تعیین تغییرات کمی، فیتوشیمیایی و آستانه تحمل بابونه شیرازی (*Matricaria chamomilla* L.) تحت شوری و pH های مختلف

لیلا لطف‌الهی[1]، حسین ترابی گل‌سفیدی[2*]، حشمت امیدی[3]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم خاک، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
*آدرس مکاتبه: تهران، دانشگاه شاهد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم خاک، صندوق‌پستی: ۱۸۱۵۵/۱۵۹
تلفن: ۲۱۵۱۲۱۳۷ (۰۲۱)، نمابر: ۲۱۵۱۲۱۴۵ (۰۲۱)
پست الکترونیک: htorabi@shahed.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۱۷ **تاریخ تصویب:** ۹۴/۶/۴

چکیده

مقدمه: تعیین آستانه تحمل و بررسی تغییرات عملکرد کمی و فیتوشیمیایی بابونه شیرازی (*Matricaria chamomilla* L.) در شرایط مختلف تولید از جمله شوری و pH ضروری می‌باشد.

هدف: بررسی تأثیر شوری بر عملکرد کمی و فیتوشیمیایی، تعیین حد آستانه تحمل به شوری و pH مطلوب بابونه شیرازی

روش بررسی: این تحقیق در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. آزمایش شوری با قابلیت هدایت الکتریکی؛ ۲ ، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و مطالعه pH نیز در سطوح ۴، ۵، ۶/۴ ، ۸ و ۹ انجام شد.

نتایج: تعداد گل، وزن تر و خشک گل در شوری ۲ بالاترین میزان را دارا بود و با افزایش شوری کاهش معنی‌داری ($P\leq$ ۰/۰۱) یافت. کمترین درصد بازده اسانس در تیمار ۲ (تیمار شاهد) مشاهده شد و با افزایش سطح شوری افزایش داشت. بررسی اجزای اسانس نشان داد که بالا رفتن سطح شوری سبب افزایش ترکیب آلفا- بیزابولول اکسید A (۵/۲ درصد) و کاهش کامازولن (۴۷/۹ درصد) شد. مقایسه میانگین تیمار pH نشان داد که وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد گل، وزن تر و خشک گل در تیمار pH= ۸ به طور معنی‌داری ($P\leq$ ۰/۰۱) کاهش یافت. بررسی مواد مؤثره نشان داد که با افزایش pH ، آلفا- بیزابولول اکسید A (۷۳/۱ درصد) افزایش یافت، به طوریکه در pH=۸ در بالاترین درصد میباشد.

نتیجه‌گیری: آستانه تحمل به شوری بابونه بر اساس عملکرد گل و کل زیست توده خشک به ترتیب در شوری معادل ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر و بیشترین وزن خشک گل بابونه در pH= ۸ به دست آمد.

گل‌واژگان: آستانه تحمل شوری، بابونه، pH، مواد مؤثره

www.SID.ir

مقدمه

ایران با دارا بودن یازده منطقه اقلیمی و بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی [۱]، محل رویش حدود ۱۱۰۰ گونه دارویی [۲] بوده و بستر مناسبی برای دستیابی به گونه‌های با ارزش دارویی و نادر است [۱]. رشد و نمو گیاهان دارویی نیز مانند سایر گیاهان زراعی متأثر از عوامل محیطی و ژنتیکی بوده و حداکثر عملکرد تنها زمانی حاصل می‌شود که ترکیب مناسبی از این عوامل برای گیاه فراهم باشد. از جمله این عوامل مهم، خاک است که ویژگی‌های آن می‌تواند مقدار محصول را از صفر تا حداکثر پتانسیل تولید کنترل نماید. از طرفی روند رو به رشد مصرف گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه تولید گیاهان دارویی، بدون مدیریت صحیح تخریب طبیعت را در پی خواهد داشت. میزان مصرف داروهای گیاهی و گیاهان دارویی در سراسر جهان روزبه‌روز در حال افزایش است و یکی از گیاهان دارویی که به طور گسترده به اشکال مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد، گیاه بابونه شیرازی است. گیاه بابونه شیرازی (*Matricaria chamomilla* L.) از خانواده کاسنی (Asteraceae)، می‌باشد [۳]. سطح زیر کشت بابونه شیرازی حدود ۳۰ هکتار می‌باشد [۴]. موارد درمانی بابونه شامل خاصیت ضدالتهابی، ضداسپاسم و ضدمیکروبی می‌باشد [۳]. کمیت و کیفیت اسانس بابونه شیرازی مانند سایر گیاهان دارویی به طور ژنتیکی کنترل می‌شود ولی عکس‌العمل متقابل بین گیاه و شرایط محیطی نیز بر این صفت مؤثر است [۵]. در اسانس بابونه نزدیک به ۴۰ نوع ترکیب شناسایی شده که مهم‌ترین آنها شامل آلفا- بیزابولول اکسید، آلفا- بیزابولول و کامازولن است [۶]. شوری یکی از عوامل محدودکننده و مخرب اراضی کشاورزی و کاهش عملکرد محصولات در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان است. وسعت خاک‌های شور در ایران حدود ۲۴ میلیون هکتار است که معادل ۱۵ درصد از اراضی کشاورزی کشور می‌باشد [۷]. در خاک‌های شور غلظت سدیم و کلرید در محلول خاک به طور کلی بالاتر و بیشتر از سایر عناصر است که نه تنها باعث تنش اسمزی و تأثیرات یونی ویژه می‌شود بلکه منجر به اختلال در جذب دیگر عناصر و همچنین انتقال به اندام هوایی گیاه و بیماری‌های تغذیه‌ای و به تبع آن کاهش عملکرد گیاه می‌شود [۸]. شوری، پتانسیل آب محیط ریشه را کاهش داده و کم شدن توان جذب آب توسط گیاه را سبب می‌شود. به علاوه، با افزایش شوری در محیط ریشه، جذب و انتقال یون‌های سمی به بافت‌های گیاه افزایش می‌یابد [۹، ۷]. نقش اصلی در شرایط شوری با یون‌های تک‌ظرفیتی بوده و به طور کلی یون سدیم مهم‌ترین عامل مؤثر در ایجاد تنش می‌باشد. چون سدیم از فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها ممانعت می‌کند [۱۰]. برخی از گیاهان دارویی با داشتن پتانسیل بالا برای کشت در اقلیم‌های تنش‌خیز می‌توانند جهت بهره‌وری بیشتر از سرزمین‌های کم بهره کشورمان مورد استفاده قرار گیرند [۶]. لازمه گسترش سطح زیر کشت گیاهان دارویی، شناخت دقیق عکس‌العمل گیاه در سطوح مختلف شوری و تعیین آستانه تحمل آنهاست. تحمل به شوری گیاهان زراعی به طور سنتی با مقایسه عملکرد نسبی در شوری‌های مختلف خاک تعیین می‌شود. ماس و هافمن (۱۹۷۷) بیان کردند که نمودار واکنش گیاهان زراعی به شوری خطی است و از دو قسمت مجزا تشکیل شده است [۱۱]. یکی خط مشخص کننده محدوده آستانه تحمل به شوری با شیب صفر و دیگری یک خط وابسته به غلظت است که شیب آن میزان کاهش عملکرد را به ازای افزایش هر واحد شوری را نشان می‌دهد. این مدل به مدل دوقسمتی نیز معروف است. در واقع نقطه‌ای که دو خط یکدیگر را قطع می‌کنند همان آستانه تحمل به شوری می‌باشد. با توجه به تعریف فوق عملکرد نسبی یک گیاه زراعی در یک شوری معین با توجه به معادله زیر به دست می‌آید [۱۱].

$$Y_r = 100- b (EC_e-a) \qquad (۱)$$

در این رابطه Y_r، عملکرد نسبی، b، شیب خط بر اساس درصد، a، حد آستانهٔ تحمل به شوری بر حسب دسی‌زیمنس بر متر و EC_e، متوسط شوری عصاره اشباع خاک در منطقه ریشه برحسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. این رابطه بعدها توسط وانگنوختن و هافمن (۱۹۸۴) تغییر داده شد و بیان کردند که واکنش گیاهان به شوری همیشه خطی نیست، بلکه به صورت سیگموئیدی است [۱۲]. طبق تعریف، شوری که باعث کاهش ۵۰ درصدی عملکرد می‌شود طبق رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد:

Archive of SID
www.SID.ir

$$Yr = \frac{Ym}{1 + (\frac{EC}{EC\ 50})^{p}} \quad (۲)$$

در این رابطه، Y_m، مقدار عملکرد در شرایط غیر شور، EC، میانگین شوری در ناحیه رشد ریشه برحسب دسی‌زیمنس بر متر، EC_{50}، میانگین شوری خاک که منجر به کاهش ۵۰ درصد عملکرد می‌شود و P که یک ضریب تجربی است.

متابولیت‌های ثانویه گیاهان در شرایط محیطی مانند خشکی، شوری و تغییرات دمایی می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد و این شرایط تنش‌زا معمولاً سبب تشدید سنتز متابولیت‌های ثانویه که معمولاً ماده مؤثره گیاهان دارویی هستند می‌شود [۱۳]. اما به‌دلیل کاهش عملکرد ماده خشک تحت تأثیر تنش می‌توان انتظار کاهش برداشت ماده مؤثره دارویی را نیز داشت.

pH خاک‌ها یک پارامتر توزیع شده ناهمگن است. این تغییرپذیری می‌تواند توسط چندین واکنش فیزیکی و شیمیایی غیرزنده در خاک به وجود آید. در کنار واکنش‌های غیرزنده فعالیت‌های زنده نیز می‌تواند pH خاک را تحت تأثیر قرار دهند. از سوی دیگر pH فاکتوری است که به صورت معنی‌داری حلالیت فلزات در خاک را، و در نتیجه دسترسی گیاه به عناصر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تغییر در pH ریزوسفر بر زندگی گیاه در حال رشد تأثیر گذارست [۱۴]. pH منطقه ریزوسفر به مقدار زیادی تابع نسبت جذب کاتیون‌ها و آنیون‌ها، H^+ یا OH^- خارج ریشه و گونه‌های گیاهی است [۱۵]. ریزوسفر ریشه به عنوان یک میکروسیستم، ویژگی‌های کاملاً متفاوتی را در مقایسه با توده خاک ارائه می‌دهد که به طور مستقیم تحت تأثیر فعالیت‌های ریشه گیاه است [۱۶]. pH ریزوسفر احتمالاً به اندازه دو واحد متفاوت از pH توده خاک می‌باشد [۱۵]. از این‌رو سیستم هیدروپونیک روشی ایده‌آل برای مطالعه شوری و واکنش محیط می‌باشد که امکان کنترل دقیق آنها را فراهم می‌سازد. با توجه به اینکه تاکنون تعیین حد آستانه تحمل شوری و واکنش محیط (pH)، شیب کاهش عملکرد، درصد بازده اسانس و بررسی مواد مؤثره برای گیاه بابونه شیرازی بررسی نشده است، در این تحقیق اثرات شوری و واکنش محیط (pH)، همچنین تغییرات ماده مؤثره گیاه بابونه شیرازی همگام با بررسی عملکرد در اثر شوری و واکنش محیط، ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین حد آستانه تحمل شوری و حد مطلوب pH در گیاه دارویی بابونه شیرازی (*Matricaria chamomilla* L.) دو آزمایش جداگانه با سطوح مختلف شوری و pH در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد انجام شد. گلخانه مجهز به سیستم‌های کنترل دما و نور بوده و طول دوره روشنایی ۱۴ ساعت، تاریکی ۱۰ ساعت و دمای ۱۶ الی ۲۲ درجه سانتی‌گراد بر اساس نیاز گیاه تنظیم شد. نخست، بذرهای گیاه بابونه شیرازی در محیط پیت‌ماس و با محلول غذایی ۵۰ درصد هوگلند کشت و پس از رشد اولیه به گلدان‌های مستقل هیدروپونیک منتقل شد. گلدان‌ها با ابعاد ۲۰، ۲۰ و ۱۵ سانتی‌متر به ترتیب ارتفاع، طول و عرض و دارای گنجایش ۵ لیتر محلول غذایی بوده است. به منظور جلوگیری از ورود نور، گلدان‌هایی با دیواره مات انتخاب شد. گیاهان با استفاده از یک لایه ابر به عنوان نگهدارنده بر روی سوراخ‌های تعبیه شده، قرار داده شدند. به منظور تسهیل هوادهی به درون محلول غذایی از پمپ هوا استفاده شد. جهت تهیه محلول غذایی از فرمول ۵۰ درصد هوگلند [۱۷] استفاده شد (شکل شماره ۱). در طول دوره رشد محلول‌های غذایی هر دو هفته یک بار تعویض شد. در هر بار تعویض محلول غذایی، تمامی ظرف‌ها، سنگ هوا، لوله رابط پمپ هوا تعویض و پس از شستشو با الکل و هوا خشک شدن، مجدداً مورد استفاده قرار می‌گرفت. سطوح شوری شامل؛ ۲ (شاهد، چون محلول غذایی ۵۰ درصد هوگلند دارای هدایت الکتریکی حدود ۲ دسی‌زیمنس بر متر است)، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر و با استفاده از نمک کلرور سدیم (NaCl) و pH نیز در سطوح ۴، ۵، ۶/۴ (محلول اصلی ۵۰ درصد هوگلند)، ۸ و ۹ انجام شد. برای کنترل و تنظیم pH از اسید استیک (CH_3COOH) و سدیم

Archive of SID
www.SID.ir

شکل شماره ۱- نمایی از رشد و نمو بابونه شیرازی در محیط هیدروپونیک؛ از چپ به راست شامل تیمارهای ۲ (شاهد)، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر

هیدروکسید (NaOH) استفاده شد. کنترل و تنظیم pH و EC هر ۲۴ ساعت یک‌بار انجام گرفت. از آنجایی که با مصرف آب توسط گیاه، شوری محلول غذایی اغلب افزایش می‌یابد، در صورت افزایش هدایت الکتریکی محلول غذایی در طی انجام آزمایش از آب مقطر جهت تنظیم آن استفاده شد. تیمارهای شوری پس از ۱۲۰ روز و تیمارهای pH پس از ۱۱۰ روز برداشت شد. خصوصیات مورفولوژیکی گیاه از قبیل ارتفاع بوته (cm)، طول ریشه (cm)، وزن تر و خشک اندام هوایی (g)، وزن تر و خشک ریشه (g)، وزن تر و خشک گل (g)، تعداد گل در بوته، حجم ریشه (cm^3)، و قطر ساقه (mm)، اندازه‌گیری شد. بخش‌های مختلف گیاه جداگانه برداشت و در سایه هوا خشک شد. جهت توزین از ترازوی با دقت دو رقم اعشار استفاده شد. اسانس گل‌های گیاه بابونه شیرازی در تیمارهای شوری و pH پس از خشکاندن در سایه، توسط دستگاه تقطیر با آب (کلونجر) به مدت ۳ ساعت استخراج شد [۱۸]. جداسازی و شناسایی ترکیب های اسانس با استفاده از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) در مرکز خدمات تخصصی آنالیز شیمیایی مجتمع تحقیقاتی جهاد دانشگاهی کرج انجام شد. برای شناسایی ترکیبات، اسانس‌های موردنظر پس از آماده‌سازی به دستگاه GC/MS تزریق شدند تا نوع ترکیب‌های تشکیل‌دهنده آنها مشخص شود. دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شده از نوع Agilent 6890 با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامه دمایی ستون به نحوی تنظیم شد که دمای ابتدایی آن ۵۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما ۵ دقیقه، گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه، افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۳ دقیقه توقف در این دما بود. دمای اتاقک تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود و از گاز هلیم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. طیف‌نگار جرمی مدل Agilent 5973 با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. شناسایی ترکیبات به کمک شاخص بازداری آنها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد صورت گرفت [۱۹، ۱۸]. برای محاسبه درصد بازده اسانس از فرمول زیر استفاده شد [۲۰].

Archive of SID
www.SID.ir

۱۰۰× (وزن خشک گیاه / وزن اسانس) = درصد بازده اسانس

جهت محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش، از نرم‌افزار SAS جهت تجزیه واریانس استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج

اثر شوری بر وزن خشک گل، درصد بازده اسانس و مواد مؤثره بابونه شیرازی

نتایج نشان داد شوری تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی گیاه دارویی بابونه شیرازی داشت (جدول شماره ۳). به طوری که سبب کاهش وزن خشک گیاه ناشی از کاهش وزن خشک قسمت‌های مختلف آن شد. وزن تر و خشک هوایی در تیمار شاهد (معادل ۲ دسی-زیمنس بر متر) بیشترین مقدار بود و با افزایش شوری از شاهد به ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۴۰/۲، ۶۱/۱، ۶۴/۹ و ۸۵/۵ درصد نسبت به شاهد کاهش داشته است (جدول شماره ۴). ارتفاع بوته و وزن خشک ریشه در تیمار شاهد (محلول اصلی ۵۰ درصد هوگلند) بالاترین سطح را داشت و با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری یافت (جدول شماره ۴). میزان کاهش وزن تر و خشک ریشه با افزایش سطح شوری به ترتیب ۶۳/۳۶ و ۸۱/۶۱ برآورد شد. حجم ریشه نیز با افزایش شوری، کاهش معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) را نشان داد (جدول شماره ۳). قطر ساقه و حجم ریشه با افزایش شوری به ترتیب ۵۶/۳۷ و ۶۴/۶۵ درصد کاهش داشتند (جدول شماره ۴). تعداد گل، وزن تر و خشک گل در تیمار شاهد بالاترین مقدار را داشت و با افزایش شوری به ۴ دسی-زیمنس بر متر به ترتیب ۳۴/۵، ۳۷/۷ و ۴۰ درصد، در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۵۸، ۶۵/۶ و ۶۱/۱ درصد، در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۷۲، ۶۸/۶ و ۶۴/۹ درصد و در تیمار شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب به مقدار ۸۴/۹، ۸۴/۵ و ۸۵/۵ درصد کاهش معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) را نشان داد (جدول شماره ۴). ضرایب همبستگی بین وزن خشک گل و اجزاء عملکرد مثبت و معنی‌دار بود (جدول شماره ۵). همان‌طور که در شکل شماره ۲ مشاهده می‌شود، رابطه لگاریتمی دارای ضریب تبیین بالاتری ($R^2=0.956^{**}$) نسبت به رابطه خطی ($R^2=0.844^{**}$) بین شوری و وزن خشک گل بابونه است. در حالی که رابطه بین شوری و وزن کل زیست توده خشک بابونه سیگموییدی با ضریب تبیین ۰/۹۴۴ می‌باشد (شکل شماره ۳). در این تحقیق معادله ونگنوختن و هافمن [۱۲] جهت محاسبه عملکرد نسبی مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفت. ضریب همبستگی بسیار بالا ($R^2=0.942^{**}$) بین عملکرد واقعی و عملکرد پیش‌بینی شده (شکل شماره ۴) با معادله ونگنوختن و هافمن نشان می‌دهد که معادله مذکور از توانایی مطلوبی جهت محاسبه عملکرد بابونه در سطوح مختلف شوری برخوردار است. مقدار p که یک پارامتر تجربی در معادله فوق است، در این تحقیق ۱/۲۷ به دست آمد. با توجه به یافته‌های شکل‌های شماره ۲ و ۳، آستانه تحمل شوری بابونه بر اساس وزن گل، ۲ دسی‌زیمنس بر متر و بر اساس کل زیست توده خشک (اندام هوایی و ریشه)، ۴ دسی‌زیمنس بر متر بوده و ۵۰ درصد کاهش وزن خشک کل زیست توده، تعداد گل، وزن تر و خشک گل به ترتیب در شوری ۸، ۶/۶، ۵/۹ و ۵/۸ دسی زیمنس بر متر صورت می‌گیرد. درصد بازده اسانس با افزایش سطح شوری، افزایش و در تیمار ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در بالاترین مقدار و حاصل‌ضرب درصد بازده اسانس در وزن گل خشک در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (جدول شماره ۱). آنالیز شیمیایی اسانس گیاه در تیمار شاهد و تیمار ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب منجر به شناسایی ۹ و ۱۰ ترکیب شد که در مجموع ۶۳/۴۴ درصد و ۶۶/۵۴ درصد کل اسانس را تشکیل می‌دهد. با افزایش شوری آلفا- بیزابولول اکسید A، ۵/۱۴ درصد افزایش و ترکیب کامازولن، ۴۷/۹۳ درصد کاهش یافت (جدول شماره ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۱- درصد بازده اسانس بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

ویژگی	EC=۱۶	EC=۱۲	EC=۸	EC=۴	EC=۲
			($dS.m^{-1}$)		
درصد بازده اسانس	۲/۸۷	۲/۰۲۵	۲/۱۰۵	۱/۰۲۷	۰/۲۶
وزن خشک گل (گرم در بوته)	۰/۴۳	۱/۰۴	۱/۱۵	۱/۷۷	۲/۹۶
درصد بازده اسانس × وزن خشک گل (گرم در بوته)	۱/۲۲	۲/۱	۲/۴۲	۱/۸۲	۰/۷۷

جدول شماره ۲- ترکیب مواد مؤثره شناسایی شده در گیاه بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

ردیف	نام ترکیب	۲ (dSm^{-1})			۱۶ (dSm^{-1})	
		شاخص بازداری محاسبه شده (KI a)	شاخص بازداری منابع (KI b book)	درصد ترکیب	شاخص بازداری محاسبه شده (KI a)	درصد ترکیب
۱	α-Pinene	۹۳۴	۹۳۹	۰/۰۸	–	–
۲	β-Phellandrene	۱۰۳۶	۱۰۳۰	۰/۹	–	–
۳	*p*-Cymene	۱۰۳۱	۱۰۲۵	۰/۹۴	۱۰۳۱	۰/۲۷۸
۴	Artemisia Ketone	۱۰۶۳	۱۰۶۲	۲/۲	۱۰۶۳	۰/۹۶۲
۵	Isoborneol	۱۱۷۵	۱۱۶۲	۰/۱	–	–
۶	*E*-*β*-Farnesene	۱۴۵۷	۱۴۵۷	۳/۹	–	–
۷	Camphene	۹۵۱	۹۵۴	۱۲/۲	۹۵۱	۱۵/۶۳۵
۸	Chamazulene	۱۷۵۱	۱۷۳۲	۶/۴۲	۱۷۵۱	۳/۳۴۳
۹	Bisabolol oxide A	۱۷۶۷	۱۷۴۹	۳۶/۷	۱۷۶۷	۳۸/۶۹۲
۱۰	1,8-cineole	۱۰۳۷	۱۰۳۱	–	۱۰۳۷	۰/۳۴۷
۱۱	(Z)-β-Farnesene	۱۴۵۶	۱۴۴۳	–	۱۴۵۶	۳/۴۹۳
۱۲	(-)-Spathulenol	۱۵۹۰	۱۵۷۸	–	۱۵۹۰	۲/۹۸۱
۱۳	Caryophyllene oxide	۱۵۹۵	۱۵۸۳	–	۱۵۹۵	۰/۴۷۹
۱۴	α-Bisabolol oxide B	۱۶۶۶	۱۶۵۸	–	۱۶۶۶	۰/۳۲۹

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۳- تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی گیاه دارویی بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	ارتفاع ریشه	ارتفاع کل	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل	قطر ساقه	تعداد گل	حجم ریشه	وزن تر گل	وزن خشک گل
تکرار	۲	۰/۷۳^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۱/۲۷^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۰/۷۲^{ns}	۰/۴۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۹۳^{ns}	۰/۶۸^{ns}	۱/۰۸^{ns}	۲۹۹/۲۶^{ns}	۰/۸۶^{ns}	۰/۱۳^{ns}
شوری	٤	۱٤۸۸/۵**	۵۸/٦**	۲۰۹۳**	٦۱۰/۹۷**	۸۲/۰۲**	۶۷۳**	۱/۸۵**	۱۰۷/٦۳**	٤/۳۷**	۸۰۸۵/۳**	۷/۵۸*	۱۱۸/۱٦**	۲/۷٦**
خطای آزمایش	۸	۱۱/۳٦	۵/۱	۲۹/۷۷	۱/٤۵	۰/۷۵	۰/۲۹	۰/۰۲	۷/۹۹	۰/۷٤	۱۰۸/۲٦	۱/۲۵	۱/۲۹	۰/۰۲
ضریب تغییرات(٪)		۵/۳۲	٦/۹۵	۵/٦۹	٦/۲۲	۱۲/٤۷	۱۳/٦٦	۱۰/۸٦	۱۲/۱٤	۷/۱۲	۲۷/۷۵	۱۳/٤۲	۱۲/۳۵	۸/۸٦

*و **و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول شماره ٤- مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی گیاه دارویی بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

شوری	ارتفاع بوته	ارتفاع ریشه	ارتفاع کل	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل	قطر ساقه	تعداد گل	حجم ریشه	وزن تر گل	وزن خشک گل
	(cm)			(g)					(mm)		(cm^3)	(g)	
con	۸٦/۳۳a	۳٦/۰۰a	۱۲۲/۳۳a	۲۹/۱۳b	۱۱/۲۳b	٤/٦۲a	۲/۲۳a	۱۳/٤٦b	٤/٦b	۱۵٤/٦a	٤/۵۹ab	۱۸/۸۷a	۲/۹٦a
٤	۸۵/۵۵a	۳۸/۰۰a	۱۲۳/۵۵a	۳۸/۸۱a	۱۲/۳۹a	۵/٦۵a	۱/۹٦b	۱۵/۳۵a	۵/۵۷a	۱۰۱/۳b	٦/۱۱a	۱۱/۷٦b	۱/۷۷b
۸	۵٦/۷۷b	۳۱ /٦٦b	۸۸/٤٤b	۱٤/٦٤c	۵/۹۹c	٤/۸۲a	۱/۱٦c	٦/۸۵c	٤/۸b	٦۵/۰۰c	٤/۵۵ab	۷/٤۸c	۱/۱۵c
۱۲	۵۳/۰۰b	۲۸/٦٦b	۸۱/۰۰b	۱۰/۲۲d	۳/۲۵d	۲/۷٤b	۰/۷۱d	۳/۹۵d	۳/۸۵c	٤۳/۳d	۲/۷۲cb	۵/۹۳c	۱/۰٤c
۱٦	۳٤/۸۳c	۲۸/۰۰b	٦۳/۵۰c	٤/۰۳e	۱/۰۹e	۲/۰۷b	۰/٤۱e	۱/۵e	۲/٤۳d	۲۳/۳e	۲/۱٦c	۲/۹۳d	۰/٤۳d

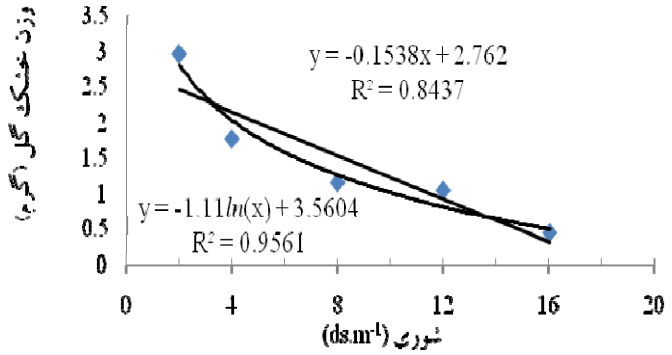
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

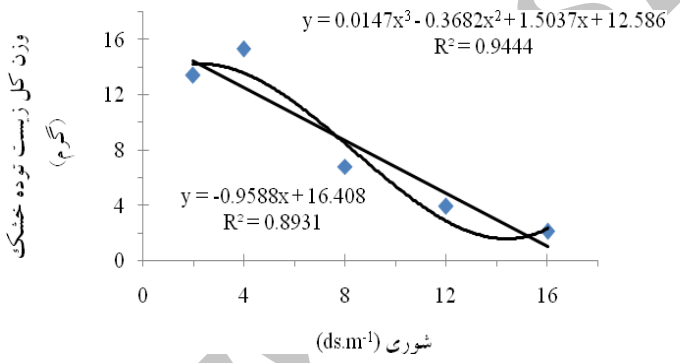
www.SID.ir

جدول شماره ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری

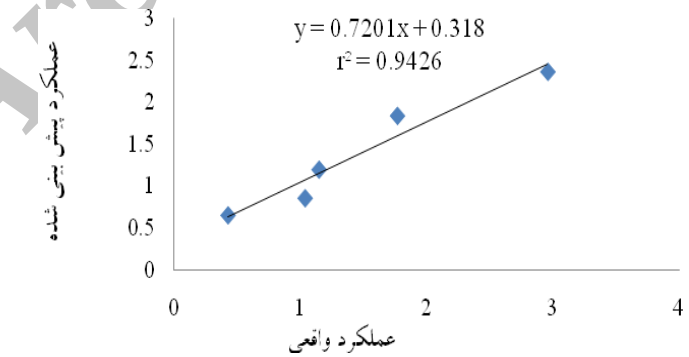
منابع تغییرات	ارتفاع بوته	ارتفاع ریشه	ارتفاع کل	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ساقه	وزن خشک کل	حجم ریشه	تعدادگل	وزن تر گل	وزن خشک گل
ارتفاع بوته	۱/۰۰												
ارتفاع ریشه	۰/۸۸**	۱/۰۰											
ارتفاع کل	۰/۹۹**	۰/۹۲**	۱/۰۰										
وزن تر اندام هوایی	۰/۹۶**	۰/۹۱**	۰/۹۶**	۱/۰۰									
وزن خشک اندام هوایی	۰/۹۷**	۰/۹۳**	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۱/۰۰								
وزن تر ریشه	۰/۸۳**	۰/۸۶**	۰/۸۵**	۰/۸۵**	۰/۸۸**	۱/۰۰							
وزن خشک ریشه	۰/۹۷**	۰/۸۹**	۰/۹۸**	۰/۹۳**	۰/۹۶**	۰/۸۴**	۱/۰۰						
قطر ساقه	۰/۸۰**	۰/۶۹**	۰/۷۹**	۰/۸۲**	۰/۸۱**	۰/۸۷**	۰/۷۶**	۱/۰۰					
وزن خشک کل	۰/۹۸**	۰/۹۳**	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۸۸**	۰/۹۷**	۰/۸۰**	۱/۰۰				
حجم ریشه	۰/۷۳**	۰/۷۳**	۰/۷۴**	۰/۷۹**	۰/۷۹**	۰/۸۴**	۰/۷۳**	۰/۷۹**	۰/۷۸**	۱/۰۰			
تعدا گل	۰/۸۹**	۰/۷۴**	۰/۸۸**	۰/۸**	۰/۸۳**	۰/۶۸**	۰/۹۴**	۰/۶۵**	۰/۸۵**	۰/۶*	۱/۰۰		
وزن تر گل	۰/۸۹**	۰/۷۲**	۰/۸۸**	۰/۷۸**	۰/۸۲**	۰/۶۲**	۰/۹۲**	۰/۵۹*	۰/۸۳**	۰/۵۵*	۰/۹۸**	۱/۰۰	
وزن خشک گل	۰/۸۹**	۰/۷۲**	۰/۸۷**	۰/۷۵**	۰/۸۱**	۰/۶۴**	۰/۹۲**	۰/۶۱**	۰/۸۲**	۰/۵۲*	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۱/۰۰



شکل شماره ۲– اثر شوری بر وزن گل خشک بابونه شیرازی



شکل شماره ۳– اثر شوری بر وزن کل زیست توده خشک بابونه شیرازی

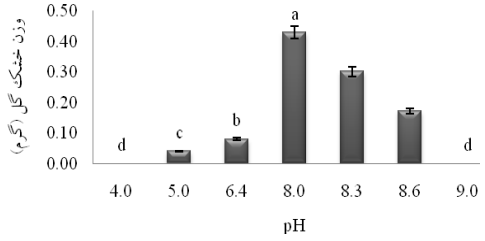


شکل شماره ۴– رابطه بین عملکرد واقعی با عملکرد پیش‌بینی شده‌ی تیمار شوری با استفاده از معادله ونگنوختن هافمن (۱۹۸۴)

Archive of SID
www.SID.ir

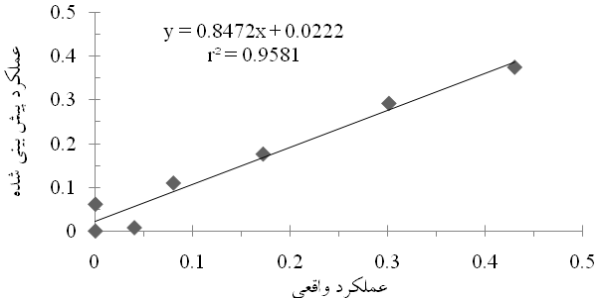
اثر pH بر وزن خشک گل، درصد بازده اسانس و ترکیبات مواد مؤثره گیاه بابونه شیرازی

تجزیه واریانس نشان داد اثر pH **بر** ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی گیاه دارویی بابونه شیرازی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول شماره ۸). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمار pH= ۸ نسبت به سایر سطوح تیمار در بالاترین سطح می‌باشد و با تغییر pH به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول شماره ۹). ارتفاع بوته، طول و حجم ریشه و قطر ساقه در تیمار pH=۸ نسبت به تیمار شاهد در بالاترین سطح می‌باشد و با تغییر pH به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) کاهش یافت (جدول شماره ۸). ضرایب همبستگی بین وزن خشک گل با اجزای عملکرد نظیر تعداد گل و وزن خشک اندام هوایی مثبت و معنی‌دار بود (جدول شماره ۵). نتایج نشان داد که حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه، در تیمار pH= ۸ نسبت به تیمار شاهد در بالاترین سطح می‌باشد (جدول شماره ۹) و با افزایش و کاهش pH به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) کاهش یافت (جدول شماره ۹). همان‌طور که در شکل شماره ۵ مشاهده می‌شود رابطه بین pH و وزن خشک گل بابونه شبیه یک منحنی زنگوله‌ای و نشان می‌دهد که گیاه بابونه شیرازی pH اسیدی ۴ و بازی ۹ از بین رفته و این دو pH باعث نابودی گیاه و عملکرد صفر شده است. با توجه به یافته‌های شکل شماره ۵، حد مطلوب pH برای بابونه ۸ بوده و ۵۰ درصد کاهش عملکرد در pH، ۷/۰۱ و ۸/۵ مشاهده شد. علت دارا بودن دو pH برای کاهش ۵۰ درصدی عملکرد به منحنی زنگوله‌ای pH با عملکرد بابونه ارتباط دارد و نشان می‌دهد که کاهش عملکرد در هر دو سوی pH مطلوب رخ می‌دهد. علی‌رغم ارائه معادله ونگنوختن و هافمن [۱۲] جهت محاسبه عملکرد نسبی در شوری، از معادله فوق جهت محاسبه عملکرد بابونه در pHهای مختلف استفاده و نتایج آن مورد ارزیابی قرار گرفت. ضریب همبستگی بسیار بالا ($r^2=0.958^{**}$) بین عملکرد واقعی و عملکرد پیش‌بینی شده (شکل شماره ۶) با معادله مذکور نشان می‌دهد که معادله مذکور از توانایی مطلوبی جهت محاسبه عملکرد بابونه شیرازی در سطوح مختلف pH برخوردار است، با این تفاوت که به علت وجود دو شیب کاهش عملکرد در دو سوی pH مطلوب، محاسبه مقدار p که یک پارامتر تجربی در معادله فوق است، برای دو سوی حد مطلوب جداگانه به دست آمد. در این تحقیق مقادیر p در pH های کمتر از ۸ (مطلوب)، ۱۱/۶۱- و برای pH های بیشتر از ۸ (مطلوب)، ۳۱/۲۸ به دست آمد. بالاترین مقدار درصد بازده اسانس در تیمار pH=۵ و حاصل‌ضرب درصد بازده اسانس در وزن گل خشک در pH=۸ به دست آمد (جدول شماره ۶). آنالیز شیمیایی اسانس گیاه در تیمار pH های ۵، ۶/۴ و ۸ به ترتیب منجر به شناسایی ۴، ۱۱ و ۱۱ ترکیب شد که در مجموع ۱۱/۸۲ درصد، ۳۸/۳ درصد و ۶۵/۷۹ درصد کل اسانس را تشکیل می‌دهد. با افزایش شوری آلفا- بیزابولول اکسید A، ۵/۱۴ درصد افزایش و ترکیب کامازولن، ۴۷/۹۳ درصد کاهش یافت (جدول شماره ۷). بالاترین درصد ماده مؤثره آلفا- بیزابولول اکسید A در pH=۸ به دست آمد به طوری که با افزایش pH از ۵ به ۶/۴ و از ۶/۴ به ۸، به ترتیب ۲۸/۳۷ و ۷۳/۰۸ درصد افزایش داشت (جدول شماره ۷). جدول شماره ۱۰ ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه بابونه شیرازی تحت تاثیر سطوح مختلف pH را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۵- رابطه عملکرد بابونه شیرازی با pH

Archive of SID
www.SID.ir



شکل شماره ۶– رابطه بین عملکرد واقعی با عملکرد پیش‌بینی شده‌ی تیمار pH با استفاده از معادله ونگنوختن هافمن (۱۹۸۴)

جدول شماره ۶- درصد بازده اسانس بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف pH

ویژگی	pH= ۸	pH= ۶/۴ (H_2O)	pH= ۵
درصد بازده اسانس	۵/۳۴	۵/۹۷	۱۱/۸
وزن خشک گل (گرم در بوته)	۰/۴۳	۰/۰۸	۰/۰۴
درصد بازده اسانس × وزن خشک گل (گرم در بوته)	۲/۲۹۶	۰/۴۷۸	۰/۴۷۲

جدول شماره ۷- ترکیب مواد مؤثره شناسایی شده در گیاه بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف pH

ردیف	نام ترکیب	۵			۶/۴		۸	
		شاخص بازداری محاسبه شده (KI a)	شاخص بازداری منابع (KI book)	درصد ترکیب	شاخص بازداری محاسبه شده (KI a)	درصد ترکیب	شاخص بازداری منابع (KI a)	درصد ترکیب
۱	*p*-Cymene	-	۱۰۲۵	–	–	–	۱۰۳۱	۰/۳۸۵
۲	1,8-cineole	-	۱۰۳۱	–	–	–	۱۰۳۷	۰/۳۸۳
۳	Artemisia Ketone	-	۱۰۶۲	–	–	–	۱۰۶۳	۰/۶۶۱
۴	Estragole	-	۱۱۹۶	–	۱۱۹۸	۶/۳۳۸	۱۱۹۸	۳/۱۲۶
۵	*E*-β-Franesene	-	۱۴۵۷	–	–	–	۱۴۵۷	۱/۹۳۱
۶	*cis*-α-Bisabolene	-	۱۵۰۷	–	۱۵۱۳	۳/۸۰۱	۱۵۱۳	۰/۴۳۴
۷	Spathulenol	۱۵۹۰	۱۵۷۸	۰/۸۴۰	۱۵۹۰	۱/۶۸۵	۱۵۹۰	۱/۵۷۲
۸	Caryophyllene oxide	-	۱۵۸۳	–	۱۵۹۵	۲/۹۰۶	۱۵۹۵	۰/۷۸۲
۹	α-Bisabolol oxide B	۱۶۶۶	۱۶۵۸	۲/۴۰۳	۱۶۶۶	۱/۶۸۴	۱۶۶۶	۹/۱۰۴
۱۰	Camphene	۹۵۱	۹۵۴	۱/۹۰۳	۹۵۱	۸/۸۶۸	۹۵۱	۱۲/۸۰۰
۱۱	Bisabolol oxide A	۱۷۶۷	۱۷۴۹	۶/۶۷۳	۱۷۶۷	۹/۳۱۶	۱۷۶۷	۳۴/۶۱۲
۱۲	*E*-Caryophyllene	-	۱۴۱۹	–	۱۴۲۶	۰/۶۲۷	–	–
۱۳	α-Bergamotene	-	۱۴۱۳	–	۱۴۱۷	۱/۲۷۳	–	–
۱۴	*Z*-α-Farnesene	-	۱۴۴۳	–	۱۴۵۶	۱/۱۳۶	–	–
۱۵	α-epoxy-Caryophyllene	-	۱۴۱۷	–	۱۴۲۰	۰/۶۶۲	–	–

Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول شماره ۸- تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی گیاه دارویی بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف pH

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	ارتفاع ریشه	ارتفاع کل	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل	قطر ساقه	حجم ریشه	تعداد گل	وزن تر گل	وزن خشک گل
تکرار	۲	۰/۵۹^{ns}	۱/۴۹^{ns}	۱/۳۸^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۶۸^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}
pH	٤	۱۶۰۹/۷۹**	۲٤۰/۸۵*	۳۰۸۱/۹۷**	۱۲/۷٤**	٦/٤٤**	٤/۰۷**	۰/۰۳۵**	۳۹/۷**	۱۱/۵۸**	۲/٦٤**	۳٤۹/۲٦**	۲/۹٤**	۰/۰۹۹**
خطای آزمایش	۸	۰/۲۸	۰/۱۱	۰/٦٦	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۳/٤٦	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
ضریب تغییرات (٪)		۲/۷۱	۵/۰٤	۳/۱	۱/۹۹	۲/۹۵	۵/۳۹	۲۰/۱۸	٤/٤	۵/۳	٦/۲۱	۱۰/٦	۸/۵	۱۲/۱۸

* و ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

جدول شماره ۹- مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژیکی و زراعی گیاه دارویی بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف pH

pH	ارتفاع بوته	ارتفاع ریشه	ارتفاع کل	قطر ساقه	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل	حجم ریشه	تعدا گل	وزن تر گل	وزن خشک گل
	(cm)			(mm)	(g)					(cm^3)		(g)	
٤	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰c	۰/۰۰d	۰/۰۰d
۵	۱۸/۵c	٤/۱۷c	۲۲/٦٦c	۳/۱۱b	۱/۷٤b	۰/۸۵b	۱/۲٤b	۰/۱٤b	۰/۹۹b	۱/۱۶c	۲/٦۷b	۰/۲٦c	۰/۰٤c
٦/٤	۲۲/۲۸b	۷/۳۳b	۲۹/٦۱b	۲/۸۹c	۱/۲c	۰/۵۹c	۰/۸۳c	۰/۰۷c	۰/٦٦c	۱/۹٤a	۳/۰۰b	۰/۳۸b	۰/۰۸b
۸	۵٦/٦۱a	۲۱/٦۷a	۷۸/۲۸a	٤/۳۳a	۵/۰۲a	۳/۵۳a	۲/۸۳a	۰/۲٦a	۳/۷۹a	۱/۷۸b	۲۵/۳۳a	۲/۳٤a	۰/٤۳a
۹	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰c	۰/۰۰d	۰/۰۰d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول شماره ۱۰- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی بابونه شیرازی تحت تأثیر سطوح مختلف pH

منابع تغییرات	ارتفاع بوته	ارتفاع ریشه	ارتفاع کل	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	قطر ساقه	وزن خشک کل	حجم ریشه	تعداد گل	وزن تر گل	وزن خشک گل
ارتفاع بوته	۱/۰۰												
ارتفاع ریشه	۰/۹۹**	۱/۰۰											
ارتفاع کل	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۱/۰۰										
وزن تر اندام هوایی	۰/۹۸**	۰/۹۷**	۰/۹۸**	۱/۰۰									
وزن خشک اندام هوایی	۰/۹۷**	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۱/۰۰								
وزن تر ریشه	۰/۹۸**	۰/۹۶**	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۹۷**	۱/۰۰							
وزن خشک ریشه	۰/۹۴**	۰/۹۱**	۰/۹۴**	۰/۹۶**	۰/۹۴**	۰/۹۸**	۱/۰۰						
قطر ساقه	۰/۹۱**	۰/۸۴**	۰/۸۹**	۰/۸۷**	۰/۸۱**	۰/۹۱**	۰/۹۱**	۱/۰۰					
وزن خشک کل	۰/۹۷**	۰/۹۴**	۰/۹۵**	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۰/۹۴**	۰/۸۹**	۰/۸۲**	۱/۰۰				
حجم ریشه	۰/۸۱**	۰/۸۱**	۰/۷۹**	۰/۷۱**	۰/۶۵**	۰/۷۵**	۰/۷۳**	۰/۹۳**	۰/۶۵**	۱/۰۰			
تعداد گل	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۹۵**	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۰/۹۴**	۰/۸۹**	۰/۷۴**	۰/۹۸**	۰/۵۹*	۱/۰۰		
وزن تر گل	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۹۶**	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۰/۹۴**	۰/۸۹**	۰/۷۵*	۰/۹۹**	۰/۶۲*	۰/۹۸**	۱/۰۰	
وزن خشک گل	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۹۷**	۰/۹۶**	۰/۹۹**	۰/۹۳**	۰/۸۹**	۰/۷۶**	۰/۹۸**	۰/۶۳*	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۱/۰۰

www.SID.ir

بحث

شوری بر وزن خشک و تر، درصد بازده اسانس و ترکیبات مواد مؤثره گیاه بابونه شیرازی تأثیر معنی‌داری داشت (جدول شماره‌های ۳ و ۴). به طوری که شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به ۲ دسی‌زیمنس بر متر سبب تغییر تولید مواد مؤثره گیاه شد (جدول شماره ۲). گزارش‌های محدودی درخصوص تغییر مواده مؤثره گیاهان در اثر تنش‌های محیطی مانند شوری و بویژه pH ذکر شده است. شوری دارای تاثیرات جانبی قابل توجهی بر عملکرد گیاهان می‌باشد. اثرات مضر شوری‌های بالا بر روی گیاهان را می‌توان در کل سطوح گیاه، مرگ گیاه یا کاهش عملکرد مشاهده کرد [۲۲]. تأثیر کلرور سدیم بر فرایند فتوسنتز می‌تواند مستقیم و از طریق کاهش جذب CO_2 و انتشار از روزنه به سلول‌های مزوفیل و یا از طریق تغییر در مکانیزم فتوسنتز و یا به صورت غیر مستقیم از طریق اکسیداتیو تنش‌هایی است که باعث اختلال در دستگاه فتوسنتز می‌شود [۲۳]. نتایج این آزمایش با پژوهش‌های انجام شده توسط محققان دیگر [۱۶، ۱۰] مطابقت داشت. برنستین و همکاران (۲۰۱۰) بیان نمودند که بیوماس تر ساقه و برگ در ریحان شیرین تحت شرایط شوری کاهش پیدا کرد [۲۳]. تنش شوری (NaCl) در گیاه فلفل باعث کاهش قابل توجهی در وزن تر اندام‌های هوایی (برگ‌ها ۳۴ درصد، ساقه ۲۸ درصد) و ریشه (۳۰ درصد) شد [۲۴]. تنش شوری بر وزن خشک کل، زیست توده خشک، سطح برگ و همه پارامترهای رشد گیاه آفتابگردان معنی‌دار و با افزایش شوری رشد در خطوط مورد مطالعه کاهش یافت [۲۵]. کاهش وزن خشک و تازه ساقه احتمالاً به بهره‌وری (راندمان) سطح برگ با تولید مواد فتوسنتزی مربوط نیست بلکه به کاهش تعداد برگ‌ها مربوط است [۸]. کاهش ارتفاع بوته با افزایش شوری ۵۹/۶۵ درصد می‌باشد که با نتایج حیدری (۲۰۱۲) و نکوزاد (۲۰۰۹) مطابقت دارد [۲۱، ۱۵]. تنش شوری بر ارتفاع بوته گیاه آفتابگردان معنی‌دار و با افزایش شوری رشد در خطوط مورد مطالعه کاهش (۳۲ درصد کوتاهتر از گیاهان شاهد) یافت [۲۷]. تغییر در گیاهان در نتیجه افزایش املاح احتمالاً به دلیل نارسایی گیاهان در جذب بیشتر یون‌ها تحت شرایط تنش شوری یا نارسایی در انتقال سریع یون‌ها به برگ و توزیع در سلول‌های برگ است. در غلظت‌های کم املاح (در مقابل غلظت‌های بالا) جذب یا انتقال یون‌ها به صورت ویژگی‌های انتخابی از ریشه با جذب یون سدیم شروع می‌شود. هر چند که در سطوح شوری بالا این مکانیزم برای توسعه ریشه سودمند نیست. تحت شرایط تنش بین اندام هوایی و ریشه در جذب مواد فتوسنتزی رقابت وجود دارد که تأثیر منفی بر این اندام‌ها دارد [۸]. کاهش معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) در حدود ۲۶/۳۱ درصد طول ریشه گیاه با افزایش شوری (جدول شماره ۳)، با نتایج نکوزاد (۲۰۰۹) مطابقت دارد [۱۶]. حضور نمک بیش از حد در محیط کشت یکی از دلایل اصلی کاهش تعداد ریشه است. افزایش فشار اسمزی در ترکیب با افزایش غلظت نمک باعث کاهش توسعه ریشه می‌شود. اثر سمی غلظت بالای نمک می‌تواند شرایط نامطلوبی را برای رشد ریشه ایجاد کند [۸]. کاهش وزن تر و خشک با نتایج انجام شده توسط محققان دیگر [۲۳، ۱۶، ۱۰] مطابقت دارد. اما حیدری (۲۰۱۲) اعلام کرد که با افزایش شوری خاک وزن تر ریشه افزایش می‌یابد [۲۶]. بایبوردی (۲۰۱۲) نیز در مطالعات خود بر روی ریشه گیاه انگور عنوان کرد که غلظت بالای سدیم کلرید (۲۵۰- ۲۰۰ میلی‌مولار) به‌صورت عملی باعث توقف رشد ریشه گیاه می‌شود [۸]. افزایش غلظت نمک در محیط ریشه نه تنها تأثیر منفی بر توسعه ریشه، بلکه بر ساقه نیز تأثیر منفی دارد. با افزایش شوری قطر ساقه به طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) کاهش یافت. نوری و همکاران (۱۳۹۱) بیان نمودند که وزن خشک گل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر میزان شوری قرار دارد و بیشترین مقدار مربوط به تیمار غیرشور بود [۱۰]. قنواتی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که با افزایش غلظت کلرور سدیم عملکرد بابونه کاهش می‌یابد و تأییدکننده نتایج روند این مطالعه می‌باشد [۲۸]. طبق یافته‌های ناوارو و همکاران (۲۰۱۰) شوری، عملکرد کل میوه فلفل، وزن متوسط میوه‌های تازه و در نهایت تعداد میوه در بوته را کاهش داد [۲۵]. سیدالاهل و همکاران (۲۰۱۱) بیان نمودند که در رازیانه و زیره سبز افزایش

Archive of SID
www.SID.ir

غلظت نمک باعث کاهش قابل توجه در تعداد چتر، عملکرد میوه و وزن هزار دانه می‌شود، همچنین کاهش مشابه در عملکرد دانه و اجزای عملکرد در گیاه خاکشیر به دست آمد [۲۱]. بقالیان و همکاران عنوان نمودند که تنش خشکی بر عملکرد گل و ارتفاع بابونه تأثیر منفی دارد [۲۹]. اسانس‌ها مخلوطی از ترپن‌های هیدروکربنی، ترپن‌های اکسیژن‌دار و سزکویی‌ترپن‌ها محسوب می‌شوند. از ترکیب‌های سزکویی‌ترپن‌ها می‌توان به آلفا- بیزابولول و بتا- فارنزن اشاره نمود. سزکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار بیشترین درصد اسانس بابونه را تشکیل می‌دهند؛ مانند آلفا- بیزابولول اکسید A [۳۳]. در شرایط مطلوب (عدم شوری) تنها چهار ترکیب مؤثره à-Farnesene، Camphene، Camazulene و Bisabolol oxide A شناسایی شد (جدول شماره ۲) در حالی که در تنش ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر از ۶ ترکیب و ماده مؤثره در اسانس شناسایی شد که تنش سبب کاهش سنتز برخی مواد مؤثره و جایگزینی آنها با مواد مؤثره با ارزش اقتصادی کمتر می‌باشد. مهم‌ترین ترکیبات و مواد مؤثره گیاه بابونه شامل آلفا- بیزابولول و آلفا- بیزابولول اکسید A هستند که با افزایش شوری افزایش و تنها ترکیب کامازولن با افزایش شوری کاهش یافت (جدول شماره ۲). در شرایط شوری تنوع و ترکیب مواد مؤثره گیاه تغییر نموده و استراتژی گیاه در مسیر تولید متابولیت‌های ثانویه جدیدی مانند β- Farnesene -(Z)، (۳/۴۹ درصد) و Spathulenol، (۲/۹۸ درصد) تغییر یافت. فعالیت ضدالتهابی عصاره بابونه بیشتر به واسطه ترکیب‌های کامازولن، بیزابولول و اکسیدهای آن بوده که عمده‌ترین ترکیب‌های موجود در عصاره را تشکیل می‌دهند [۳۱]. در تحقیقی تنش خشکی سبب افزایش اسانس گیاه جعفری شد در حالی که عملکرد ماده خشک گیاه را کاهش داد [۳۲]. بیشترین حاصل‌ضرب عملکرد در درصد اسانس در تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد. تأثیر تنش خشکی در گیاه مریم‌گلی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد با افزایش تنش ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی کاهش اما اسانس افزایش داشت [۲۹]. تنش خشکی موجب تشدید ساخت متابولیت‌های ثانویه در گیاه فلفل شد [۳۳]. در نهایت می‌توان گفت گرچه تنش شوری تأثیر منفی بر وزن گل خشک بابونه شیرازی شد اما با افزایش شوری درصد بازده اسانس افزایش یافت به‌طوری که شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین مقدار اسانس در وزن خشک گل به دست آمد. نتایج نشان‌دهنده این واقعیت است که اگرچه با افزایش شوری درصد بازده اسانس افزایش می‌یابد اما به دلیل کاهش وزن خشک گل این مقدار افزایش قابل توجیه نمی‌باشد به طوری که در تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین درصد بازده اسانس در وزن خشک گل را خواهیم داشت که هم از نظر مقدار وزن خشک گل و هم از نظر درصد بازده اسانس قابل توجیه می‌باشد.

اثر pH بر وزن خشک و تر، درصد بازده اسانس و ترکیبات مواد مؤثره گیاه بابونه شیرازی

تغییرات pH محلول غذایی تأثیر معنی‌داری بر روی پارامترهای رشد داشت. از ویژگی‌های محلول‌های غذایی این است که شامل یون‌هایی با اشکال شیمیایی قابل جذب برای گیاه می‌باشد. بنابراین در سیستم هیدروپونیک عملکرد گیاه رابطه نزدیکی با تنظیم pH و جذب مواد غذایی دارد. هر عنصر غذایی پاسخ متفاوتی به تغییرات pH در محلول غذایی دارد. که با تغییر pH محلول غذایی، قابلیت دسترسی عناصر غذایی، تغییر می‌نماید [۳۴]. در بررسی که بر روی اثرات تغییرات pH محلول غذایی بر پارامترهای رشد نهال‌های یونجه انجام شد بیشترین مقدار طول ریشه در pH ۵ الی ۶ به دست آمد. حداکثر وزن تر ریشه در گیاه یونجه در محدوده pH بین ۵ تا ۶ به دست آمد [۳۵]. در pH پایین رشد ریشه کاهش یا متوقف می‌شود، نفوذپذیری غشاء پلاسمایی افزایش و سمیت ناشی از وجود غلظت یون H^+ اتفاق می‌افتد. علاوه بر این سمیت Al و منگنز نیز وجود دارد. کمبود کلسیم، منیزیم و فسفر نیز تحت این شرایط وجود دارد. pH های بالا یا پایین به دلیل بازداری از رشد عمومی به ریشه گیاه آسیب می‌رساند [۳۵]. بیشترین ارتفاع بوته نیز در نهال‌های یونجه در pH نزدیک به ۵/۵ به دست آمد [۳۵]. فعالیت‌های ریشه گیاه بر شرایط فیزیکی- شیمیایی و همچنین فعالیت‌های بیولوژیکی فضای اطراف ریشه و بالعکس تأثیرگذار است. در دسترس

Archive of SID
www.SID.ir

بودن مواد غذایی، چرخه مواد غذایی و حلالیت و سمیت عناصر برای گیاه و میکروارگانیسم‌ها با این پروسه تعیین می‌شود که درنهایت بر خصوصیات فیزیولوژیکی ریشه، از قبیل طول و حجم تأثیرگذارست [۱۶]. با افزایش pH ریزوسفر بارهای منفی دیواره سلولی زیاد شده و در نتیجه جذب کاتیون‌هایی از قبیل Ca^{+2}، Mg^{+2} و Na^{+} افزایش می‌یابد [۳۶]. دهقانی مشکانی و همکاران (۱۳۸۹) نیز به این نتیجه رسیدند که کاهش pH خاک به ۷/۹ در بهینه‌سازی تغذیه گیاه بابونه و در نتیجه افزایش رشد گیاه نقش مثبت و مؤثری داشته است [۳۷].

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که عکس‌العمل گیاه بابونه شیرازی به سطوح مختلف شوری و pH بسیار معنی‌دار و متغیر می‌باشد. حد آستانه تحمل به شوری بر اساس وزن گل، ۲ دسی‌زیمنس بر متر و بر اساس کل زیست توده خشک ۴ دسی‌زیمنس بر متر و حد مطلوب pH برای این گیاه ۸ است. شوری مطلوب برای کسب بیشترین وزن گل ۲ دسی‌زیمنس بر متر بوده و با افزایش شوری به بیشتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر، وزن گل به صورت خطی یا لگاریتمی کاهش یافته و در شوری ۶/۶، ۵/۹ و ۵/۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۵۰ درصد عملکرد تعداد گل، وزن تر و خشک گل بابونه کاهش می‌یابد. عملکرد کمتر کل زیست توده خشک بابونه در شوری ۲ و افزایش آن تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر نشان می‌دهد که زیست توده این گیاه نسبت به افزایش کم تنش شوری تا سطح ۴ دسی‌زیمنس بر متر، عکس‌العمل مثبت نشان داده و پس از آن، عملکرد مذکور با شیب معنی‌داری کاهش یافته، به‌طوری که در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر، ۵۰ درصد عملکرد فوق کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق نشان داد که مدل سیگموئیدی پیشنهادی ونگنوختن و هافمن [۱۲] بهتر از مدل خطی رابطه بین شوری و عملکرد بابونه شیرازی را توجیه می‌نماید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گیاه بابونه شیرازی در pH حدود ۸ بیشترین مقدار وزن گل خشک و تر را دارد و با کاهش و افزایش pH به کمتر و بیشتر از مقدار فوق، مقدار عملکرد به طور معنی‌داری ($p\leq ۰۰۱$) کاهش یافت، به طوری که مقدار عملکرد در pH ۴ و ۹، صفر گردید. پارامترهای وزن تر و خشک، ارتفاع کل (ارتفاع ساقه و طول ریشه)، قطر ساقه و حجم ریشه همگی در pH=۸ بیشترین مقدار را داشته و با افزایش و کاهش pH به کمتر از ۸، به طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) کاهش یافت. بالاترین مقدار درصد بازده اسانس در تیمار pH=۵ و حاصل‌ضرب درصد بازده اسانس در وزن گل خشک در pH= ۸ به دست آمد (جدول شماره ۶). بالاترین درصد مواد مؤثره آلفا- بیزابولول و آلفا- بیزابولول اکسید در pH=۸ به دست آمد (جدول شماره ۷). نتایج نشان می‌دهد که گرچه با کاهش pH درصد بازده اسانس افزایش می‌یابد اما به دلیل کاهش وزن خشک گل این مقدار افزایش قابل توجیه نمی‌باشد، به صورتی که در تیمار pH=۸ بیشترین درصد بازده اسانس در وزن خشک گل را خواهیم داشت که هم از نظر مقدار وزن خشک گل و هم از نظر درصد بازده اسانس از نظر اقتصادی قابل توجیه می‌باشد.

منابع

1. Saadatmand M and Enteshari Sh. The effects of pretreatment duration with silicon on salt stress in Iranian borage (Echium amoenum Fisch & C.A. mey). *J. of Sci. and Tech. of Greenhous Culture* 2013; 3 (12): 45 - 57.

2. Koocheki A, Nassiri Mahallati M and Nadjafi F. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. *Journal of Iranian Field Crop Research*. 2004; 2: 208 - 216

3. Ghasemi Pirbalouti A, Bahrami M, Golparvar AR and Abdollahi K. GIS based land suitability assessment for German Chamomile production. Bulgarian *Journal of Agricultural* 2011; 17 (1): 93 - 8.

Archive of SID
www.SID.ir

4. Sefidkon F. Research program on medicinal plant. Research Institute of Forests and Rangelands. 2008, 40 P.

5. Ebadi M, Azizi M, Omidbaigi R and Hassanzadeh Khayyat M. Effect of sowing date and harvest frequency on flower yield, essential oil percent ad composition of chamomile (*Matricaria recutita* L.) CV. Presov. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 2010; 26 (2): 226 - 31.

6. Omidbaigi R. Attention to medicinal plant in low potential land, a strategy for sustainable employment creation. Proceedings of the First National Conference on Management and Sustainable Development. 2008, pp: 405 - 10.

7. Jafari M. Salinity and Halophytes. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 1994, Bulletin No. 90.

8. Bybordi A. Study effect of salinity on some physiologic and morphologic properties of two grape cultivars. *Life Science J*. 2012; 9 (4): 1092 - 101.

9. Bhattarai S, Pendergast L and Midmore DJ. Root aeration improves yield and water use efficiency of tomato in heavy clay and saline soils. *Sci. Hort*. 2006; 108: 278 - 88.

10. Nouri K, Omidi H, Naghdi badi, HA, Torabi H and Fotokian MH. Effects of Soil and Water Salinity on Flower Yield, Soluble Compounds, Content of Saline Elements and Essential Oil Quality of German Chamomile (*Shirazian Babooneh, Matricaria recutita* L.). *Journal of Water Research in Agriculture* 2013; 26 (4): 367 - 79.

11. Maas EV and Hoffman GJ. 1977. Crop salt tolerance – current assessment. *J. Irrig Drainage Div. ASCE*. 1977; 103: 115 - 34.

12. Van Genuchtan MTh and Hoffman GJ. Analysis of crop salt tolerance data. Soil Salinity under Irrigation- process and management. Ecological Studies 51, Springer- Verlag, N. Y. 1984, pp: 258 - 71.

13. Petropoulos SA, Dimitra D, Polissiou MG and Passam HC. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. *Scientia Horticulturae* 2008; 115: 393 - 97.

14. Blossfeld S, Perriguey J, Sterckeman T, Morel JL and Lösch R. Rhizosphere pH dynamics in trace-metal-contaminated soils monitored with planar pH optodes. *Plant Soil*. 2010; 330: 173 - 84.

15. Heckman JR and Strick JE. Teaching Plant-Soil Relationships with Color Images of Rhizosphere pH. Published in J. Nat. Resour. *Life Sci. Educ*. 1996; 25: 13 - 7.

16. Nekozad M. Effects of salinity on antioxidant enzymes in Shirazian babooneh. MSc. Thesis. *Paiam-e-noor university of Tehran*. 2009.

17. Hoagland DR and Arnon DI. The water culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exp. Stn. Circ*. 1950; 347: 1 - 32.

18. British Pharmacopoeia. London, UK: *Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency (MHRA)*, 2009, vol. 3.

19. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/ quadrupole mass spectroscopy. Illinois: Allured Publishing Co. Carol Stream, 2007, 804P.

20. Azarnivand H, Ghavam Arabani M, Sefidkon F and Tavili A. The effect of Ecological characteristic on quality and quantity of the essential oils of *Achillea millefolium* L. subsp Millefolium. *Iran. J. Medicin. Arom. Plant Res*. 2010; 25: 556 - 71 (In Persian).

21. Said-Al Ahl HAH and Omer EA. Medicinal and aromatic plants production under salt stress. A review. *Herba Polonic*. 2011; 57 (2): 72 – 87.

22. Tarchoune I, Degl'Innocenti E, Kaddour R, Guidi L, Lachaâl M, Navari-Izzo F, and Ouerghi Z. Effects of NaCl or Na_2SO_4 salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2012; 34 (2): 607 - 15.

Archive of SID
www.SID.ir

23. Bernstein N, Kravchik M and Dudai N. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) in relation to alterations of morphological development. *Annals of Applied Biology* 156: 167 - 77.

24. Houimli SIM, Denden M, and Mouhandes BD. Effects of 24-epibrassinolide on growth, chlorophyll, electrolyte leakage and proline by pepper plants under NaCl-stress. *Eur. Asia J. Biosci*. 2010; 4: 96 - 104.

25. Navarro JM, Garrido C, Flores P, and Martínez V. The effect of salinity on yield and fruit quality of pepper grown in perlite. *Spanish Journal of Agricultural Res*. 2010; 8 (1): 142 - 50.

26. Heidari M. Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of to basil (*Ocimuum basilicum* L.) genotypes. *African J. Biotechnol*. 2012; 11 (2): 379 - 84.

27. Heidari A, Toorchi M, Bandehagh A and Shakiba MR. Effect of NaCl stress on growth, water relations, organic and inorganic osmolytes accumulation in sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines. *Universal Journal of Environmental Research and Technol*. 2011; 351 - 62.

28. Ghanavati M and Sengul S. Salinity effect on the germination and some chemical components of matricaria spp. *Asian J. Chem*. 2010; 22 (2): 859-66.

29. Baghalian K, Haghiry A, Naghavi R and Mohammadi A. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Scientia Horticulturae* 2008; 116: 437 - 41.

30. Szoke E, Maday E, Gershenzon J and Lemberkovics E. Terpenoids in genetically transformed cultures of chamomile. *Chromatographia* 2004; 60: 269 - 72.

31. Hecl J and Sustrikova A. Determination of heavy metals in chamomile flower drug-an assurance of quality control. Program and Abstract book of the 1st International Symposium on Chamomile Research. Development and Production. *Presov University* 2006; 7 - 10 Jun: 69.

32. Bettaieb I, Zakhama N, Aidi Wannes W, Kchouk ME and Marzouk B. Water deficit effects on Salvia officinalis fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae* 2009; 120: 271 - 75.

33. Estrada B, Pomar F, Merino F and Bernal MA. Pungency level in fruits of the Padron pepper with different water supply. *Scientia Horticulturae* 1999; 81: 385 - 96.

34. Trejo-Téllez LI and Gómez-Merino FC. Nutrient Solutions for Hydroponic Systems. Hydroponics – a standard methodology for plant biological researches. 2012, pp: 1 - 2.

35. Köpp MM, Passos PL, Verneue RS, Silva Lédo FJ, Coimbra JLM and Oliveira AC. Effects of nutrient solution pH on growth parameters of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes. *Comunicata Scientiae* 2011; 2(3): 135 - 41.

36. Najafi N, Parsazadeh M, Tabatabaei SJ and Oustan Sh. Effects of Nitrogen Form and pH of Nutrient Solution on the Uptake and Concentrations of potassium, Calcium, Magnesium and Sodium in Root and Shoot of Spinach Plant. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 2010; 2: 112 - 30.

37. Dehghani M, Naghdibadi H and Darzi MT. The Effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of Shirazian chamomile (*Matricaria recutita* L.*), J. Med. Plants* 2011; 10 (1) 35 - 48.

Archive of SID

www.SID.ir