اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیک و میزان اسانس ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ ایرانی و خارجی (*Achillea millefolium*)

ابوذر دهقان[۱] و مهدی رحیم‌ملک[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۷)

چکیده

برای بررسی اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیک و میزان اسانس چند ژنوتیپ از بومادران هزاربرگ ایرانی و خارجی، آزمایشی گلدانی در سال ۱۳۹۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح تنش شوری (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) و ۱۰ ژنوتیپ از بومادران هزاربرگ در سه تکرار اجرا شد. طبق نتایج، تنش شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر میزان ارتفاع بوته، سطح و عرض برگ، طول گل‌های زبانه‌ای، قطر گل، تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی، تعداد روز تا شروع گل‌دهی، تعداد روز تا ۱۰۰٪ گل‌دهی و وزن خشک اندام‌هوایی را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر میزان اسانس را ۱۸/۷۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. ژنوتیپ‌های انگلیس، اسلونی، اسپانیا، ژاپن، کندوان ایران و لرستان ایران در شوری زیاد نتوانستند به گل‌دهی کامل برسند. اثر متقابل شوری در ژنوتیپ نیز برای تمامی صفات، به غیر از عرض برگ و طول گل‌های زبانه‌ای، معنی‌دار شد. ژنوتیپ‌های آمریکا و کانادا با داشتن درصد اسانس و وزن خشک زیاد، از ژنوتیپ‌های مناسب برای استخراج اسانس می‌باشند. ژنوتیپ‌های آمریکا و انگلیس با داشتن ارتفاع بوته کمتر و قطر گل‌های بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای فضای سبز در شرایط تنش شوری باشند. اکثر صفات مورد بررسی در سطوح تنش شوری ۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. گیاهان نسبت به تنش ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مقاومت خوبی داشتند. به علاوه، صفات مورد ارزیابی گیاهان در سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری داشتند. براساس نتایج به‌دست آمده، شاید بتوان مناسب‌ترین سطح شوری برای کاشت این گیاه را ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر معرفی کرد.

کلمات کلیدی: تنش شوری، بومادران، اسانس، صفات زینتی

مقدمه

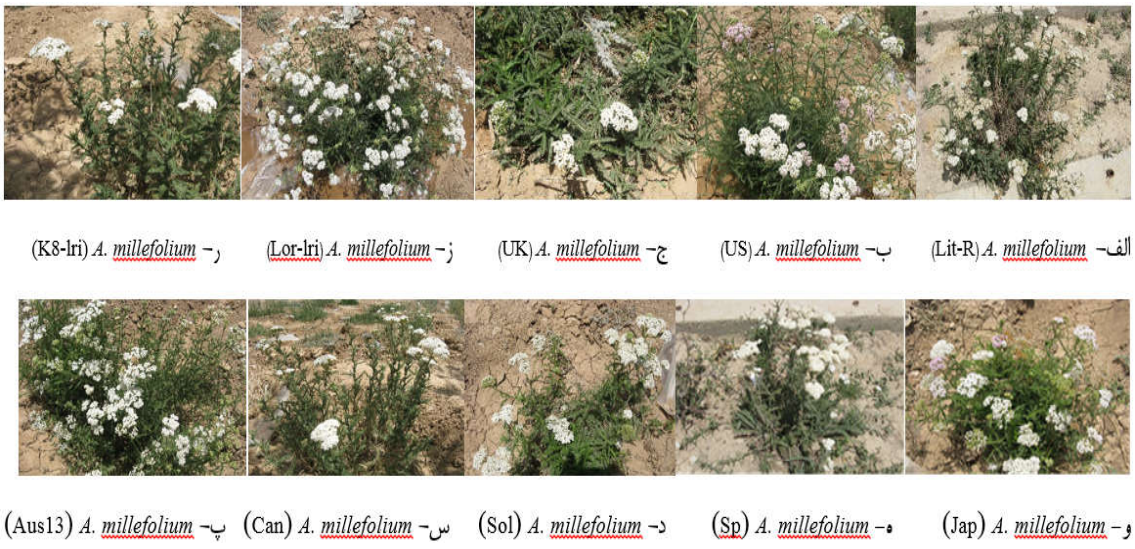
امروزه، گیاهان دارویی نقش به‌سزایی در سلامت جوامع ایفا می‌کنند. گیاهان دارویی گیاهانی هستند که یک یا برخی از اندام‌های آنها دارای مواد مؤثره است. این ماده، که اغلب کمتر از ۱٪ وزن خشک گیاه را تشکیل می‌دهد، دارای خواص دارویی مختلف است (۷ و ۱۲). ایران دارای منابع با ارزشی از

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mrahimmalek@cc.iut.ac.ir

گیاهان دارویی و زینتی می‌باشد. رویکرد جهانی به استفاده از گیاهان دارویی و ترکیب‌های طبیعی در صنایع دارویی، آرایشی بهداشتی و غذایی نیاز مبرم به تحقیقات پایه‌ای و کاربردی وسیعی را در این زمینه نمایان می‌سازد (۶). یکی از این گیاهان دارویی مهم، بومادران هزاربرگ با نام علمی *Achillea millefolium* L. می‌باشد که علاوه بر ایران در اروپا، آسیا و شمال آمریکا نیز گسترش دارد (۹). بومادران گیاهی است پایا، به ارتفاع ۳۰ تا ۹۰ سانتی‌متر و گاهی بلندتر، که به‌صورت خودرو در دشت‌ها، کنار جاده‌ها و نواحی کوهستانی می‌روید. برگ‌هایی بدون دمبرگ، دراز، پوشیده از کُرک و منقسم با بریدگی‌های بسیار باریک، دارد. دارای ساقه‌ای ساده، گل‌آذین آن از نوع دیهیم بوده و گل‌های آن بیشتر سفید است. در بعضی از فرم‌های این گیاه، به تناسب شرایط خاص محیط زندگی، گل‌های زبانه‌ای دارای رنگ ارغوانی یا مایل به آن می‌گردند (۶ و ۸). اسانس بومادران بیشتر در کرک‌های ترشحی برگ و ساقه و به‌ویژه گل‌های گیاه تشکیل می‌شود (۳). علاوه بر اینکه بومادران به عنوان یک گیاه دارویی مهم در جهان مطرح می‌باشد، به عنوان یک گیاه زینتی در فضای سبز به‌کار رفته و در برخی مناطق دنیا از جمله آمریکا و اروپا نیز از گل‌های شاخه بریده، گیاهان پوششی و گل‌های خشک تعدادی از گونه‌های آن، از جمله بومادران هزار برگ، استفاده می‌شود (۱۳). اسانس‌ها ترکیبات پیچیده طبیعی با کاربردهای مختلف می‌باشند که در بعضی از گیاهان معطر به عنوان متابولیسم ثانویه تولید می‌شوند (۲۷). براساس مطالعات قبلی در این زمینه، در گیاه بومادران گزارش شده است که در هوای گرم و آفتابی و پایدار، گیاهان بیشترین اسانس را در خود دارند و این بهترین هنگام برای برداشت آنهاست (۱۳). ترکیبات فنلی اسانس گیاه بومادران شامل فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی و ترکیبات اصلی اسانس این گیاه، آلفا پینن (α-Pinene)، بتا پینن (β-Pinene)، کاریوفیلن اکسید (Caryophyllene Oxid)، کامازولن (Chamazulene) و آزولن می‌باشد (۱۶، ۲۳، ۲۴ و ۲۶).

تنش شوری یکی از بزرگ‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان و تولید محصول در جهان می‌باشد، که از دیرباز مورد توجه بشر بوده است (۳۲). شوری عبارتست از حضور بیش از اندازه نمک‌های قابل حل و عناصر معدنی محلل آب و خاک که منجر به تجمع نمک در ناحیه ریشه شده و گیاه را در جذب آب کافی از محلول خاک با مشکل مواجه می‌کند (۳۷). اکثر کشورهای جهان در حال نزدیک شدن به اوج بهره برداری از منابع موجود آب‌های سطحی خود می‌باشند و بالطبع دسترسی به منابع آب مرغوب و با کیفیت مناسب برای کشاورزی رو به کاهش گذاشته و آنچه باقی مانده است آب‌هایی با کیفیت بد، مانند آب‌های شور زیرزمینی، است (۱۴). بنابراین، شوری زمین‌های کشاورزی و آب آبیاری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی رشد گیاهان در بسیاری از سرزمین‌های خشک دنیا می‌باشند (۱۵). گزارش‌های مختلف حکایت از کاهش رشد، تولید ماده خشک و عملکرد نهایی در اکثر گیاهان نظیر گندم، جو، لوبیا و پنبه در اثر تنش شوری می‌باشد (۳۶). بررسی پارامترهای رشد در گیاه دارویی شوید نیز نشان داده که این پارامترها به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرند و در غلظت‌های زیاد شوری کاهش می‌یابند. ال- کلتاوی و کروتو (۲۹) ضمن بررسی اثر تنش شوری بر مرزنجوش و گونه‌ای نعناع (*Mentha spicata*) ملاحظه نمودند که در هر دو، ارتفاع بوته و سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. برنشتاین و همکاران (۲۵) در آزمایشی که روی یک رقم ریحان انجام دادند، گزارش کردند که با افزایش شوری، از تعداد و سطح برگ‌ها کاسته می‌شود. کاهش در رشد و میزان اسانس سه گونه نعناع (*Mentha × piperita* L.، *Mentha pulegium* و *Mentha suaveolensEhrh*) در شرایط تنش شوری گزارش شده است (۲۰). کاهش میزان اسانس در اثر تنش شوری در رازیانه (۱۸)، زنیان (۱۹) و ریحان (۵) نیز گزارش شده است. نتایج حاصل از بررسی اثر تنش خشکی و شوری در بومادران هزاربرگ نشان داد که این تنش‌ها باعث کاهش معنی‌داری در سرعت و درصد جوانه‌زنی و ارتفاع ساقه این گیاه شدند (۳۰).

با توجه به وجود تنوع زیاد درون گونه‌ای در گونه بومادران



شکل ۱. جمعیت‌های بومادران هزاربرگ مورد استفاده در مطالعه حاضر

هزاربرگ، مطالعات محدودی در رابطه با تأثیر تنش شوری برخصوصیات مورفولوژیک، زینتی و میزان اسانس این گیاه گزارش شده است. در همین راستا، تحقیق حاضر به‌منظور شناخت واکنش این گیاه به سطوح مختلف تنش شوری در رابطه با صفات مورد مطالعه و انتخاب بهترین سطح شوری از نقطه نظر زینتی جهت انتخاب مناسب‌ترین سطح شوری برای کاشت این گیاه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۳-۱۳۹۲ در گلخانه‌های دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، انجام گرفت. نمونه‌های جمعیتی مورد بررسی از کلکسیون بومادران موجود در دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان تهیه شد که ۱۰ ژنوتیپ از گونه *A. millefolium* شامل: AmUK از انگلیس، AmUS از آمریکا، AmLit-R از لیتوانی، AmSlo از اسلونی، AmSp از اسپانیا، AmJap از ژاپن، AmAus13 از اتریش، AmCan از کانادا، AmIr(Kandovan) از کندوان و AmIr(Lorestan) از لرستان ایران بودند (شکل ۱). این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ ژنوتیپ و سه تکرار انجام گرفت. در این مطالعه، در ۲۰ اسفند سال ۱۳۹۲ریزوم‌های ریشه‌دار شده سه ساله هم‌اندازه، به طول تقریبی ۵ سانتی‌متر، از کلکسیون دانشگاه صنعتی اصفهان انتخاب و به داخل گلدان‌های پلاستیکی ده لیتری به قطر ۴۵ سانتی‌متر و عمق ۴۰ سانتی‌متر که با نسبت ۲ به ۱ با خاک و ماسه (وزن خاک هر گلدان ۶ کیلوگرم) پر شده بودند انتقال داده شدند. همچنین، قبل از اعمال تنش شوری، استقرار کامل نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و آبیاری به‌طور منظم انجام شد. دمای محیط گلخانه با نصب فن کولر و ترموستات تنظیم گردید و دما بین ۲۵ درجه سلسیوس در شب و ۳۰ درجه سلسیوس در روز تنظیم شد. رطوبت موجود در داخل نیز به وسیله رطوبت‌سنج اندازه‌گیری و در حدود ۵۰-۷۰ درصد بود. نظر به اینکه در تنش شوری، کودها می‌توانند غلظت املاح را تغییر دهند، لذا در این آزمایش هیچگونه کودی اعم از شیمیایی و دامی استفاده نشده است. در هر گلدان، تعداد چهار تک بوته از هر ژنوتیپ قرار داده شد. مشخصات خاک زراعی استفاده شده در گلدان‌ها در (جدول ۱) آورده شده است.

تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش شامل شاهد (آب مقطر با EC صفر) و شوری با غلظت‌های ۵، ۱۰و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. برای تهیه تیمارهای شوری از نمک کلرید سدیم با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد استفاده گردید.

جدول ۱. مشخصات خاک مورد استفاده

pH	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	بافت	شن (٪)	رس (٪)	مواد آلی (٪)
۷/۹	۲/۴	لوم شنی	۶۴	۱۴	۰/۷

حدود دو هفته اول جهت استقرار کامل گیاهان، ریزوم‌ها هر دو روز یکبار با آب مقطر آبیاری شدند. برای جلوگیری از شوک ناگهانی به گیاهان، تیمارهای شوری به‌صورت پلکانی اعمال گردیدند. بدین‌صورت که در روز نخست اعمال تنش شوری به غیر از تیمار شاهد که با آب مقطر آبیاری گردید بقیه تیمارها با آب دارای غلظت ۵ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند و در روزهای بعد تا رسیدن به شوری نهایی هر دوره آبیاری، ۵ دسی‌زیمنس بر شوری آب افزوده گردید. بعد از چند بار اعمال تنش، از آب خروجی از ته گلدان‌ها برای اندازه‌گیری EC خاک استفاده شد و در نمونه‌هایی که شوری آب بیش از اندازه بود آب‌شویی انجام شد تا به میزان مورد نظر برسند.

صفات مورفولوژیک

تعداد روز تا گل‌دهی براساس روز از زمان کاشت تا زمانی که اولین شاخه‌های گل‌دهنده تشکیل شود (آغاز گل‌دهی)، اندازه‌گیری شد. تعداد روز تا ۱۰۰٪ گل‌دهی براساس روز از کاشت تا زمانی که ۱۰۰٪ از شاخه‌های گل‌دهنده تشکیل شود، اندازه‌گیری شد. قطر گل که در گل‌هایی که کامل باز شده بودند، با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی نیز در گل‌هایی که به‌صورت کامل باز شده بودند شمارش شد. طول گل‌های زبانه‌ای نیز در گل‌هایی که به‌صورت کامل باز شده بودند، با توجه به اندازه کوچک آنها، با کولیس و برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته در زمان گل‌دهی بوته‌ها براساس فاصله میان طوقه تا رأس انتهای گل‌آذین با خط‌کش و برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. عرض برگ‌ها در زمان گل‌دهی بوته‌ها با خط‌کش برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ، سه بوته (سه تکرار) مختلف انتخاب شدند و هر بوته (برگ‌های میانی) جهت اندازه‌گیری مورد استفاده قرار گرفت. اندازه‌گیری سطح برگ نیز با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ، برحسب سانتی‌متر مربع، انجام شد. وزن خشک اندام هوایی نیز پس از جمع‌آوری کامل اندام هوایی در هر گلدان و خشک کردن آن در سایه کامل با دمای تقریبی ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ روز انجام شد و برحسب گرم برای هر بوته محاسبه شد.

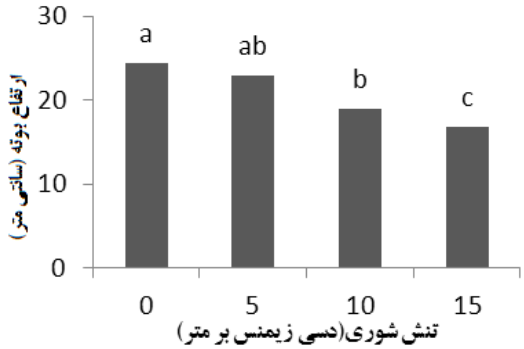
میزان اسانس

استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام شد (۳۵). همچنین، به منظور انجام عملیات اسانس‌گیری، نمونه‌ها در اواخر اردیبهشت، پس از اعمال کامل تیمارهای تنش، جمع‌آوری شده و به مدت ۱۵ روز در سایه کامل خشک گردیدند. برای اسانس‌گیری از نمونه خشک شده، برای افزایش سطح تماس قطعات گیاه یا بذر با آب مقطر، نمونه‌ها باید حتماً آسیاب شود. بهتر است به علت فرار بودن اسانس گیاه، این کار دقایقی قبل از شروع کار انجام شود. ماده خشک توزین شده از هر ژنوتیپ به مدت ۴ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب مقطر به وسیله دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد (زمان اسانس‌گیری از ریزش اولین قطره شروع گردید) (۲۱). اسانس خالص توزین شده و در ظروف شیشه‌ای تیره در دمای ۴ درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شد. درنهایت، عملکرد اسانس براساس میزان ماده خشک مورد استفاده از هر نمونه با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۳۹):

$$\text{میزان اسانس (٪)} = \frac{\text{وزن اسانس حاصل}}{\text{وزن ماده خشک}} \times ۱۰۰ \qquad [۱]$$

تجزیه آماری

تجزیه واریانس براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین برای صفات براساس



شکل ۲. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ

آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. به‌منظور انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزارهای SAS_{ver11} و Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفت ارتفاع بوته نشان داد که اثر شوری و ژنوتیپ بسیار معنی‌دار می‌باشد. ارتفاع بوته با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری نشان داد، به‌طوری که بیشترین ارتفاع بوته (۲۴/۴۱ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شد و تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۱۶/۷۸سانتی‌متر، بیشترین کاهش ارتفاع بوته را داشت (شکل ۲). عزیزا و همکاران (۲۰) نیز در آزمایشی که روی سه گونه نعناع انجام دادند، کاهش ارتفاع بوته را در تمام سطوح شوری گزارش کردند. کاهش ارتفاع بر اثر شوری می‌تواند یک راهکار مناسب برای مقابله با شوری باشد. در اثر کاهش ارتفاع، میزان مصرف آب به‌دلیل رشد کمتر و همچنین تعرق کمتر کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد کاهش طول ساقه در اثر شوری به دلیل کاهش فتوسنتز باشد. اختلاف بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر صفت اندام هوایی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود جدول (۲). بین ژنوتیپ‌های موجود، ژنوتیپ لیتوانی دارای بیشترین ارتفاع و ژنوتیپ آمریکا دارای کمترین ارتفاع (به‌ترتیب ۲۸/۲ و ۱۱/۲۵ سانتی‌متر) بودند.

همان‌طور که در (جدول ۲) مشاهده می‌شود، اثر متقابل شوری در ژنوتیپ برای صفت ارتفاع بوته در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح شوری در ژنوتیپ نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به ژنوتیپ لیتوانی در تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ انگلیس در سطح شوری ۱۵ زیمنس بر متر بود (جدول ۳).

تأثیر شوری بر عرض برگ بومادران هزاربرگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). با افزایش شوری، از عرض برگ کاسته شد و بین سطوح مختلف شوری از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۳- الف). کمترین عرض برگ (۰/۵۲ سانتی‌متر) مربوط به سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و بیشترین آن (۰/۷۱ سانتی‌متر) متعلق به سطح شاهد (بدون تنش شوری) بود (شکل ۳- الف). میزان کاهش عرض برگ در سطوح ۵، ۱۰و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۱/۲۶، ۱۸/۳ و ۲۶/۷ درصد بود.

رشد برگ اولین واکنش گیاهان در برابر شوری است. کاهش رشد برگ بعد از اعمال شوری عمدتاً به علت اثر اسمزی نمک در اطراف ریشه می‌باشد. به علاوه، افزایش ناگهانی شوری باعث می‌شود که سلول‌های برگ به‌طور موقت آب خود را از دست بدهند. با گذشت زمان، سرعت تقسیم و طویل شدن سلول‌ها کاهش یافته و نهایتاً این تغییرات منجر به کوچک شدن اندازه نهایی برگ می‌شود (۳۴). تفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عرض برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عرض برگ (میانگین ۰/۸۲ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ کندوان ایران و کمترین آن (میانگین ۰/۴۹ سانتی‌متر) متعلق به ژنوتیپ انگلیس بود (شکل ۳- ب). اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر عرض برگ دارای تفاوت معنی‌دار نبود.

تأثیر شوری بر طول برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش شوری، از طول برگ کاسته شد و بین سطوح شوری از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۴). کمترین طول برگ (۳/۳ سانتی‌متر) مربوط به سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و بیشترین آن (۴/۳۷ سانتی متر) متعلق

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ تحت شرایط شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	عرض برگ	طول برگ	سطح برگ	تعداد روز تا گل‌دهی	تعداد روز تا ۱۰۰٪ گل‌دهی	قطر گل‌آذین اصلی	تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی	طول گل‌های زبانه‌ای	وزن خشک اندام هوایی	درصد اسانس
شوری	۳	۴۳۶/۵۹**	۰/۱۲۵**	۵/۱۲**	۳/۳۶**	۱۰۴۵/۵۹**	۴۱۶۲/۵۹**	۳/۳**	۲۴۳۵/۲**	۰/۰۰۲**	۰/۵۷**	۰/۰۲۴**
ژنوتیپ	۹	۳۱۵/۲۹**	۰/۱۹۶**	۶/۲۷**	۱/۶۷**	۴۷۷/۲۹**	۱۰۹۸/۱**	۱۵/۰۵**	۲۷۵/۳**	۰/۰۰۷**	۱/۸**	۰/۰۰۵**
ژنوتیپ* شوری	۲۷	۸/۵۹*	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۱۶ *	۰/۰۴ **	۵/۶ *	۸/۵۹ *	۸/۵۹ **	۶/۷۴ **	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۴ *	۰/۰۰۰۶ *
خطا	۸۰	۴/۰۱	۰/۰۱۱	۰/۴۳	۰/۲۵	۸/۰۱	۹/۰۶	۰/۰۳	۳/۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۵/۳	۳/۵	۷/۵	۷/۲	۱۴/۵	۱۸/۶	۹/۴	۸/۶	۳/۷	۱۲/۲	۷/۸

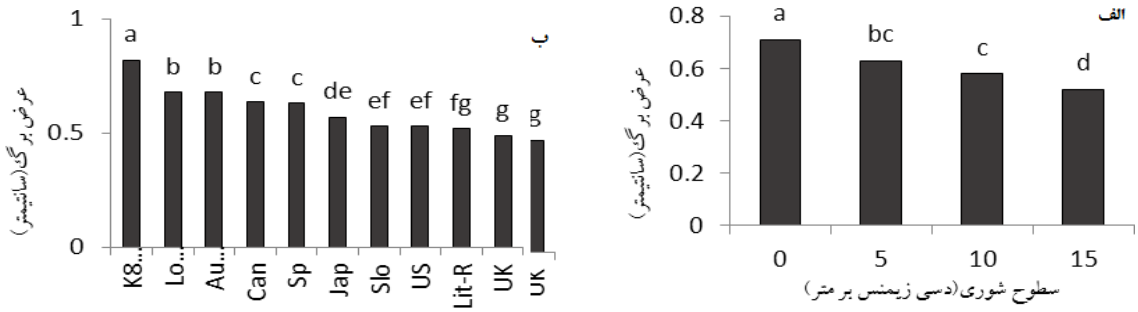
**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۳. اثر متقابل تیمارهای مختلف تنش شوری بر ارتفاع بوته، سطح برگ، طول گل‌های زبانه‌ای، قطر گل‌آذین، وزن خشک اندام هوایی، تعداد روز تا گل‌دهی کامل و درصد اسانس در ژنوتیپ‌های مختلف بومادران هزاربرگ

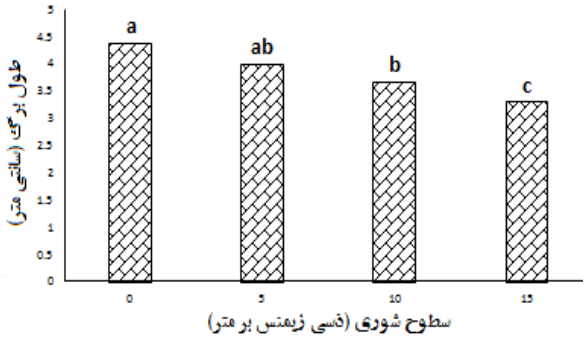
ژنوتیپ	غلظت نمک (dsm^{-1})	ارتفاع بوته (cm)	سطح برگ (cm^2)	تعداد روز تا گل‌دهی	تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی	قطر گل‌آذین (cm)	وزن خشک اندام‌هوایی در هر بوته (gr)	تعداد روز تا گل‌دهی کامل (روز)	میزان اسانس (درصد)
UK	۰	۱۶/۷۵^{mn}	۱/۳^{lm}	۶۳^{ef}	۸۲^{b}	۵^{b}	۰/۷^{h}	۹۲^{a}	۰/۱۵^{fg}
	۵	۱۲/۷^{r}	۰/۸^{qr}	۶۳^{ef}	۷۵^{cd}	۳/۱^{fg}	۰/۵^{l}	۸۸^{c}	۰/۱۶^{fg}
	۱۰	۸/۳^{u}	۰/۷^{r}	۶۲^{fg}	۴۵^{j}	۲/۳^{jk}	۰/۲۶^{r}	۸۰^{c}	۰/۱۸^{de}
	۱۵	۸/۲^{u}	۰/۶^{s}	۶۰^{fg}	۳۵^{no}	۱/۷^{l}	۰/۲^{s}	۷۵^{c}	۰/۱۹^{de}
US	۰	۱۳^{qr}	۰/۹۵^{op}	۶۰^{ef}	۸۵^{a}	۳/۵^{de}	۱^{d}	۸۷^{c}	۰/۲۲^{c}
	۵	۱۱st	۰/۹^{pq}	۵۹^{ef}	۸۰^{bc}	۳/۵^{de}	۰/۸۵^{e}	۸۳^{c}	۰/۲۳^{bc}
	۱۰	۱۱st	۰/۹^{pq}	۵۹^{hi}	۷۷^{cd}	۳/۲^{fg}	۰/۵۴^{k}	۷۶^{g}	۰/۲۵^{ab}
	۱۵	۱۰^{t}	۰/۸^{qr}	۵۷^{i}	۷۴^{d}	۲/۹^{gh}	۰/۴۵^{mn}	*	۰/۲۶^{a}
Lit-R	۰	۳۲/۸^{a}	۱/۲^{mn}	۶۱^{ef}	۶۰^{g}	۳^{fg}	۰/۹^{e}	۹۲^{ab}	۰/۱۶^{fg}
	۵	۲۸/۶^{cd}	۱/۰۵^{no}	۵۹^{gh}	۶۰^{g}	۲/۷^{hi}	۰/۷^{h}	۸۸^{c}	۰/۱۷^{ef}
	۱۰	۲۶/۷^{ef}	۰/۹۵^{op}	۵۹^{hi}	۵۳^{hi}	۲/۴^{jk}	۰/۵^{l}	۸۰^{de}	۰/۱۸^{de}
	۱۵	۲۴/۷^{gh}	۰/۹^{pq}	۵۸^{i}	۵۰^{i}	۲/۳^{jk}	۰/۴۶^{mn}	۷۶^{f}	۰/۱۹^{de}
Slo	۰	۲۶/۶^{ef}	۱/۳۵^{lm}	۷۰^{a}	۴۳^{kl}	۲/۲^{jk}	۰/۴۳^{no}	۹۴^{ea}	۰/۰۷^{l}
	۵	۱۷/۲۵^{lm}	۱/۲^{mn}	۶۹^{b}	۳۷^{mn}	۱/۷^{l}	۰/۲۹^{qr}	۹۱c	۰/۰۹^{jkl}
	۱۰	۱۶/۷^{mn}	۱/۱^{no}	۶۸^{c}	۳۵^{no}	۱/۵^{l}	۰/۲^{s}	۸۴^{f}	۰/۱^{jk}
	۱۵	۱۵/۲^{op}	۱^{op}	۶۷^{de}	۲۵^{q}	۱^{m}	۰/۱۷^{t}	*	۰/۱۲^{hi}
Sp	۰	۲۵/۴^{fg}	۱/۷^{hi}	۵۰^{j}	۸۱^{b}	۳/۳^{ef}	۱/۳۷^{b}	۸۷^{c}	۰/۱۱^{ij}
	۵	۲۳/۳^{hi}	۱/۴^{kl}	۴۸^{k}	۷۰^{e}	۳/۱^{fg}	۰/۹^{f}	۸۳^{h}	۰/۱۲^{hi}
	۱۰	۱۹^{k}	۱/۲^{mn}	۴۸^{l}	۶۶^{f}	۲/۷^{hi}	۰/۳۴^{p}	۷۵^{h}	۰/۱۳^{hi}
	۱۵	۱۲/۵^{rs}	۰/۹^{pq}	۴۷^{m}	۶۵^{f}	۲/۵^{ij}	۰/۳^{q}	*	۰/۱۴^{gh}
Jap	۰	۲۲/۸^{i}	۱/۶^{ij}	۴۳^{l}	۵۴^{h}	۳/۵^{de}	۰/۸۵^{e}	۸۲^{ef}	۰/۱۵^{fg}
	۵	۱۸/۴^{kl}	۱/۳^{lm}	۴۱^{mn}	۵۲^{hi}	۲/۸^{hi}	۰/۶۵^{i}	۷۸^{h}	۰/۱۶^{fg}
	۱۰	۱۷/۷^{lm}	۱/۲^{mn}	۴۰^{no}	۴۲^{kl}	۲/۵^{ij}	۰/۵۴^{k}	۷۳^{h}	۰/۱۸^{de}
	۱۵	۱۶/۶^{mn}	۱^{op}	۳۹^{no}	۴۰^{lm}	۲/۳^{ij}	۰/۴۸^{k}	*	۰/۱۸^{de}
Aus13	۰	۱۸/۷^{kl}	۱/۸^{gh}	۳۶^{no}	۵۴^{h}	۳/۲^{fg}	۰/۷۴^{g}	۷۳^{h}	۰/۰۸^{kl}
	۵	۱۷/۵^{lm}	۱/۶^{ij}	۳۶^{op}	۳۷^{mn}	۲/۸^{hi}	۰/۷^{j}	۷۰^{i}	۰/۰۹^{jkl}
	۱۰	۱۶/۱^{no}	۱/۵^{jk}	۳۵^{pq}	۳۵^{no}	۲/۶^{hi}	۰/۶^{l}	۶۵^{kl}	۰/۱^{jk}
	۱۵	۱۴/۱^{pq}	۱/۲^{mn}	۳۴^{r}	۳۲^{o}	۲/۵^{ij}	۰/۵^{l}	۶۱^{kl}	۰/۱۱^{ij}
K8-Iri	۰	۲۸/۸^{cd}	۳/۲^{a}	۳۶^{no}	۵۲^{hi}	۵^{b}	۱^{d}	۶۵^{ig}	۰/۱۱^{ij}
	۵	۲۶/۵^{ef}	۲/۶^{b}	۳۵^{op}	۳۵^{no}	۳^{fg}	۰/۷^{h}	۶۳^{gk}	۰/۱۲^{hi}
	۱۰	۲۴/۳^{gh}	۲/۴^{c}	۳۵^{pq}	۳۲^{o}	۲/۴^{jk}	۰/۵^{l}	*	۰/۱۳^{hi}
	۱۵	۲۳/۶^{hi}	۲/۱^{de}	۳۴^{qr}	۲۸^{p}	۲/۳^{jk}	۰/۴^{o}	*	۰/۱۳^{hi}
Can	۰	۳۰/۶^{b}	۲/۲^{d}	۳۱^{pq}	۷۷^{cd}	۴/۳^{c}	۱/۵^{a}	۶۵^{ig}	۰/۱۷^{ef}
	۵	۲۶/۸^{ef}	۲^{ef}	۳۰^{r}	۶۰^{g}	۳/۶^{de}	۱^{d}	۶۲^{kl}	۰/۱۸^{de}
	۱۰	۲۴/۶^{gh}	۱/۹^{fg}	۲۹^{s}	۴۶^{j}	۲/۵^{ij}	۰/۷۶^{fg}	۵۸^{mn}	۰/۱۹^{de}
	۱۵	۲۲/۳^{i}	۱/۷^{hi}	۲۸st	۴۴^{jk}	۲/۵^{ij}	۰/۶۳^{i}	۵۳^{n}	۰/۱۹^{de}
Lor-Iri	۰	۲۸/۶^{cd}	۱/۹^{fg}	۲۶^{s}	۶۵^{f}	۶/۵^{a}	۱/۳^{b}	۶۳^{gk}	۰/۱۲^{hi}
	۵	۲۷^{de}	۱/۷^{hi}	۲۵st	۶۱^{g}	۳^{fg}	۱/۱^{c}	۶۰^{lm}	۰/۱۳^{hi}
	۱۰	۲۴/۷^{gh}	۱/۴^{kl}	۲۴^{tu}	۵۰^{i}	۲/۶^{hi}	۰/۸۵^{e}	*	۰/۱۴^{gh}
	۱۵	۲۰^{j}	۱/۴^{kl}	۲۴^{u}	۳۸^{mn}	۸/۱^{l}	۰/۷۴^{g}	*	۰/۱۴^{gh}

در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

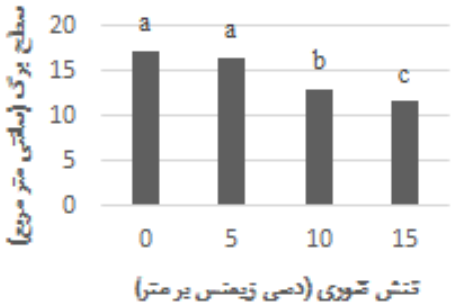
* صفت مربوط به تعداد روز تا گلدهی کامل در تیمارهای شوری غلیظ مشاهده نشد.



شکل ۳. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر عرض برگ (الف) و مقایسه آن در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ (ب)



شکل ۴. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر طول برگ در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ



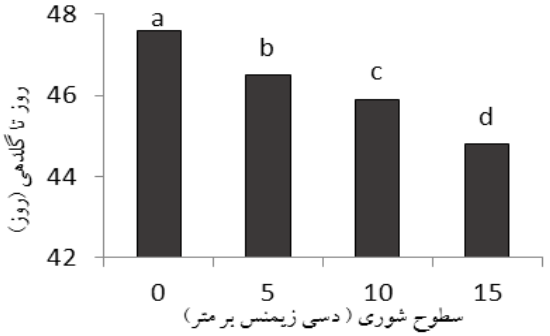
شکل ۵. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر سطح برگ در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ

به تیمار شاهد بود (شکل ۴). میزان کاهش طول برگ در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد به‌ترتیب ۹/۱، ۱۶/۷ و ۲۴/۴ درصد بود. اگر چه تفاوت سطح ۵ دسی‌زیمنس بر متر با شاهد از نظر آماری معنی‌دار نشد.

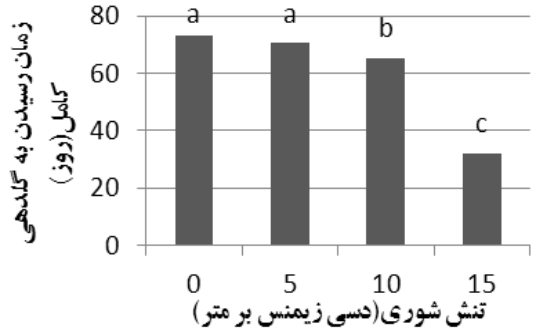
کاهش رشد برگ، اولین پاسخ گیاهان در برابر شوری است. این کاهش ممکن است نتیجه اثر مستقیم نمک بر سرعت تقسیم سلولی و یا کاهش طول مدت توسعه سلولی باشد (۳۴). در نتیجه این کاهش، جذب نور کم شده و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد که باعث کاهش تأمین فرآورده‌های فتوسنتزی لازم برای رشد می‌گردد. به‌طور کلی، گسترش اندازه سلول‌ها رابطه نزدیکی با فشار تورژسانس دارد. بدین‌صورت که یک حداقل فشار تورژسانس برای بزرگ شدن سلول لازم است. تنش اسمزی ناشی از شوری، آستانه فشار تورژسانس لازم برای رشد سلول‌های برگ را افزایش داده و در نتیجه منجر به کاهش طول برگ و یا به عبارت کلی‌تر باعث کاهش سطح برگ می‌گردد (۲۸).

نتایج مقایسه سطوح شوری نشان می‌دهد که با افزایش شوری، از میانگین صفت سطح برگ کاسته شده است. بیشترین سطح برگ (۱۷/۲ سانتی‌متر مربع) مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن (۱۱/۶ سانتی‌متر مربع) مربوط به تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نمک بود (شکل ۵). در بین ژنوتیپ‌های موجود، بیشترین میانگین (۲۵/۷ سانتی‌متر مربع) مربوط به ژنوتیپ کندوان- ایران و کمترین میانگین (۸/۵ سانتی‌متر مربع) مربوط به ژنوتیپ انگلیس بود. رحیم‌ملک و همکاران (۳۸) طی تحقیقی روی *A. millefolium* جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران، طیف سطح برگ در بوته را بین ۸/۱۳ تا ۲۱/۳ سانتی‌متر مربع گزارش کردند. کاهش سطح برگ می‌تواند یک راهکار برای مقابله با تنش شوری باشد که با کم شدن سطح برگ مصرف آب به دلیل رشد کمتر و همچنین تعرق کمتر از سطح برگ‌ها، کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که کاهش سطح برگ در اثر تنش شوری به دلیل کاهش فتوسنتز باشد.

تعداد روز تا شروع گل‌دهی (آغاز گل‌دهی) تحت تأثیر تنش



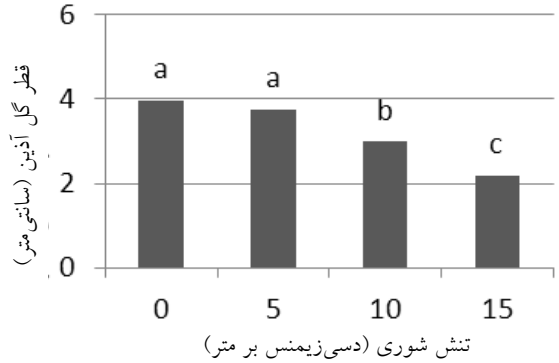
شکل ۶. اثر سطوح مختلف تنش شوری صفت تعداد روز تا شروع گل‌دهی در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ



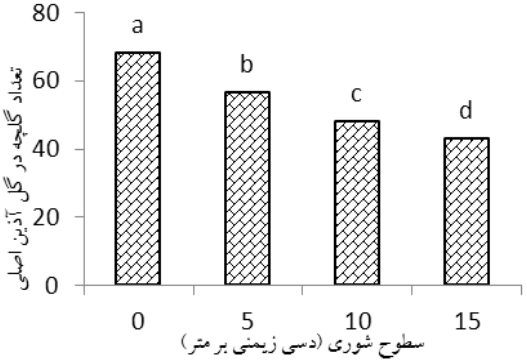
شکل ۷. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر صفت زمان رسیدن به گل‌دهی کامل در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ

شوری و ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۲). تنش شوری باعث کاهش تعداد روز تا شروع گل‌دهی گردید، به‌طوری که بیشترین تعداد روز تا شروع گل‌دهی (میانگین ۴۷/۶ روز) مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن (میانگین ۴۴/۸ روز) متعلق به تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود که این کاهش برای سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب حدود ۴/۵۷، ۸/۵۶ و ۱۳/۴۶ درصد بود (شکل ۶). وقتی گیاهان تحت تنش شوری قرار می‌گیرند، به دلیل اثر اسمزی به وجود آمده، نوعی خشکی به وجود می‌آید که احتمالاً خروج سریع‌تر گیاه از مرحله زایشی و وارد شدن به مرحله رویشی خود یک سازوکار سازگاری برای مقابله با آن می‌باشد که در نتیجه آن زمان رسیدن به شروع گل‌دهی کاهش می‌یابد (۱۹). شوری باعث کاهش بیان ژن‌های دخیل در القای گل‌دهی می‌شود. از طرفی، کاهش رشد در گیاهان تحت شرایط تنش شوری می تواند به دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد که این امر متأثر از کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاه می‌باشد (۳۳). اثر ژنوتیپ بر روز تا شروع گل‌دهی در سطح احتمال ۱٪ از نظر آماری معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد روز تا شروع گل‌دهی به‌طور متوسط مربوط به ژنوتیپ اسلونی و انگلیس (به‌ترتیب ۶۸/۵ و ۶۲ روز) و کمترین روز تا شروع گل‌دهی (۲۴/۷۵ روز) مربوط به ژنوتیپ لرستان بود. نتایج بررسی اثر تنوع فصلی بر خصوصیات برخی از گونه‌های بومادران هزاربرگ نشان داده که نمونه انگلیس دارای دیرترین تاریخ گل‌دهی بود (۱۷) که مشابه نتایج به‌دست آمده در این تحقیق می‌باشد. تعداد روز تا شروع گل‌دهی (آغاز گل‌دهی) تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ و تنش شوری قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین تعداد روز تا شروع گل‌دهی مربوط به تیمار شاهد تنش شوری و ژنوتیپ اسلونی و کمترین روز تا شروع گل‌دهی متعلق به سطح ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری و ژنوتیپ لرستان بود (جدول ۳).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) برای صفت تعداد روز تا زمان رسیدن به ۱۰۰٪ گل‌دهی نشان داد که اثر تنش شوری و ژنوتیپ بر آن معنی‌دار شد. زمان رسیدن به ۱۰۰٪ گل‌دهی با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری نشان داده است، به‌طوری که بیشترین زمان رسیدن به ۱۰۰٪ گل‌دهی ۷۳/۲ روز در تیمار شاهد مشاهده شد و تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۳۲/۱ روز کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. اختلاف بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر صفت زمان رسیدن به ۱۰۰٪ گل‌دهی در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲). بین ژنوتیپ‌های موجود، ژنوتیپ لرستان ایران کمترین زمان و ژنوتیپ انگلیس بیشترین زمان رسیدن به ۱۰۰٪ گل‌دهی را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). همچنین، در بین ژنوتیپ‌های موجود، دو ژنوتیپ لرستان و کندوان از ایران در سطوح تنش ۱۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر نتوانستند به ۱۰۰٪ گل‌دهی برسند که نشان از حساسیت این ژنوتیپ‌ها به تنش شوری در رسیدن به گل‌دهی کامل دارد. ژنوتیپ‌های انگلیس، اسلونی، اسپانیا و



شکل ۸. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر صفت قطر گل‌آذین در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ

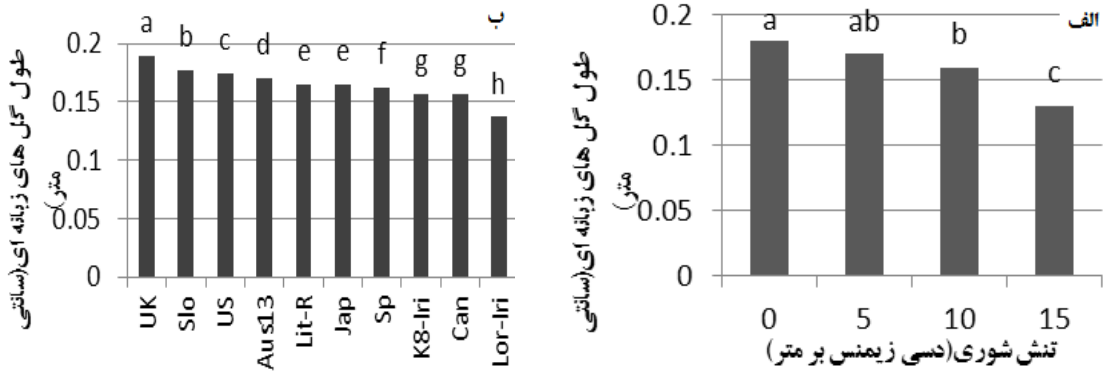


شکل ۹. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر صفت تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ

ژاپن در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نتوانستند به ۱۰۰٪ گل‌دهی برسند که نسبت به ژنوتیپ‌های ایرانی از حساسیت کمتری برخوردار بودند. اما نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها حساسیت بیشتری به تنش شوری داشتند. براساس (جدول ۲)، مشاهده می‌گردد که اثر متقابل شوری در ژنوتیپ برای صفت تعداد روز تا رسیدن به گل‌دهی کامل معنی‌دار شد. اثر متقابل سطوح شوری در ژنوتیپ نشان داد که بیشترین زمان برای رسیدن به گل‌دهی کامل مربوط به ژنوتیپ اسلونی در تیمار بدون تنش شوری (شاهد) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ کانادا در تیمار شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس برای صفت قطر گل‌آذین نشان داد که اثر تنش شوری و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ برای این صفت معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین سطوح شوری نشان می‌دهد که با افزایش شوری، از میانگین قطر گل‌آذین کاسته شده است. بیشترین میانگین مربوط به تیمار بدون تنش شوری (شاهد) و کمترین میانگین مربوط به تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر (به‌ترتیب ۳/۹۵ و ۲/۱۸ سانتی متر) بود (شکل ۸). در بین ژنوتیپ‌های موجود، بیشترین میانگین مربوط به ژنوتیپ لرستان- ایران (۳/۴۷ سانتی‌متر) و کمترین میانگین (۱/۶ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ اسلونی بود. براساس (جدول ۲)، مشاهده می‌گردد که اثر متقابل شوری در ژنوتیپ برای صفت قطر گل در سطح ۱٪ معنی‌دار است. اثر متقابل سطوح شوری در ژنوتیپ نشان داد که بیشترین قطر گل مربوط به ژنوتیپ لرستان ایران در تیمار بدون تنش شوری (شاهد) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ اسلونی در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر است (جدول ۳). به‌طور کلی، شوری تأثیر منفی در صفات مرتبط با گل‌دهی از جمله قطر گل و گل آذین دارد. این نتیجه احتمالاً به‌دلیل تأثیر شوری بر ژن های دخیل در گل‌دهی می‌باشد (۳۳).

تأثیر شوری بر تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). با افزایش شوری، از تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی کاسته شد و بین سطوح شوری از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. کمترین تعداد گلچه در گل-آذین اصلی (میانگین ۴۳/۱ عدد) مربوط به سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و بیشترین آن (میانگین ۶۸/۳ عدد) متعلق به سطح بدون تنش شوری (شاهد) بود (شکل ۹). میزان کاهش تعداد گلچه در گل آذین اصلی در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد به‌ترتیب ۱۶/۹، ۲۹/۵۷ و ۳۶/۸۹ درصد بود. اگر چه تفاوت معنی‌داری بین سطح ۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری با شاهد مشاهده نشد. اما در دو سطح دیگر، با افزایش تنش شوری، کاهش شدید در تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی مشاهده شد که نشان از حساسیت گیاهان به سطوح زیاد تنش در این صفت می‌باشد. تعداد گل و تعداد گلچه در گیاه به میزان رشد رویشی گیاه بستگی داشته و کاهش رشد رویشی در اثر تنش شوری منجر به کاهش آنها خواهد شد. گریو و همکاران (۳۱) با بررسی اثر تنش شوری بر

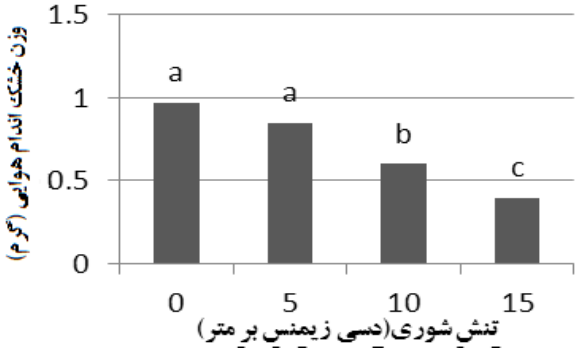


شکل ۱۰ . اثر سطوح مختلف تنش شوری بر طول گل‌های زبانه‌ای (الف) و مقایسه طول گل‌های زبانه‌ای در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ (ب)

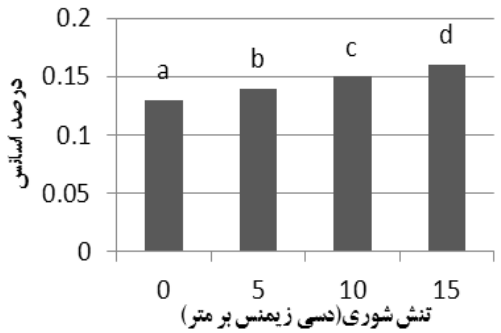
گیاه گندم گزارش کردند که کاهش تعداد سنبلچه در گیاه در اثر تنش شوری را می‌توان در اثر کاهش تعداد گل در گیاه، عدم تلقیح گل‌های تشکیل شده و افزایش تعداد سنبلچه پوک دانست که مشابه نتایج به‌دست آمده در این مطالعه می‌باشد. احتمالاً یکی از دلایل کاهش تعداد گلچه، کاهش میزان فتوسنتز و رشد در گیاه می‌باشد. تفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی (میانگین ۷۹ عدد) مربوط به ژنوتیپ آمریکا و کمترین آن (میانگین ۳۵/۴ عدد) متعلق به ژنوتیپ اسلونی بود. اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر قطر گل‌آذین اصلی در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). به عبارت دیگر، میزان کاهش تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی در محیط شور در رقم‌های مختلف یکسان نبود. بیشترین تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی در تیمار شاهد (بدون تنش شوری) و مربوط به ژنوتیپ آمریکا و کمترین آن در سطح ۱۵ شوری دسی‌زیمنس بر متر و متعلق به ژنوتیپ اسلونی بود (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) برای صفت طول گل‌های زبانه‌ای نشان داد که اثر ساده تنش شوری و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ بر این صفت معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری (شکل ۱۰- الف) نشان می‌دهد که با افزایش شوری از طول گل‌های زبانه‌ای در بومادران هزاربرگ کاسته شده است. بیشترین میانگین (۰/۱۸ سانتی‌متر) مربوط به تیمار شاهد (بدون تنش شوری) و کمترین آن (میانگین ۰/۱۴سانتی‌متر) مربوط به تیمار شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. در بین ژنوتیپ‌های موجود، بیشترین میانگین مربوط به ژنوتیپ انگلیس (۰/۱۹سانتی‌متر) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ لرستان ایران (۰/۱۳ سانتی‌متر) بود (شکل ۱۰- ب). اثر متقابل شوری در ژنوتیپ برای صفت طول گل‌های زبانه‌ای معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل سطوح شوری در ژنوتیپ دارای تفاوت معنی‌داری نبود.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) برای صفت وزن خشک اندام هوایی نشان داد که اثر تنش شوری و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ بر این صفت معنی‌دار است. نتایج مقایسه سطوح شوری نشان می‌دهد که با افزایش شوری از میانگین وزن خشک اندام هوایی کاسته شده است. بیشترین میانگین (۰/۹۷ گرم) مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن (۰/۴ گرم) مربوط به تیمار ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر شوری بود (شکل ۱۱). در بین ژنوتیپ‌های موجود، بیشترین میانگین مربوط به ژنوتیپ لرستان ایران (۰/۹۹ گرم) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ اسلونی (۰/۲۷ گرم) بود. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، شوری باعث کاهش وزن خشک اندام‌هوایی در بومادران هزاربرگ شد. کاهش در وزن خشک ناشی از کاهش ارتفاع گیاه است. ارچنگی و همکاران (۲) در آزمایشی روی سه توده شنبلیله به نتایج مشابهی دست یافتند. سمیت احتمالی ناشی از تجمع بیش از حد یون سدیم در اندام‌های گیاهی، کاهش تولید ماده خشک را به همراه خواهد داشت. معمولاً در شرایط تنش شوری،



شکل ۱۱. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر صفت وزن خشک اندام هوایی در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ



شکل ۱۲. اثر سطوح مختلف تنش شوری بر صفت درصد اسانس در ژنوتیپ‌های بومادران هزاربرگ

روزنه‌های هوایی بسته می‌شود و به‌دلیل کاهش تبادلات گازی، میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد. درنهایت، شوری می‌تواند رشد ریشه را نیز متوقف نموده و بدین طریق ظرفیت جذب و انتقال آب و عناصر غذایی از خاک به طرف اندام هوایی را کاهش دهد. گزارش‌های متعددی مبنی بر کاهش تولید ماده خشک در اثر افزایش غلظت سدیم در گیاهان وجود دارد (۲۲ و ۳۵). براساس (جدول ۲)، اثر متقابل شوری در ژنوتیپ برای صفت وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار بود. اثر متقابل سطوح شوری در ژنوتیپ نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی مربوط به ژنوتیپ کانادا در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن مربوط به ژنوتیپ اسلونی در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر شوری بر میزان اسانس گیاه بومادران هزاربرگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است. با افزایش سطح شوری، میزان اسانس تا حدی افزایش پیدا کرد و اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌ها مشاهده شد (شکل ۱۲). تیمار شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر دارای بیشترین میزان اسانس (۰/۱۶ درصد) و بدون تنش شوری (شاهد) دارای کمترین مقدار (۰/۱۳ درصد) بود. برنشتاین و همکاران (۲۵) در آزمایشی روی ریحان دریافتند که با افزایش شوری، انباشت اسانس در بافت‌های گیاه افزایش پیدا کرد. آنها بیان کردند که یک همبستگی مثبت بین سطح تنش اعمال شده روی سلول‌ها و درصد اسانس در بافت‌های گیاهی وجود دارد. افزایش درصد اسانس ممکن است به‌دلیل تغییر در بیوسنتز اسانس تحت تنش و محدود شدن سطح برگ‌ها باشد که می‌تواند دلیل متراکم‌تر شدن غدد ترشحی اسانس در مقایسه با برگ‌های تحت شرایط غیر تنش باشد. همچنین، در دو گیاه ریحان و نعناع گزارش شده که زیاد بودن تراکم غده‌های مترشحه اسانس در اثر کاهش برگ ناشی از تنش، باعث تجمع بیشتر اسانس می‌شود (۱۰). در توضیح افزایش درصد اسانس در شرایط تنش می‌توان گفت که چون میزان متابولیت‌های اولیه گیاه در شرایط تنش کاهش می‌یابند، گیاه با تنش مواجه می‌شود و چون تولید متابولیت‌های ثانویه نوعی سازوکار دفاعی در شرایط نامساعد محیطی هستند، تولید آنها در گیاه افزایش می‌یابد (۱). اختلاف بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر میزان اسانس در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). ژنوتیپ آمریکا دارای بیشترین و ژنوتیپ اتریش دارای کمترین میزان اسانس (به‌ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۰۹ درصد) بودند. اثر متقابل شوری در ژنوتیپ برای صفت میزان اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر متقابل سطوح شوری در ژنوتیپ نشان داد که بیشترین میزان اسانس مربوط به ژنوتیپ آمریکا در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین میزان اسانس مربوط به ژنوتیپ اسلونی در تیمار بدون تنش شوری (شاهد) است (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، مشاهده می‌شود که

در شرایط تنش شوری، گیاه بومادران هزاربرگ با کاهش ارتفاع بوته، سطح برگ، عرض برگ، قطر گل، تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی، وزن خشک اندام هوایی، طول گل‌های زبانه‌ای، تعداد روز تا زمان شروع گل‌دهی و رسیدن به گل‌دهی کامل روبرو می‌شود. اما نکته قابل توجه این است که کاهش در بیشتر این صفات در سطحوح تنش متوسط نسبت به تیمار شاهد (بدون تنش شوری) دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد که این نشان از مقاومت این گیاه به سطوح متوسط شوری دارد و می‌توان این گیاه را در شرایط تنش شوری متوسط به عنوان گیاه زینتی در فضای سبز استفاده نمود. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های لرستان ایران، آمریکا و کانادا با توجه به اینکه در شرایط تنش دارای وزن خشک بیشتری هستند می‌توانند به عنوان ژنوتیپ‌های مناسب در بحث دارویی مورد استفاده قرار گیرند. ژنوتیپ‌های آمریکا و انگلیس با توجه به داشتن ارتفاع کمتر و همچنین قطر گل‌های بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش، می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای استفاده در فضای سبز باشند. ژنوتیپ اتریش نیز با توجه به اینکه در تمامی صفات مورد اندازه‌گیری، به‌جز درصد اسانس، مقادیر متوسط را نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها به‌دست آورد و همچنین به دلیل تنوع رنگی که این ژنوتیپ دارد می‌تواند به عنوان گیاه فضای سبز مورد استفاده قرار گیرد. در مورد صفت درصد اسانس، همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، با افزایش شوری درصد اسانس به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. اما نکته قابل توجه این است که با افزایش تنش، وزن خشک نیز کاهش می‌یابد. پس ژنوتیپ‌هایی مانند کانادا و آمریکا به‌دلیل داشتن درصد اسانس زیاد و همچنین عملکرد ماده خشک بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ در شرایط تنش شوری، در بحث اسانس‌گیری می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای کاشت باشند.

منابع مورد استفاده

۱. ارچنگی، آ .۱۳۹۰ . بررسی اثرات شوری بر جوانه زنی و رشد رویشی دو گیاه دارویی شنبلیله و ریحان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهرکرد.

۲. ارچنگی، آ.، م. خدامباشی و ع. محمدخانی. ۱۳۹۱ . تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum gracum*) تحت شرایط کشت هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۳(۱۰): ۳۳-۴۰.

۳. امیدبیگی، ر. ۱۳۷۴. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات فکر روز.

۴. امیدبیگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فراوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی.

۵. حسنی، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرهای تنش خشکی و شوری ناشی ازکلرور سدیم بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه ریحان رقم کشکنی لولو. پایان‌نامه دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

٦. زرگری، ع. ۱۳۷۱. گیاهان دارویی. جلد سوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۷. زرگری، ع. ۱۳۷۲. گیاهان دارویی. چاپ پنجم، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۸. زمان، س. ۱۳۸۲. گیاهان دارویی. چاپ پنجم، انتشارات ققنوس.

۹. غنی، ع.، م. عزیزی و ع. تهرانی‌فر. ۱۳۸۸. عکس‌العمل گونه‌های مختلف جنس بومادران، ناشی از پلی اتیلن گلیکول در مرحله جوانه‌زنی. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۵: ۲٦۱-۲۷۱.

۱۰. فرزانه، ا.، ع. غنی و م. عزیزی ارانی. ۱۳۸۹ . تأثیر تنش آبی بر خصوصیات ظاهری، عملکرد و درصد اسانس در گیاه ریحان رقم کشکنی لولو. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی ۱۷(۱): ۱۰۳-۱۱۱.

۱۱. فیضی، م. ۱۳۸۱. تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد محصول گندم. مجله علوم خاک و آب ۱۶(۲): ۲۱۴-۲۲۲.

۱۲. میرحیدر، ح. ۱۳۷۵. کاربرد گیاهان در پیشگیری و درمان بیماری‌ها. جلد پنجم، دفتر نشر فرهنگ اسلامی.

۱۳. هاشمی فتح آبادی، ح. ۱۳۹۳. مطالعه تنوع مورفولوژیک و تولید بذور حاصل از خودگرده‌افشانی در جمعیت‌های بومادران هزاربرگ در دو شرایط آبیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۴. هاشمی‌نیا، س. م.، ع. کوچکی و ب. قهرمان. ۱۳۷۶. بهره برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

15. Al-Niemi, T.S., W.F. Campbell and M.D. Rumbaugh.1922 . Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post-germination growth. Crop Sci. 32: 976-980.
16. Ardekani, M.R.S., A. Hadjiakhoondi, A.H. Jamshidi and P.M. Rafiee. 2006. Pharmacognosical and plant tissue culture studies of *Achillea millefolium* L. J. Med. Plants 17: 21-26.
17. Armitage, A.M. 1992. Field studies of *Achillea* as a cut flower: Longevity, spacing and cultivar response. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 65-67.
18. Ashraf, M. and N. Akhtar. 2004. Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet fennel. Biol. Plant. 48: 461-464.
19. Ashraf, M., N. Mukhtar, S. Rehman and E.S. Rha. 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant bishop's weed (*Ammi majus* L.). Photosynthetica 42: 543-550.
20. Aziza, E.E., H. Al-Amir and L.E. Craker. 2008. Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal and apple mint. J. Herbs Spices Med. Plants 14: 77-87.
21. Bartish, I.V., L.P. Garkava, K. Rumpunen and H. Nybom. 2000. Phylogenetic relationships and differentiation among and within populations of *Chaenomeles Lindl. Rosaceae* estimated with RAPDs and isozymes. Theor. Appl. Genet. 101: 554-563.
22. Belaqziz, R., A. Romane and A. Abbad. 2009. Salt stress effects on germination, growth and essential oil content of an endemic thyme species in Morocco (*Thymus maroccanus* Ball.). J. Appl. Sci. Res. 5: 858-863.
23. Benedek, B. and B. Kopp. 2007. *Achillea millefolium* L. s.l. revisited: Recent findings confirm the traditional use. Wien. Med. Wochenschr. 14: 312-314.
24. Benedek, B., B. Kopp and M.F. Melzig. 2007. *Achillea millefolium* L. s.l.- Is the anti-inflammatory activity mediated by protease inhibition? *J. Ethnopharmacol.* 113: 312-317.
25. Bernstein, N., M. Kravchik and N. Dudai. 2009. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum)* in relation to alteration of morphological development. Ann. Appl. Biol. 156: 167-177.
26. Bruck, H., W.A. Payne and B. Sattelmacher. 2000. Effects of phosphorus and water supply on yield, transpiration, water–use efficiency and carbon isotope discrimination of pearl millet. Crop Sci. 40: 120-125.
27. Costa, P., B. Medronho, S. Gonçalves and A. Romano. 2015. Cyclodextrins enhance the antioxidant activity of essential oils from three Lamiaceae species. Ind. Crop Prod. 70: 341-346.
28. Croser, C., S. Renault, J. Franklin and J. Zwiazek. 2001. The effect of salinity on the emergence and seedling of growth of picea morian, glausa and pinus banksi ana. Environ. Exp. Bot. 115: 1267-1276.
29. El-Keltawi, N.E. and R. Croteau. 1987. Salinity depression of growth and essential oil formation in spearmint and marjoram and its reversal by foliar applied cytokinin. Phytochem. 26: 1333-1334.
30. Fetri, M., A. Dargahikhoo and M. Rajabi 2014. Effect of drought and salinity tensions on germination and seedling growth of Common Yarrow (*Achillea millefolium* L.) in laboratory conditions. IJABBR 2: 383-391.
31. Grieve, C., S.M. Lesch, L.E. Francois and E.V. Mass. 1992. Analysis of main spike yield components in salt stressed wheat. Crop Sci. 32: 697-703.
32. Kamal-Uddin, M., A.S. Juraimi, M.R. Islami, R. Othman and A. Abdul-Rahim. 2009. Growth response of eight tropical species to salinity. Afr J Biochecnol. 8: 5799-5806.
33. Kerepesi, H. and G. Galiba. 2000. Osmotic and salt stress Induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Sci. 40: 482-487.
34. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25: 239-250.

35. Najafian, S., M. Khoshkhui, V. Tavallali and M.J. Saharkhiz. 2009. Effect of salicylic acid and salinity in thyme (*Thymus Vulgaris* L.): Investigation on changes in gas exchange, water relations, and membrane stabilization and biomass accumulation. Aust. J. Basic Appl. Sci. *3*: 2620-2626
36. Penuelas, J., R. Isla, I, Filella and J.L. Araus. 1997. Visible and near- infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. Crop Sci. 37: 198-202.
37. Shannon, M.C. and C.M. Grieve. 1998. Tolerance of vegetable crops to salinity. Sci. Hort. 78: 5-38.
38. Rahimmalek, M., B.E.S. Tabatabaei, N. Etemadi, S.A.H. Goli, A. Arzani and H. Zeinali. 2009. Essential oil variation among and within six Achillea species transferred from different ecological regions in Iran to the field conditions. Ind. Crop Prod. 29: 348-355.
39. Zhang, D.Y., X.H. Yao, M. H.Duan, F.Y. Wei, G.H. Wu and L. Li. 2015. Variation of essential oil content and antioxidant activity of Lonicera species in different sites of China. Ind. Crop Prod. 77: 772-779.