطوح مختلف خشکی تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود.

گردد. علت این امر می‌تواند به خاطر مسمومیت ویژه یونها که اغلب با جذب زیاد کلرید سدیم و دیگر یونها و نامتعادل بودن تغذیه یا استرس ناشی از عدم تعادل یونها می‌باشد مرتبط دانست. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش شوری به طور معناداری بر میزان جذب سدیم و کلر در برگ و ریشه افزوده شده است.

منابع و مآخذ

۱. حمیداوغلی، ی. ج. فتاحی مقدم و ر. فتوحی قزوینی؛ «ازدیاد درون شیشه‌ای گیاه دارویی آلوئه (Alo ebrabadensis Mill)»؛ علوم کشاورزی ایران؛ ج ۳۶، ش ۴، ۱۳۸۴، ص ۹۰۳-۹۰۶.
۲. رضایی، م. ب. گ. جایمند و و. مظفریان؛ شناخت گیاه صبر و ترکیب‌های دارویی و شیمیایی آن؛ تهران: مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۱۳۷۵.
۳. خلج، م. ع. و ا. بیرامی‌زاده؛ «معرفی و توسعه کشت گیاه صبر زرد (Aloe Vera) در مناطق خشک»، دومین همایش گیاهان دارویی؛ تهران: دانشگاه شاهد، بهمن ۱۳۸۳.
۴. حقی، ق.؛ «تعیین مقدار کربوهیدرات‌ها در ژل برگ گیاه Aloe littoralis»، همایش ملی گیاهان دارویی ایران؛ تهران: مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۲۴ و ۲۶ بهمن، ۱۳۸۰.
5. Surjushe A., R.Vasani and D.G. Suple.; “Aloe vera : A short review”, **Indian Journal of Dermatology**, 53, 2008, pp. 163-166.
۶. فتاحی مقدم، ج و ی. حمیداوغلی؛ «تولید و فرآوری گیاه دارویی صبرزرد (Aloe Vera)»، دومین همایش گیاهان دارویی؛ تهران: دانشگاه شاهد، بهمن ماه، ۱۳۸۳.
7. Ashraf, M. and Harris, P. J. C.; “Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plant”, **Plant Science**, 166, 2004, p.3-16.
8. Ashraf, M., and Orooj, A.; “Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (Trachyspermum Ammi[L.] Sprague)”, **J.Arid Environ**; 64 (2), 2006, pp.209-220
9. Abdollahi, M., Jafarpour M., Zeinali, H.; “Effects of various salicylic acid concentrations on growth of Aloe vera L”, **International Journal of Agriscience**; 1 (5), 2011, pp.311-313.
10. Agarwal, S. and Pandey, V.; “Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in Cassia angustifolia”, **Biologia Plantarum**, 48(4), 2004, pp. 555-560.

۱۱. بابایان، ن. م. و ض. تباراحمدی؛ رشد گیاه در اراضی شور و بایر؛ بابلسر: دانشگاه مازندران، بابلسر، ۱۳۸۱.
12. Boutraa T. and Sanders F.E.; “Effects of interactions of moisture regime and nutrient addition on nodulation and carbon partitioning in two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.)”, **J Agron Crop Science**, 186, 2001, 229-232.
13. Kramer, P. J; **Water Relation of Plant**; Academic Press, 1983.
14. Levit, J.; **Responses of plants to environmental stress**, Vol. II, New York: Academic press, 1980.
15. Delgado, I. C. and Sanchez- raya . A. J.; “Effect of sodium chlorid and mineral nutrients on initial stages of development of sunflower life”, **Comm. Soil. Sci. Plant Anal**, Vol. 38, No. 16/15, 2007, pp. 2013-2027.
16. Moghbeli, E., Fahollahi, S., Salari, H., Ahmadi, G., Salaghdar, F., Sfuri, A. and Hosseini grouh, M. S; “Effects of Salinity stress on ghorwth and yield of *Aloe vera* L”, **Journal of medicinal plants Research**, 6(16), 2012, pp. 3272-3277.
17. Passarkli, M.; **Handbook of plant and crop stress**; Marcel Dekker Inc, 1999.
۱۸. اشراقی، ش؛ «بررسی اثر تنش شوری، اسیدسالیسیلیک و کود آهن بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی صبرزرد»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور، دانشکده علوم پایه و کشاورزی، ۱۳۹۲.
۱۹. باقری، ا. ع. نیکویی و ا. سلیمانی پور؛ «بررسی استفاده از نیروی کار در کشت گیاهان دارویی»، مجموعه مقالات اولین همایش منطقه‌ای گیاهان دارویی، ادویه‌ای و معطر؛ شهرکرد: دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر کرد، ۱۷ اردیبهشت ۱۳۸۵، ص ۱۱۶-۱۱۸.
۲۰. بقایی، م. ح. علی‌اسدی، م. چیدری و ا. نوروزی؛ «نگاهی به اهمیت و چالش‌های پیش روی گیاهان دارویی در ایران»، مجموعه مقالات اولین همایش منطقه‌ای گیاهان دارویی، ادویه‌ای و معطر؛ شهرکرد: دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر کرد، ۱۷ اردیبهشت ۱۳۸۵.