دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره دوم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۴
http://arpe.gonbad.ac.ir

تأثیر کیفیت آب آبیاری و تیمارهای مختلف کودی بر جذب عناصر در گیاه دارویی گاوزبان اروپایی

پرویز یداللهی[۱]، محمدرضا اصغری‌پور[*۲]
[۱]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد
[۲]دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۱۴

چکیده

محدودیت منابع آب شیرین استفاده از آب‌های شور در کشاورزی را الزامی می‌کند. به‌منظور بررسی اثرات آب شور و معمولی توأم با کودهای آلی و شیمیایی بر غلظت عناصر، درصد خاکستر در دانه و شاخص کلروفیل گاوزبان اروپایی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشگاه زابل اجرا شد. عامل اصلی کیفیت آب آبیاری در دو سطح شامل آب رودخانه به‌عنوان شاهد و آب شور چاه با هدایت الکتریکی ۴۱۸۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر و عامل فرعی تیمارهای مختلف کودی در چهار سطح شامل NPK به نسبت ۸۰:۴۰:۳۰ کیلوگرم در هکتار، کود دامی به‌میزان ۴۰ تن در هکتار، ترکیب کود شیمیایی و دامی به‌میزان نصف مقادیر یاد شده و شاهد (عدم کوددهی) بودند. در شرایط کاربرد آب شور، درصد خاکستر و عناصر کلر و سدیم دانه افزایش معنی‌داری یافت. کیفیت پایین آب آبیاری موجب کاهش نیتروژن، فسفر، منیزیم، پتاسیم و کلسیم در دانه گردید. کاربرد انواع کود سبب افزایش معنی‌دار تمام صفات به جز منیزیم در مقایسه با تیمار عدم کوددهی گردید. از میان تیمارهای مختلف کودی، کاربرد توأم کود شیمیایی و دامی در مقایسه با به‌کارگیری جداگانه آن‌ها مؤثرتر بود. برهم‌کنش کیفیت آب و سیستم‌های مختلف کودی بر غلظت سدیم، کلر، کلسیم و شاخص کلروفیل معنی‌دار شد. به‌نظر می‌رسد مصرف توأم کودهای شیمیایی و آلی در کاهش عناصر ایجاد کننده خسارت شوری (کلر و سدیم) حاصل از آبیاری با آب‌های کیفیت پایین و بهبود جذب عناصر پر مصرف مؤثر باشد.

***واژه‌های کلیدی*: سدیم، کلر، کود شیمیایی و دامی، گیاهان دارویی**

[*]نویسنده مسئول: m_asgharipour@uoz.ac.ir

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

مقدمه

تعیین میزان حساسیت رشد یک گیاه نسبت به شوری به‌خصوص در مورد گیاهان دارویی که هدف کلی از پرورش گیاه، به‌دست آمدن مواد مؤثره دارویی با کیفیت مطلوب می‌باشد، بسیار حائز اهمیت است (Bartles and Sunkar, 2005). شوری از جمله تنش‌های محیطی است که رشد و تولید گیاهان را در سرتاسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (Shiro *et al*., 2002). آب شور حاوی نمک‌های محلولی است که به‌واسطه اثر متقابل عواملی نظیر پتانسیل اسمزی، سمیت و اثر آنتاگونیسم یونی رشد را متوقف ساخته و موجب عدم تعادل تغذیه‌ای می‌شود (Ramezani *et al*., 2011). در شرایط تنش شوری غلظت یون‌های سدیم و کلر معمولاً بیش‌تر از عناصر غذایی پرمصرف بوده و در مورد عناصر کم‌مصرف این تفاوت بسیار بارزتر است (Patel *et al*., 2010) بنابراین، گیاهان به‌علت اثرات اسمزی، آسیب یون‌های خاص و ایجاد اختلالات تغذیه‌ای دچار افت کیفیت و کمیت محصولات می‌شوند (Hadi and Karimi, 2012). رمضانی و همکاران (Ramezani *et al*., 2011) واکنش گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) به سطوح مختلف شوری را به‌صورت افزایش یون‌های عمده شوری (سدیم و کلر) بیان نمودند.

وجود شوری در محیط رشد گیاهان باعث برهم زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاهان می‌شود. در این شرایط، با تکمیل عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌توان وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشید (Grattan and Grieve, 1999). در همین ارتباط، پاسخ گیاهان دارویی به عوامل محیطی از جمله عناصر غذایی پرمصرف از جمله مباحثی است که همواره مدنظر محققان بوده است (Ashraf and Akhtar, 2004). وجود غلظت‌های مناسبی از این عناصر غذایی در خاک برای رشد مطلوب گیاهان اهمیت دارد (Sheikhpour *et al*., 2014). غلظت این عناصر در گیاهان بسته به کاربرد یا عدم کاربرد کودهای آلی و شیمیایی متفاوت است (Bardel, 2013). در همین راستا و از دیدگاه صباحی و همکاران (Sabahi *et al*., 2010)، تلفیق کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر جهت بهبود جذب عناصر پرمصرف پیشنهاد گردد. در آزمایش این محققین، تیمار کود دامی با کاهش جذب اثرات سمی سدیم و کلر باعث افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن و فسفر و در نتیجه افزایش عملکرد گردید (Sabahi *et al*., 2010).

گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) گیاهی است یک‌ساله از خانواده گاوزبان (*Boraginaceae*) که دارای خواص متعدد دارویی، صنعتی و علوفه‌ای می‌باشد و در برخی از مطالعات، به مقاومت به شوری و جذب بالای املاح توسط این گیاه اشاره شده است (Sheikhpour *et al*., 2014). در همین ارتباط، در تحقیقی گزارش شده که گاوزبان قادر است به‌طور متوسط سدیم را به‌میزان پنج درصد در برگ و ساقه و حدود ۳/۱ درصد در گل آذین ذخیره کند. هم‌چنین غلظت کلر

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

در برگ و ساقه این گیاه ۷/۴۹ درصد و در گل آذین ۵/۷۸ درصد می‌باشد (Makizade Tafti *et al.*, 2008).

با توجه به اهمیت دارویی گیاه گاوزبان اروپایی و فراوانی منابع آب شور در کشور، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کیفیت آب آبیاری و تیمارهای متفاوت کودی بر میزان غلظت عناصر سدیم، کلر، منیزیم، کلسیم، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، درصد خاکستر در دانه و شاخص کلروفیل توسط این گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۱ درمزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل (طول جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۵۰ متر از سطح دریا) اجرا شد. اقلیم محل اجرای آزمایش گرم و خشک و میزان سالانه تبخیر در آن ۴۸۶۵ میلی‌متر است که بیش از ۷۸ برابر بارندگی سالانه منطقه می‌باشد. محصول پیشین در زمین محل اجرای آزمایش گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) بود. نتایج به‌دست آمده از تجزیه نمونه خاک قطعه آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. اسیدیته مناسب خاک برای گاوزبان اروپایی ۴/۵ تا ۸/۳ گزارش شده است (Sheikhpour *et al.*, 2014).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

EC (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)	pH	ماده آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سیلت	رس	شن	بافت خاک
		(درصد)		(میلی‌گرم در کیلوگرم)		(درصد)			
۱۶۰۰	۷/۵	۱/۶۳	۰/۰۷	۱۰/۴	۱۴۸	۲۸	۳۰	۴۲	لوم‌شنی

بذر مورد استفاده از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. این تحقیق به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل نوع آب آبیاری در دو سطح آبیاری با آب رودخانه هیرمند و آب شور چاه پژوهشکده کشاورزی با هدایت الکتریکی ۴۱۸۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر و عامل فرعی در چهار سطح شامل سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی بود که عبارت بودند از: عدم مصرف کود، کود شیمیایی به‌میزان ۸۰ کیلوگرم نیتروژن به‌شکل اوره، ۴۰ کیلوگرم فسفر به‌شکل سوپرفسفات تریپل و ۳۰ کیلوگرم پتاس در هکتار به‌شکل سولفات پتاسیم، کود دامی به‌میزان ۴۰ تن در هکتار و ترکیب کود شیمیایی به‌میزان ۴۰

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

کیلوگرم نیتروژن، ۲۰ کیلوگرم فسفر و ۱۵ کیلوگرم پتاسیم در هکتار همراه با کود دامی به‌میزان ۲۰ تن در هکتار. خصوصیات مهم دو نوع آب مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. کود دامی استفاده شده در این مطالعه در گاوداری مزرعه پژوهشی دانشگاه تولید شده بود. به‌منظور اضافه کردن کود دامی به خاک، ابتدا درصد رطوبت آن محاسبه و این میزان رطوبت به‌عنوان تعیین‌کننده مقدار نهایی کود دامی در محاسبات لحاظ گردید. کاشت در مورخه ۹۰/۱۲/۴ به‌روش دستی انجام شد.

جدول ۲- مهم‌ترین صفات آب‌های آبیاری این مطالعه

آب	EC (دسی زیمنس بر متر)	pH	کلسیم	منیزیم	سدیم	کربنات	بی‌کربنات	SAR (سانتی‌مول بر کیلوگرم)	ESP (درصد)	CEC (سانتی‌مول بر کیلوگرم)	سدیم قابل تبادل (سانتی‌مول بر کیلوگرم)
			(میلی اکی والان در لیتر)								
نهر	۵۹۰	۷/۲۹	۴/۲	۳/۴	۵/۱	۰	۲/۴	۱/۸۵	۰/۴۰	۱۲/۷	۵/۰۸
چاه	۴۱۸۰	۸/۰۱	۷/۵	۹/۲	۳۲/۷	۰/۴	۳/۲	۸/۰۰	۰/۶۶	۴۹/۴	۳۲/۶۰

SAR: نسبت جذب سدیم، ESP: درصد سدیم تبادلی، CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی

بلوک‌ها از یکدیگر ۲ متر و کرت‌های مجاور از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر فاصله داشتند. کرت‌های آزمایش دارای ابعاد ۲ در ۲ متر بودند و فاصله بین ردیف‌های کاشت از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. به‌منظور اجتناب از مخلوط شدن کیفیت‌های آب مختلف، کرت‌های اصلی با نوار پلاستیکی از هم تفکیک شدند. آبیاری با آب معمولی (متعارف) با استفاده از آب جاری نهر انجام شد؛ اما آب شور از یکی از چاه‌های واقع در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی زابل به‌مزرعه منتقل شد. تا زمان جوانه‌زنی بذور، آبیاری به‌صورت سطحی و روزانه از آب نهر انجام شد. بذرها حدود ۹ روز پس از کاشت شروع به سبز شدن کردند. اعمال تیمارهای آبیاری در مرحله سه تا پنج برگی (مرحله استقرار گیاهچه) آغاز شد. آبیاری هفته‌ای یک‌بار و به روش کرتی انجام شد و در کل با آب شور شش مرتبه آبیاری انجام شد. مراقبت‌های پس از کاشت شامل وجین و سله‌شکنی به‌طور منظم انجام شد. وجین دستی علف‌های‌هرز و تنک کردن بوته‌ها در مرحله سه تا چهار برگی انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده شامل شاخص کلروفیل و درصد خاکستر، غلظت عناصر سدیم، کلر، فسفر، نیتروژن، منیزیم، کلسیم و پتاسیم دانه بود. برای اندازه‌گیری درصد خاکستر از دستگاه کوره الکتریکی در درجه حرارت ۵۰۰-۴۵۰ درجه سانتی‌گراد و از اختلاف وزن اولیه و ثانویه بوته چینی استفاده شد (Samsam Shariat, 2007). سدیم و پتاسیم به‌روش شعله‌سنجی[1] (Knudsen *et al.*, 1982) و کلسیم و منیزیم به‌روش دی‌تی‌پی‌ا (Lindsay, 1972) و توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردیدند. غلظت کلر نیز پس از تهیه عصاره (با استفاده از اسید نیتریک ۰/۰۱ نرمال) با روش تیتراسیون با نیترات نقره

1. Flame photometer

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

($AgNO_3$) به‌دست آمد (Chapman and Pratt, 1961). برای اندازه‌گیری نیتروژن از دستگاه کجلدال (Page *et al.*, 1982) استفاده شد و میزان فسفر نیز با روش اسپکتروفتومتر و در طول موج ۴۲۰ نانومتر (Rayan *et al.*, 2001) اندازه‌گیری شد. شاخص کلروفیل در مرحله گل‌دهی با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (Model Minolta-502, SPAD) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

درصد خاکستر دانه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، کیفیت آب آبیاری درصد ماده معدنی دانه را در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). بر این اساس، کاهش کیفیت آب آبیاری منجر به افزایش ۲۵/۴ درصدی خاکستر شد (جدول ۴). شوری با تأثیر روی فتوسنتز و رشد گیاه و هم‌چنین تجمع عناصر معدنی نظیر سدیم سبب کاهش تولید مواد آلی می‌شود. افزایش میزان خاکستر کل تحت شوری نیز مربوط به تجمع بیش‌تر املاح در گیاه در محیط شور است (Hung and Redmann, 1995). در همین رابطه، مکی‌زاده تفتی و همکاران (Makizade Tafti *et al.*, 2008) با انجام پژوهشی میدانی مشاهده کردند که شوری تا حد ۱۲۰۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر سبب افزایش معنی‌دار خاکستر کل در گیاه گاوزبان شد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس درصد خاکستر و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم گاوزبان اروپایی تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری و انواع کود

منابع تغییر	درجه آزادی	خاکستر	N	P	K
تکرار	۲	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۰۰۴	۰/۰۶
کیفیت آب	۱	۹/۰۵**	۷/۴۱**	۰/۰۱**	۳۴/۶۵**
خطای اول	۲	۰/۰۷	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
کود	۳	۰/۸۳**	۰/۵۶**	۰/۰۰۰۶^{ns}	۱/۱۰**
کیفیت آب × کود	۳	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}
خطای کل	۱۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱/۸۲	۵/۹۳	۳/۱۷	۲/۴۲

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، سیستم‌های مختلف کودی بر درصد عناصر معدنی به‌جز میزان منگنز تأثیر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) داشت (جدول ۳)، درحالی‌که اختلاف بین کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی بر درصد ماده معدنی معنی‌دار نبود. تیمار عدم کوددهی با میانگین ۸/۲

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

درصد بالاترین خاکستر را تولید کرد (جدول ۴). با توجه به عدم وجود عامل بازدارنده جـذب، عناصـری نظیر سدیم و کلر در تیمار شاهد، به‌نظر می‌رسد می‌توان تجمع یون‌های عامل شـوری در فضـای درون سلولی را عامل افزایش میزان عناصر معدنی کل در شرایط عدم کاربرد کود دانست.

تیمارهای مختلف کودی درصد خاکستر دانه را نیز تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۳). بر این اساس، کاربرد جداگانه و توأم کودهای شیمیایی و دامی اختلاف معنی‌داری بر درصد خاکستر نداشته و تنها تیمار عدم کوددهی با بیش‌ترین خاکستر تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۴). تحقیقات انجام شده در زمینه بررسی اثر سیستم‌های مختلف کودی بر انباشت خاکستر در گیاهان اندک است. به‌نظر می‌رسد حاصلخیز کردن خاک مخصوصاً کاربرد کودهای آلی در خاک‌های مناطق گرمسیری به جذب بهتر مواد آلی و بهبود ویژگی‌های خاک کمک می‌نماید به‌ویژه که در خاک‌های زراعی مناطق گرمسیری ممکن است مقدار مواد آلی خاک به‌میزان کم‌تر از آن‌چه در خاک بکر اولیه وجود داشته، برسد. مهم‌ترین دلایل این رویداد یکی سرعت بالای تجزیه مواد آلی و دیگری کاهش بازگشت مواد آلی به خاک به‌شکل بقایای گیاهی است (Buyanovsky and Wanger, 1986). بنابراین، در مطالعه حاضر کم‌ترین میزان خاکستر با کاربرد هم‌زمان کودهای شیمیایی و دامی به‌دست آمد که نشان‌دهنده شرایط رشدی بهتر برای این تیمار است.

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد خاکستر و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم گاوزبان اروپایی تحت تـأثیر کیفیت آب آبیاری و کود

کیفیت آب آبیاری	خاکستر (درصد)	N (درصد)	P (درصد)	K (درصد)
آب معمولی	۵/۲۳b	۲/۶۹a	۰/۲۹a	۶/۰۴a
آب شور	۷/۰۱a	۱/۵۸b	۰/۲۴b	۳/۶۴b
تیمارهای کودی				
عدم کوددهی	۸/۱۸a	۱/۷۴c	-	۴/۳۵c
کود آلی	۷/۴۲b	۲/۲۲b	-	۴/۸۵b
کود شیمیایی	۷/۴۸b	۲/۱۱b	-	۴/۷۵ b
ترکیب کودهای شیمیایی و آلی	۷/۴۱b	۲/۴۸a	-	۵/۳۹a

حروف مشابه در هر ستون بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد براساس آزمون LSD است.

غلظت نیتروژن دانه: تأثیر کیفیت آب آبیاری بر غلظت نیتروژن دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). میزان صفت مذکور در شرایط آبیاری با آب معمولی بالاتر از آبیاری با آب شور بود (جدول ۴). نمک در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

خاک‌های شور می‌تواند اثر مستقیمی بر جذب مواد غذایی داشته باشد. به‌عنوان مثال، یون‌های سدیم، کلراید و تنش اسمزی و عدم تعادل غذایی می‌توانند موجب کاهش جذب نیترات گردند (Patel *et al.*, 2010). بر همین اساس، به‌علت روابط آنتاگونیسمی بین نیترات و کلر، جذب نیتروژن نیتراتی در شرایط شوری کاهش می‌یابد (Heidari *et al.*, 2011).

مقایسه میانگین غلظت نیتروژن دانه در سیستم‌های مختلف کودی نشان‌دهنده تأثیر معنی دار کودهای به‌کار رفته بر این صفت بود (جدول ۳). کود شیمیایی کامل به نسبت ۳۰:۴۰:۸۰ کیلوگرم در هکتار و کود دامی به‌میزان ۴۰ تن در هکتار غلظت نیتروژن دانه را به‌ترتیب ۱۷/۵ و ۲۱/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴). بالاترین میزان غلظت نیتروژن دانه با میانگین ۲/۴۸ درصد در تغذیه تلفیقی به‌دست آمد و اختلاف این تیمار با سایر تیمارها معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد اثر نیتروژن بر خصوصیات ریشه، میزان جذب نیتروژن را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه میزان عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن در دانه افزایش یافته است (Sheikhpour *et al.*, 2014). به‌نظر می‌رسد کوددهی علاوه بر بهبود صفات مرتبط با رشد، منجر به افزایش محتوای نیتروژن در برگ و اندام‌های زیرزمینی می‌شود. این موضوع با نتایج تحقیقات بر روی چای ترش (Gendy *et al.*, 2012)، اسفرزه (Raissi *et al.*, 2013) و گاوزبان اروپایی (Sheikhpour *et al.*, 2014) مطابقت دارد.

غلظت فسفر دانه: غلظت فسفر دانه تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری قرار گرفت ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۳). افزایش شوری آب آبیاری تا محدوده ۴۱۸۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر ۱۷/۲ درصد از محتوای فسفر دانه کاست (جدول ۴). در واقع، کم‌شدن فسفر محلول خاک به‌دلیل ایجاد کانی‌های کلسیم-فسفر می‌تواند از جمله دلایل کاهش جذب فسفر توسط گیاهان در شرایط شور باشد (Grattan and Grieve, 1999).

غلظت پتاسیم دانه: اثر کیفیت آب آبیاری بر انباشت یون پتاسیم دانه بسیار معنی‌دار بود ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۳). با افزایش شوری آب آبیاری تا محدوده ۴۱۸۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر غلظت پتاسیم کاهش ۳۹/۷ درصدی نشان داد (جدول ۴). به‌طورکلی، یکی ازعوامل مهم برای بقای گیاه در شرایط شوری، بالا نگهداشتن غلظت یون پتاسیم در دانه است. تحت شرایط شوری، نه‌تنها رقابت بین سدیم و پتاسیم به‌واسطه وجود روابط آنتاگونیستی بین آن‌ها (Meloni *et al.*, 2008)، بلکه به‌واسطه تغییر در نفوذپذیری غشای یاخته‌های ریشه ممکن است به کاهش جذب یون پتاسیم منجر شود (Marschner, 1995). در همین ارتباط، نتایج تحقیق بر رازیانه (Semiz *et al.*, 2012) مؤید کاهش محتوای یون پتاسیم با افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری است.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر سیستم‌های مختلف کودی بر محتوای پتاسیم دانه از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسات میانگین نیز حاکی از تأثیر مثبت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

تیمارهای مختلف کودی بر غلظت پتاسیم است. سیستم کوددهی تلفیقی با میانگین ۰/۳۹ درصد بالاترین میزان پتاسیم در دانه را ایجاد نمود. کاربرد جداگانه کود شیمیایی و دامی نیز ضمن قرارگیری در یک گروه آماری، به‌ترتیب با ۱۱/۹ و ۱۰ درصد کاهش نسبت به تیمار تغذیه تلفیقی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۴). در همین رابطه نتایج مطالعات پژوهش‌گران در بررسی اثرات کودهای زیستی، دامی و شیمیایی بر اسفرزه (*Plantago ovata*) نشان داد بالاترین پتاسیم دانه (۰/۳۹ درصد) از کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست می‌آید (Raissi *et al*., 2013). به‌نظر می‌رسد کود دامی با در اختیار قرار دادن تدریجی عناصر غذایی خود برای گیاه، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و ایجاد شرایط بهتر در تسهیل و بهبود جذب عناصر (Mandal *et al*., 2008)، در تلفیق با کودهای شیمیایی با کارایی بالاتری نسبت به کاربرد جداگانه کودها توانسته نیاز گیاه به پتاسیم را مرتفع نماید. بر همین اساس، نتایج مطالعات بر روی چای ترش (Ahmad *et al*., 2011)، انگور (Asgharzadeh and Babaeian, 2012) و پیاز خوراکی (Yoldas *et al*., 2011) با مطالعه حاضر در افزایش میزان پتاسیم با کاربرد کودهای دامی و شیمیایی مطابقت دارد.

غلظت سدیم دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد کیفیت آب آبیاری، سیستم‌های کودی و برهم‌کنش آن‌ها اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر غلظت سدیم دانه داشت (جدول ۵). غلظت سدیم در تیمارهای تحت آبیاری با آب شور در مقایسه با آب معمولی افزایش نشان داد. در این بین، تیمار عدم کوددهی بیش‌ترین (۶/۴ درصد) و کاربرد کود شیمیایی کم‌ترین (۴/۱ درصد) غلظت سدیم دانه را در شرایط آبیاری با آب شور ایجاد نمود (شکل ۱).

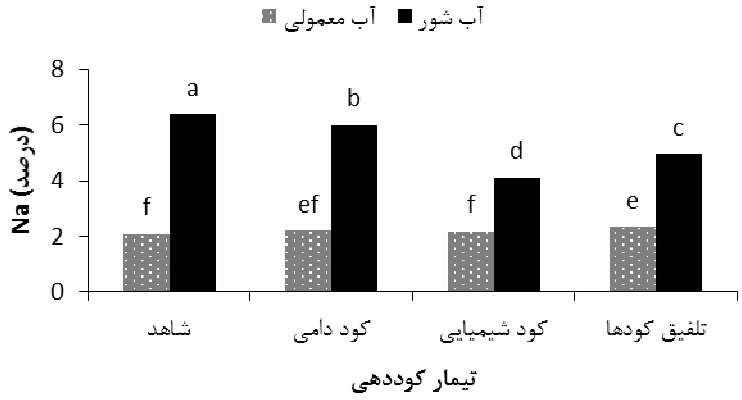
جدول ۵- تجزیه واریانس غلظت سدیم، کلر، منیزیم و کلیسیم و شاخص کلروفیل و گاوزبان اروپایی تحت تـأثیر کیفیت آب آبیاری و انواع کود

منابع تغییر	درجه آزادی	Na	Cl	Mg	Ca	Chl. Index
تکرار	۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۲۱
کیفیت آب	۱	۶۰/۴۵**	۲۵/۰۳**	۰/۰۱**	۱/۳۰**	۳۱/۹۲**
خطای اول	۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۴	۱/۵۴
کود	۳	۴/۴۴**	۰/۶۹**	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۱۱**	۱۳/۸۴**
کیفیت آب × کود	۳	۵/۲۰**	۱/۱۸**	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۶**	۱/۴۲**
خطای کل	۱۴	۰/۰۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۶
ضریب‌تغییرات (درصد)		۱/۵۷	۴/۵۴	۰/۷۰	۲/۸۴	۲/۷۵

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

افزایش سدیم دانه گیاه به‌علت بالا بودن مقدار یون محلول سدیم در محیط ریشه است. در این شرایط جذب سدیم و انتقال آن به واکوئل‌های بزرگ موجود در اندام هوایی به‌منظور تنظیم اسمزی نیز به‌عنوان سازوکاری جهت ادامه حیات در شرایط شوری ذکر شده است (Shiro *et al*., 2002).



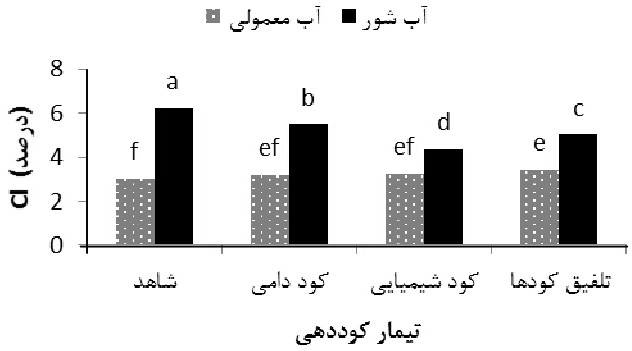
شکل ۱- برهم‌کنش کیفیت آب آبیاری و سیستم کود بر غلظت سدیم دانه گل گاوزبان اروپایی

در این ارتباط، گزارشاتی مشابه در مورد رازیانه (Semiz *et al*., 2012) و بومادران (Abd-El-Azim and Ahmed, 2009) وجود دارد. از سوی دیگر، پیشنهاد شده است که در شرایط شور یا خاک‌های قلیایی، اضافه کردن مواد آلی باعث آزاد شدن سدیم از سیستم تبادلی خاک و در نتیجه افزایش آب‌شویی و کاهش غلظت آن در گیاهان می‌گردد (Naheed *et al*., 2008). در بررسی والکر و برنال (Walker and Bernal, 2008) افزایش رشد قسمت‌های هوایی گیاه در صورت مصرف کود دامی، به کاهش غلظت سدیم و کلر در گیاه نسبت داده شد. نکته قابل توجه عدم اختلاف معنی‌دار سیستم‌های کودی مختلف به‌استثنای تلفیق کودها با تیمار عدم کوددهی بر غلظت سدیم در شرایط آبیاری با آب معمولی است. به‌نظر می‌رسد کودهای دامی و شیمیایی می‌توانند اندکی منجر به شوری خاک گردند. افزایش میزان سدیم ذرت رقم ماکسیما با کاربرد کودهای نیتروژن‌دار توسط تارنگ و همکاران (Tarang *et al*., 2013) نیز گزارش شده است.

غلظت کلر دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کیفیت آب آبیاری، سیستم‌های کودی و برهم‌کنش آن‌ها بر غلظت کلر دانه اثر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) داشت (جدول ۵). در این آزمایش وجود برهم‌کنش معنی‌دار میان کیفیت آب آبیاری و تیمارهای کودی نشان داد که کیفیت آب و نوع کود بر غلظت کلر تأثیرگذار است، به‌طوری‌که در شرایط آبیاری با آب معمولی و سیستم تغذیه تلفیقی صفت مذکور نسبت به عدم کود دهی افزایش یافت (شکل ۲). در شرایط آبیاری با آب شور نیز مشاهده گردید

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

تیمارهای تغذیه تلفیقی و کاربرد جداگانه کود دامی و شیمیایی به‌ترتیب کاهش ۱۸، ۱۱/۴ و ۲۲/۱ درصدی بر این صفت نسبت به شاهد داشتند.



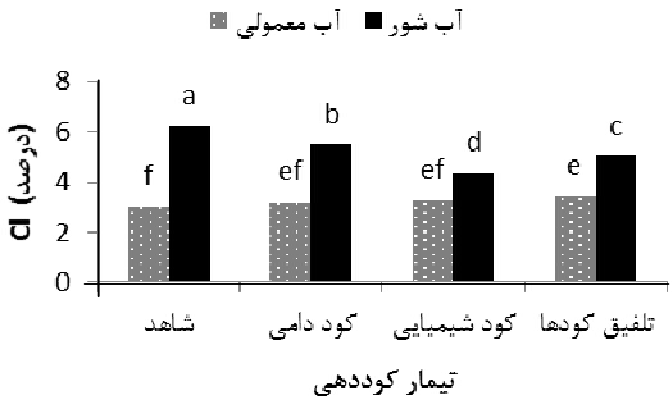
شکل ۲- برهم‌کنش کیفیت آب آبیاری و سیستم کود بر غلظت کلر دانه گل گاوزبان اروپایی

پژوهش‌های متعدد تأیید کننده نتیجه مطالعه حاضر مبنی بر افزایش غلظت کلر با کاربرد سطوح مختلف شوری می‌باشد (Makizade Tafti *et al*., 2008; Ashraf and Akhtar, 2004). هم‌چنین کاهش صفت مذکور با کاربرد کود شیمیایی گزارش شده است (Naheed *et al*., 2008). عمده‌ترین آنیون محدودکننده رشد گیاهان زراعی در مناطق شور، یون کلر است که سریع‌تر از سدیم جذب گیاه می‌شود. خسارت ناشی از این یون از سدیم زودتر نمایان می‌گردد و شدیدتر است. این یون توسط ریشه از خاک جذب و در برگ‌ها تجمع می‌یابد. غلظت کلر در بافت گیاه بسته به‌مدت زمانی‌که گیاه در معرض تنش شوری قرار دارد، متفاوت است. هنگامی‌که غلظت این یون در محلول زیاد شود، غلظت کلر هم در گیاه زیاد شده و مقدار آن در برگ بیش‌تر از ریشه خواهد بود (Mirmohammadi Meibodi and Ghareyazi, 2002).

غلظت کلسیم دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد کیفیت آب آبیاری، تیمارهای کودی و برهم‌کنش آن‌ها اثر معنی‌داری بر غلظت کلسیم دانه داشت ($P\leq ۰/۰۱$) (جدول ۵). در برهم‌کنش تیمارهای مورد آزمایش در شرایط آبیاری با آب شور، تلفیق کودها با میانگین ۱/۵۷ درصد بیش‌ترین غلظت کلسیم را به‌خود اختصاص داد و با شاهد که کم‌ترین غلظت کلر را داشت، اختلاف ۳۱/۸ درصدی را نشان داد (شکل ۳). از دیدگاه بوزید و یوسف (Bouzid and Yucef, 2009) با افزایش شوری آب آبیاری؛ تجمع و انتقال کلسیم به‌دلیل افزایش سدیم کاهش می‌یابد، زیرا این دو یون در جذب و انتقال با هم رقابت دارند. کلسیم در خاک عمدتاً به روش توده‌ای و کمی هم به روش انتشار حرکت می‌کند. بنابراین، احتمالاً توانایی جذب آن تحت تأثیر رطوبت خاک قرار می‌گیرد و کاهش

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

تبخیر-تعرق از جذب آن می‌کاهد (Patel *et al.*, 2010). در همین راستا، کاهش محتوای کلسیم در اثر افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری در رزماری تحت تیمارهای مختلف شوری نیز گزارش شده است (Ershad Langroudi and Sedaghatpoor, 2012).



شکل ۳- برهم‌کنش کیفیت آب آبیاری و کود بر غلظت کلسیم دانه گل گاوزبان اروپایی

غلظت منیزیم دانه: منیزیم دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری قرار گرفت ($P\leq$۰/۰۱) (جدول ۵). کاهش کیفیت آب آبیاری در اثر کاربرد آب شور طبیعی باعث گردید، که به‌طور متوسط محتوای نسبی منیزیم با ۱۲/۸ درصد کاهش از ۰/۴۷ به ۰/۴۱ درصد کاهش یابد (جدول ۶). بعضی از محققین در ارزیابی تحمل به شوری چند دورگه بین گونه‌ای جنس *Prunus*، افزایش محتوای منیزیم برگ در شوری‌های ۱۵۰۰ تا ۹۰۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر (Dejampour *et al.*, 2012) و برخی کاهش محتوای منیزیم را گزارش کردند (Hussein *et al.*, 2012; Ramezani *et al.*, 2011). با توجه به این‌که شوری می‌تواند در اثر تشدید خاصیت تقابلی بین سدیم و منیزیم باعث کاهش محتوای نسبی منیزیم گردد (Hay and Schmidhalter, 1997)؛ و از سوی دیگر، به‌دلیل حرکت توده‌ای و انتشار (Bouzid and Youcef, 2009) و بالا بودن فشار اسمزی ناشی از شوری، قابلیت دسترسی آب برای گیاهان کاهش یافته که نتیجه احتمالی آن کاهش جذب منیزیم است (Poljakoff *et al.*, 1994).

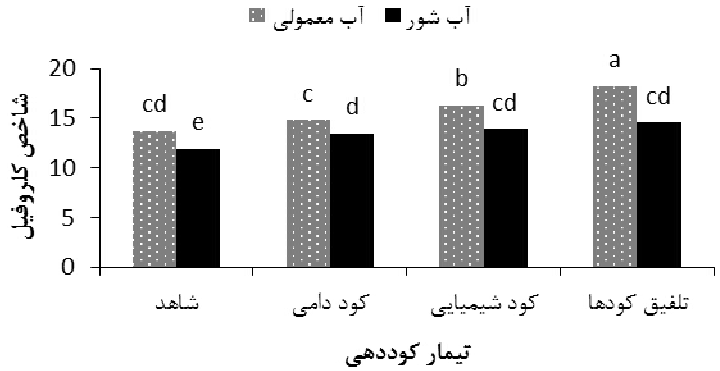
[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

جدول ۶- مقایسه میانگین غلظت منیزیم گاوزبان اروپایی تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری

کیفیت آب آبیاری	Mg (درصد)
آب معمولی	۰/۴۷a
آب شور	۰/۴۱b

میانگین‌های با حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند.

شاخص کلروفیل: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد کیفیت آب آبیاری، کود و برهم‌کنش آن‌ها اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر شاخص کلروفیل گاوزبان داشت (جدول ۵). بالاترین شاخص کلروفیل از تیمار آب معمولی و تغذیه تلفیقی کود حاصل شد. کم‌ترین شاخص کلروفیل مربوط به تیمار آب شور و عدم مصرف کود بود (شکل ۴).



شکل ۴- برهم‌کنش کیفیت آب آبیاری و کود بر شاخص کلروفیل برگ گل گاوزبان اروپایی

در همین راستا، در بامیه اولانیا و همکاران (Olaniya *et al.*, 2010) و در ذرت تارنگ و همکاران (Tarange *et al.*, 2013) دریافتند ترکیب کودهای شیمیایی و آلی اثر بیش‌تری در رشد، عملکرد، کیفیت و افزایش محتوای کلروفیل داشت.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر مشاهده گردید تحت شرایط استفاده از تیمارهای کودهای آلی و شیمیایی و به‌ویژه کوددهی تلفیقی، محتوای عناصر پر مصرف مورد مطالعه بهبود پیدا کرد. بیش‌ترین غلظت پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر و نیتروژن با اعمال تیمار کوددهی تلفیقی به‌دست آمد. اگر چه بالاترین میزان کلسیم، فسفر و منیزیم در کاربرد تلفیقی حاصل شد اما بین این تیمار و کاربرد جداگانه کود

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

شیمیایی و دامی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین با تأمین عناصر غذایی پرمصرف در شرایط شوری و حتی در خاک‌های شور و سدیمی می‌توان وضعیت حاصل‌خیزی خاک و رشد گیاهان را بهبود بخشید.

منابع

Abd-EL-Azim W.M., Ahmed S.T. 2009. Effect of salinity and cutting date on growth and chemical constituents of *Achillea fragratissima* Forssk, under saline conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(6): 1121-9.

Ahmad Y.M., Shahlaby E.A., Shnan N.T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology, 10(11): 1988-1996.

Asgharzadeh A., Babaeian B. 2012. Investigating the effects of humic acid and acetic acid foliar application on yield and leaves nutrient content of grape (*Vitis vinifera*). African Journal of Microbiology Research, 6(31): 6049-6054.

Ashraf M., Akhtar N. 2004. Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet fennel. *Biologia Plantarum*, 48(3): 461-464.

Bardel J. 2013. Effects of normal and saline water along with organic and chemical fertilizer on quantitative traits and essential oils of cumin. M. Sc. Thesis of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol. (In Persian).

Bartles D., Sunkar R. 2005. Drought and salt tolerance in plants. Ritou Review of Plant Science, 24: 23-58.

Bouzid N., Youcef D. 2009. Ameliorative effect of CaCl2 on growth, membrane permeability and nutrient uptake in *Atriplex halimus* sub sp. schweinfurthii grown at high NaCl salinity. Desalination, 24(1): 163–166.

Buyanovsky G.A., Wanger G.H. 1986. Post-harvest residue input to cropland. Journal of Plant and Soil, 93(1): 57-65.

Chapman H.D., Pratt D.F. 1961. Methods of analysis for soil, plant, and water. Univ. Calif. Div. Agriculture Science, 60-62.

Dejampour J., Aliasgharzadeh N., Zeinolabedini M., Rohani Nia M., Majidi Hervan E. 2012. Evaluation of salt tolerance in almond (*Prunus dulcis* L. Batsch) rootstocks. African Journal of Biotechnology, 11(6): 11907-11912.

Ershad Langroudi M., Sedaghatpoor S. 2012. Effect of different media and salinity levels on growth traits of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 12 (9): 1134-1142.

Gendy A.S.H., Said-Al Ahl H.A.H., Mahmoud A.A. 2012. Growth, productivity and chemical constituents of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

influenced by cattle manure and biofertilizers treatments. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(5): 1-12.
Grattan S.R., Grieve C.M. 1999. Salinity- mineral relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae, 78(1): 127-157.
Hadi M.R., Karimi N. 2012. The role of calcium in plants salt tolerance. Journal of Plant Nutrition, 35: 2037-2054.
Hay H., Schmidhalter U. 1997. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. Journal of Plant Nutrition, 20(9): 1169-1182.
Heidari M., Abdolzade A., Farzane F. 2011. Effects of Salinity and three types of nitrogen nutrition on growth and biochemical reaction of isabgol. Iranian Journal of Crop Science, 42(1): 199-207. (In Persian).
Hung J., Redmann R.E. 1995. Physiology responses of canola and wild mustard to salinity and contrasting calcium supply. Journal of Plant Nutrition, 18: 1931-1979.
Hussein O.S., Hanafy Ahmed A.H., Ghalab A.R., El Henfy A.M. 2012. Some active ingredients from irradiated *Ambrosia maritime* seeds growing under different soil salinity levels. American Journal of Plant Physiology, 7(2): 70-83.
Knudsen D., Peterson G.E., Pratt P.E. 1982. Lithium, sodium and potassium. P. 225- 246. In: A. L. Page (Ed). Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Medison, WI.
Lindsay W.L. 1972. Zinc in soils and plant nutrition. Advanced in Agronomy, 24: 147-186.
Makizade Tafti M., Tavakol Afshari R., Majnoon Hoseini N., Naghdi Badi H.A. 2008. Evaluation of salt tolerance and salt uptake of borage (*Borago officinalis* L.). Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran, 24 (3): 253-262. (In Persian).
Mandal K., Saravanan R., Maiti S. 2008. Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of *Plantago ovate*. Crop Protection, 27(6): 988-995.
Marschner H. 1995. Mineral Nutrient of Higher Plants. 2nd Academic Press, Ltd, London.
Meloni D.A., Gulotta M.R. Martinez C.A. 2008. Salinity tolerance in *Schinopsis quebracho colorado*: Seed germination, growth, ion relations and metabolic responses. Journal of Arid Environment, 72(10): 1785-1792.
Mirmohammadi Meibodi A.M., Ghareyazi B. 2002. Plant Physiology and Breeding for Salinity. Isfahan University Press, 288 p.
Naheed G., Shahbaz M., Akram N.A. 2008. Interactive effect of rooting medium application of phosphorus and NaCl on plant biomass and mineral nutrients of rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan Journal of Botany, 40(4): 1601-1608.
Olaniya J.O., Akanbi W.B., Olaniran O.A., Ilupeju O.T. 2010. The effect of organo-mineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield, quality and chemical compositions of okra. Journal of Animal and Plant Sciences, 9: 1135-1140.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, (2nd edition). p 345.

Patel N.T., Guptab A., Pandey A.N. 2010. Salinity tolerance of *Avicennia marina* (Forsk) vierh from Gujarat coasts on India. Aquatic Botany, 93: 9-16.

Poljakoff-mayber A., Somers G.F., Werker E., Gallagher J.I. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceace), their structure, germination and salt tolerance. American Journal of Botany, 79(3): 249-256.

Raissi A., Galavi M., Zafaraneieh M., Soluki M., Mousavi R. 2013. Biochemical change of seeds and yield of isabgol (*Plantago ovata*) under bio-fertilizer, organic manure and chemical fertilizer. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 2(6): 112-117.

Ramezani E., Ghajar Sepanlou M., Naghdi Badi H.A. 2011. The effect of salinity on the growth, morphology and physiology of *Echium amoenum* Fisch. And Mey. African Journal of Biotechnology, 10(44): 8765-8773.

Rayan J.R., Estefan G., Rashid A. 2001. Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. (2nd edition). ICARDA, Syria. P. 231.

Sabahi H., Takafoyan J., Mahdavi Damghani A.M., Liaghati H. 2010. Effect of animal manures, chemical and biological fertilizer on production of rapeseed (*Brassica napus* L.) in saline soil in Qom. Agricultural Ecology, 2(2): 287-291. (In Persian).

Samsam Shariat H. 2007. Distillation and extraction of active ingredients from medicinal plants and methods to identify and evaluate them. Manni Isfahan Press, p258. (In Persian).

Semiz G.D., Unlukara A., Yurtseven E., Suarez D.L., Telci I. 2012. Salinity impact on yield, water use, mineral and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Agricultural Sciences, 18: 177-186.

Sheikhpour S., Sirousmehr A.R, Fakheri B.R. 2014. Evaluation of chlorophyll content, nutrients and yield of borage (*Borago officinalis* L.) in responses to chemical and biological fertilizers. Advanced In Crop Science, 2: 131-140.

Shiro M., Katsuya Y., Michio K., Mitsutaka T., Hiroshi M. 2002. Relationship between the distribution of Na and the damages caused by salinity in the leaves of rice seedling grown under a saline condition. Plant Product Sciences, 5: 269-274.

Tarang E., Ramroudi M., Galavi M., Dahmardeh, M., Mohajeri F. 2013. Evaluation grain yield and quality of corn (Maxima Cv) in responses to nitroxin bioferilizer and chemical fertilizers. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(7): 683-687.

Walker D.J., Bernal M.P. 2008. Plant mineral nutrition and growth in a saline Mediterranean soil amended with organic wastes. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 35(17): 2495-2514.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]

Yoldas F., Ceylan S., Mordogan N., Esetlili B.C. 2011. Effect of organic and inorganic fertilizers on yield and mineral content of onion (*Allium cepa*). African Journal of Biotechnology, 10(55): 11488-11492.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-03-19]