Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 52, No 3, Autumn 2021 (251-260)
DOI: 10.22059/IJFCS.2020.293886.654668

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۰ (ص ۲۶۰-۲۵۱)

بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس زنیان (*Carum copticum* L. C.B. Clarke) در کشت بهاره و تابستانه تحت تنش شوری

سعید دوازده امامی*[۱]، سهیلا دخانی[۲]، فروغ مرتضایی نژاد[۳]، مرضیه اله دادی[٤]

۱- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اصفهان، ۲و۳- کارشناس ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد خوراسگان اصفهان، ٤- دکتری، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۳)

چکیده

زنیان (*Carum copticum* L. C.B. Clarke) گیاهی یکساله از خانواده Apiaceae است که مصارف دارویی، بهداشتی و صنعتی دارد. به‌منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و تاریخ کشت بر برخی ویژگی‌های این گیاه، آزمایشی به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در اصفهان به اجرا در آمد. کرت اصلی شامل دو تاریخ کاشت ۲۳ اسفند ماه (کاشت بهاره) و ۲۱ خرداد ماه (کاشت تابستانه) و کرت فرعی شامل سطوح مختلف آب شور (۰/۳(شاهد)، سه، شش و نه دسی زیمنس بر متر) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۹۳/۲ سانتی‌متر) و عملکرد زیستی (۱۳٦۷/۷ گرم در متر مربع) در سطح شوری شاهد و در فصل تابستان به‌دست آمد و حداکثر عملکرد بذر (۲۳۰ گرم در متر مربع) به سطح شوری شاهد در فصل بهار اختصاص داشت. افزایش سطوح شوری، سبب کاهش ارتفاع گیاه، عملکرد زیستی و عملکرد بذر در واحد سطح شد. اثر متقابل شوری و فصل کشت بر صفات درصد اسانس و عملکرد اسانس اندام هوایی در واحد سطح معنی‌دار نبود. تعداد ترکیبات شناسایی شده در اسانس اندام هوایی در کشت بهاره و تابستانه، به‌ترتیب ۱۵ و ۱۱ ترکیب بود. اثر شوری بر درصد اسانس بذر معنی دار نبود، اما بر عملکرد اسانس در واحد سطح معنی دار بود. تغییرات کیفیت اسانس در تیمارهای مختلف شوری از الگوی مشخصی پیروی نمی کرد. در مجموع و بر اساس نتایج، در شرایط مشابه این آزمایش، کشت بهاره زنیان نسبت به کشت تابستانه برتری دارد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات اسانس، شوری آب، عملکرد زیستی، فصل کشت.

Quantitative and qualitative changes of ajowan (*Carum copticum* L. C.B. Clarke) essential oil in spring and summer cultivation under salinity stress

Saeed Davazdahemami[1]*, Sohaila Dokhani[2], Foroogh Mortazaenezhad[3], Marziyeh Allahdadi[4]
1. Natural Resources Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, 2,3. Agriculture Faculty, University of Khorasgan, Esfahan, 4. Plant Ecophysiology Department, Agriculture Faculty, University of Tabriz.
(Received: January 15, 2020 - Accepted: September 24, 2020)

ABSTRACT

Ajowan (*Carum copticum* L. C.B. Clarke) is an annual plant of the Apiaceae family with medicinal, health and industrial uses. To investigate the effect of irrigation water salinity and planting date on some characteristics of this plant, a split-split plot experiment based on a randomized complete design with three replications was conducted in Isfahan, Iran. Two different planting dates (spring: March 23 and summer: June 21) and four different salinity levels (0.3 (control), 3, 6 and 9 dS/m), were assigned to main plots and subplots, respectively. The results showed that the highest plant height (93.2 cm) and biological yield (1367.7 g/m^2) were obtained at 0.3 dS/m and summer planting date and maximum seed yield (230 g/m^2) was observed at 0.3 dS/m and spring planting date. Increasing salinity levels decreased plant height, biological and seed yields. Interaction effects of salinity and planting season on essential oil percent and yield was not significant. The number of compounds identified in aerial parts of essential oil was 15 and 11 in summer and spring planting season, respectively. Based on the results, salinity had significant effect on essential oil yield, but no significant effect on essential oil percentage. Quality and quantity changes of essential oil components had no typical pattern. Spring was the most appropriate planting date in Isfahan climatic conditions for ajowan.

Keywords: Biological yield, essential oil compounds, planting season, water salinity.

* Corresponding author E-mail: S.12emami@rifr-ac.ir

مقدمه

زنیان با نام علمی *Carum copticum* (L.) *C. B. Clarke* گیاهی یکساله از تیره چتریان (Apiaceae) و بومی ایران، مصر، هندوستان و برخی کشورهای اروپایی است. در طب سنتی از بذر و ریشه زنیان به‌عنوان تونیک ضد نفخ ، زیاد کننده تنفس و برای مداوای ترش کردن و تقویت هاضمه استفاده می‌شود. عصاره بذر زنیان در داروهای ضد سرفه و مشتقات اپوکسی به‌کار می‌رود. این گیاه به‌عنوان طعم دهنده در صنایع غذایی و همچنین منبع تجارتی تیمول به‌عنوان یک ماده ضد عفونی کننده قوی کاربرد دارد (Davazdahemami & Majnoon Hosseini, 2014., Momeni & Shahrokhi, 2015).

رشد و نمو گیاهان دارویی مانند سایر گیاهان زراعی، تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار می‌گیرد و بیشترین عملکرد آن‌ها زمانی حاصل می‌شود که ترکیب مناسبی از عوامل محیطی برای گیاه فراهم باشد. تعیین تاریخ کاشت مناسب به‌منظور دستیابی به استقرار خوب گیاه در مزرعه بر سایر عوامل محیطی مؤثر در رشد اولویت دارد (Khajehpour, 2014). زمان کاشت به‌دلیل تغییر طول روز، دما و رطوبت نسبی اهمیت زیادی در رشد، نمو و تولید گیاه طی فصل رشد دارد. تعیین زمان کاشت مطلوب یک گیاه باعث می‌شود که مجموعه عوامل محیطی برای سبزشدن، استقرار و بقای گیاهچه‌ها مناسب باشد و گیاه با شرایط نامساعد محیطی برخورد نکند (Khichar & Niwas, 2006). محققان زیادی تاثیر تاریخ کشت را بر خصوصیات مختلف گیاهان دارویی گزارش کرده‌اند. ارزیابی چهار تاریخ کشت (۱۶ اسفند، هشت فروردین، ۲۹ فروردین و ۱۹ اردیبهشت) زنیان نشان داد که بیشترین ارتفاع، تعداد انشعاب ساقه‌ای و تعداد چترک در چتر در تاریخ کشت هشت فروردین و بیشترین تعداد انشعاب طوقه‌ای و وزن هزار دانه در تاریخ کشت ۱۶ اسفند به‌دست آمد (Boroumand Rezazadeh *et al.*, 2010). بررسی سه تاریخ کاشت (۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت ماه) در نعناع (*Mentha piperita* L.) نشان داد که حداکثر عملکرد دانه از گیاهان کشت شده در تاریخ ۱۵ فروردین به‌دست می‌آید (Barzegar *et al.*, 2009). در پژوهشی تأثیر سه تاریخ کشت مختلف (۲۹ فروردین و نه و ۱۹ اردیبهشت) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) بررسی و گزارش شد که بیشترین عملکرد میوه در تاریخ کشت ۲۹ فروردین به‌دست آمد (Latifi *et al*., 2012).

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که اثرات زیانباری بر عملکرد و کیفیت محصول دارد. کیفیت آب آبیاری در اکثر مناطق ایران پایین است و به درجات مختلف با شوری همراه می‌باشد که بروز خشکسالی، این مشکل را تشدید کرده است. با اعمال مدیریت‌های صحیح کشاورزی می‌توان از این آب‌ها برای کشت گیاهان متحمل و نیمه متحمل به شوری استفاده کرد (Mostashfi HabibAbadi *et al.*, 2011). زنیان یکی از متحمل‌ترین گیاهان دارویی نسبت به تنش شوری محسوب می‌شود. مطالعات انجام شده حاکی از اثر بازدارنده سطوح بالای شوری بر مولفه‌های جوانه‌زنی این گیاه است . گزارشات مختلفی در رابطه با بررسی تاثیر شوری آب آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی وجود دارد (Davazdahemami & Majnoon Hosseini, 2014). بررسی اثر شوری در گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد زیستی و ارتفاع بوته به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار ۲۱ دسی زیمنس به دست آمد (Davazdahemami *et al.*, 2010 b). نتایج پژوهشی نشان داد که با افزایش سطح شوری، کاهش ارتفاع گیاه سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) بیشتر بود (Habibi *et al*., 2017). در پژوهشی دیگر، با افزایش میزان شوری عملکرد بذر و زیستی سیاه دانه به‌شدت کاهش یافت (Hamsyan, 2015).

با توجه به لزوم استفاده از آب‌های شور در زراعت به‌دلیل محدودیت منابع آبی دارای کیفیت مطلوب و همچنین با توجه به اهمیت تعیین تاریخ کشت مناسب در بهبود عملکرد کمی و کیفی محصول، پژوهش حاضر در راستای ارزیابی تاثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر برخی صفات زراعی و کمیت و

کیفیت اسانس گیاه دارویی زنیان در دو فصل کشت بهاره و تابستانه به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تاریخ کشت و شوری آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های زراعی و عملکرد کمی و کیفی اسانس زنیان (توده محلی مشهد)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان واقع در جنوب غربی شهر اصفهان (۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی به ارتفاع ۱۶۰۰ متر از سطح دریا) به اجرا درآمد. پژوهش به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار صورت گرفت. کرت‌های اصلی شامل دو تاریخ کاشت ۲۳ اسفند ماه (کاشت بهاره) و ۲۱ خرداد ماه (کاشت تابستانه) و کرت‌های فرعی شامل سطوح مختلف آب شور (۰/۳، سه، شش و نه دسی زیمنس بر متر) بودند. پیش از آغاز آزمایش و به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت که نتایج آن در جدول یک ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر)

Table 1. Physio-chemical properties of the experimental site soil (0-30 cm soil depth)

Gravel	Sand	Silt	Clay	TN	O.C		
		(%)				pH	Ece (dS/m)
20-25	58	22	20	0.14	1.44	7.64	1.75

Anions	Cations	HCO_3^-	SO_4^{-2}	Cl^-	$Ca^{+2}+Mg^{+2}$	Na^+
			(meq/l)			
102	110	10.8	55.2	36	85	25

بر اساس آزمایش کودی، به‌ترتیب ۸۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت و ۱۰ تن کود دامی در هکتار قبل از تسطیح و آماده سازی به زمین داده شد. ابعاد هر کرت سه در یک متر، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته-های روی ردیف، ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت با میزان بذر دو برابر انجام شد و پس از مرحله شش تا هشت برگی، کرت‌ها تنک شدند. وجین علف-های‌هرز در طی دوره رشد به‌صورت دستی انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت انجام شد و سایر آبیاری‌ها بر اساس سنجش رطوبت خاک با دستگاه TDR صورت گرفت. پس از مرحله هشت برگی و قبل از ورود گیاه به مرحله گلدهی، تنش شوری آب آبیاری با استفاده از کلرید سدیم (NaCl) و به میزان ۱۰۰ لیتر به ازای هر متر مربع، با استفاده از تانک‌های ۳۰۰ لیتری شیردار اعمال شد. ارتفاع گیاه، عملکرد زیستی و بذر و عملکرد اسانس اندام هوایی و ترکیبات تشکیل دهنده آن تعیین شد. اندام هوایی گیاه در مرحله ۲۰-۱۰ درصد گلدهی مزرعه و بذرها در زمان رسیدگی برداشت شدند. اندام هوایی گیاه در سایه به‌طور طبیعی خشک شدند و ۱۰۰ گرم از آن پس از آسیاب، توسط دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب اسانس گیری شد. سپس عملکرد اسانس اندام هوایی از رابطه زیر محاسبه شد:

$$Y_E = E_e \times DC \times BY_d$$

که در این رابطه، Y_E: عملکرد اسانس اندام هوایی، E_e: بازده اسانس اندام هوایی، DC: ضریب توزیع و BY_d: عملکرد زیستی خشک است.

برای جداسازی و شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس، از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

صفات زراعی

بر اساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه داده‌های دو فصل کشت، اثر فصل کشت بر ارتفاع گیاه و عملکرد زیستی در واحد سطح در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی بر عملکرد بذر در واحد سطح معنی‌دار نبود. شوری بر عملکرد بذر و زیستی و ارتفاع گیاه در مرحله گلدهی در سطح یک درصد تاثیر معنی‌دار داشت. اثر متقابل شوری و فصل کشت بر صفت عملکرد بذر در متر مربع در سطح یک درصد و بر عملکرد زیستی در واحد سطح و ارتفاع گیاه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برخی صفات زنیان در کشت بهاره و تابستانه تحت تنش شوری

Table 2. Combined variance analysis of some Ajowan traits in spring and summer cultivation under salinity stress

S.O.V	df	Mean Squares				
		Plant height	Biological yield	Seed yield	Essential oil of seed	Essential oil yield of seed
Planting season	1	6826**	215.5**	863.2 ^{ns}	1.489*	0.1121 ^{ns}
Error (a)	4	51.15	1764	426.6	0.0799	0.1217
Salinity	3	145.1**	154906**	8087**	0.2286 ^{ns}	0.675 ^{ns}
Salinity× Planting season	3	130.9*	6113*	870.5**	0.113 ^{ns}	0.015 ^{ns}
Error (b)	12	22.25	1729.8	141.6	0.1726	0.1115

^{ns} و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

^{ns} and**: non-significant and significant at 1% of probability level, respectively.

عملکرد زیستی و ارتفاع گیاه در کشت تابستان بیشتر از کشت بهار بود. با افزایش شوری از سطح شاهد به نه دسی زیمنس بر متر، عملکرد بذر از ۲۱۶/۳ به ۱۳۶/۲ گرم در متر مربع، عملکرد زیستی از ۱۲۶۰/۵ به ۸۷۶/۳ گرم در متر مربع و ارتفاع گیاه از ۷۴/۱ به ۶۲/۷ سانتی‌متر کاهش یافت (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زنیان در کشت بهاره و تابستانه تحت تنش شوری

Table 3. Mean comparison of Ajowan traits in spring and summer cultivation under salinity stress

Planting season	Plant height (cm)	Biological yield (g/m^2)	Seed yield (g/m^2)	Essential oil of seed(%)	Essential oil yield of seed (ml/m^2)
Spring	52 ^{b}	945.2 ^{b}	185.4 a	4.1 ^{a}	7.6 ^{a}
Summer	85.7 ^{a}	1196.9 ^{a}	173.4 a	3.9 ^{a}	6.8 ^{b}
Salinity (dS/m)					
0.3	74.1 ^{a}	1260.5 ^{a}	216.3 a	4.1 ^{a}	8.9 ^{a}
3	71.2 ^{a}	1116.1 ^{b}	202.5 a	4.1 ^{a}	8.3 ^{a}
6	67.5 ^{ab}	1031.1 ^{c}	162.6 b	3.9 ^{a}	6.3 ^{b}
9	62.7 ^{b}	876.3 ^{d}	136.2 c	3.9 ^{a}	5.3 ^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with the same letters in the same column are not significantly different at 1% probability level.

مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری در دو فصل کشت نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۹۳/۲ سانتی‌متر) و عملکرد زیستی (۱۳۶۷/۷ گرم در متر مربع) در سطح شوری شاهد و در فصل تابستان به‌دست آمد و حداکثر عملکرد بذر (۲۳۰ گرم در متر مربع) به سطح شاهد شوری در فصل بهار اختصاص داشت (جدول ۴). گزارش‌های متعددی مبنی بر کاهش ارتفاع گیاه، عملکرد بذر، عملکرد زیستی و ... در اثر تنش شوری در گیاهان مختلف وجود دارد. نتایج پژوهشی نشان داد که افزایش شوری، منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع، عملکرد اسانس بذر و عملکرد زیستی زنیان می‌شود (Davazdahemami *et al.*, 2007). ارزیابی تاثیر شوری بر درصد اسانس دانه و اندام‌های رویشی زنیان نشان داد که با افزایش شوری، این صفات به‌صورت قابل توجهی کاهش می‌یابند (Davazdahemami & Mazaheri, 2009). در پژوهشی دیگر، تنش شوری سبب کاهش عملکرد بذر و اسانس و برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی زنیان شد

(Ramezani *et al.*, 2017). با افزایش شوری، از میانگین وزن خشک اندام هوایی بومادران هزار برگ (*Achillea millefolium*)کاسته شد که این کاهش ناشی از کاهش ارتفاع گیاه است. این گزارشات با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و تنش شوری بر صفات زنیان در کشت بهاره و تابستانه

Table 4. Mean comparison of interaction effects of planting date and salinity stress on Ajowan traits in spring

Planting season	Salinity levels (dS/m)	Plant height (cm)	Biological yield (g/m^2)	Seed yield (g/m^2)	Essential oil of seed(%)	Essential oil yield of seed (ml/m^2)
1	0.3	56.6 ^{c}	1153.5 ^{bc}	230 ^{a}	4.2 ^{a}	9.6 ^{a}
1	3	52.1 ^{c}	995.8 ^{de}	217.6 ^{ab}	4.2 ^{a}	9.1 ^{ab}
1	6	50.1 ^{c}	927.5 ^{e}	169 ^{cd}	4^{a}	6.8 ^{ab}
1	9	49.2 ^{c}	703.9 ^{f}	125.1 ^{e}	3.9 ^{a}	4.9 ^{ab}
2	0.3	93.2 ^{a}	1367.6 ^{a}	202.7 ^{ab}	4 ^{a}	8.3 ^{bc}
2	3	91.5 ^{a}	1236.4 ^{b}	187.4 ^{bc}	4 ^{a}	7.4 ^{bc}
2	6	84.8 ^{ab}	1134.6 ^{bc}	156.3 ^{d}	3.8 ^{a}	5.9 ^{c}
2	9	73.3 ^{b}	1048.8 ^{cd}	147.3 ^{de}	3.9 ^{a}	5.8 ^{c}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند .فصل بهار=۱، فصل تابستان=۲

Means with the same letters in the same column are not significantly different at 1% probability level. Spring = 1, Summer =2

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، روزنه‌های هوایی بسته می‌شود و به‌دلیل کاهش تبادلات گازی، میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد. در نهایت، شوری می‌تواند رشد ریشه را نیز متوقف نماید و بدین طریق ظرفیت جذب و انتقال آب و عناصر غذایی از خاک به طرف اندام هوایی را کاهش دهد (Dehghan & Rahimmalek, 2018).غلظت بالاتر سدیم و کلرید در محلول خاک در شرایط تنش شوری، باعث ایجاد تنش اسمزی و تأثیرات یونی ویژه، اختلال در جذب و انتقال عناصر به اندام‌های هوایی گیاه و بیماری‌های تغذیه‌ای و در نهایت سبب کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Said-Al Ahl *et al.*, 2011). غلظت بالای نمک موجود در برگ به‌ویژه سدیم، با پیری زودرس برگ، کاهش فعالیت فتوسنتزی و سطح فتوسنتز کننده، سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود (Hussain *et al.*, 2004; James *et al.*, 2006). با افزایش شدت شوری، رشد و توسعه گیاهان در محیط شور به‌دلیل ایجاد اختلال در فرآیندهای متابولیسمی کاهش می‌یابد و این امر در نهایت منجر به کاهش عملکرد زیستی در بسیاری از گیاهان می‌شود. همچنین رشد پایین ناشی از تنش اسمزی ایجاد شده از طریق غلظت بالای نمک در منطقه ریشه، سبب کاهش ارتفاع گیاهان می‌شود (Moradi & Islam, 2007). 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. به‌نظر می‌رسد که کاهش طول ساقه در اثر شوری، به‌دلیل کاهش فتوسنتز باشد (Dehghan & Rahimmalek, 2018). بررسی چهار تاریخ کشت مختلف (۱۶ اسفند، هشت فروردین، ۲۹ فروردین و ۱۹ اردیبهشت) در گیاه زنیان نشان داد که بیشترین ارتفاع کانوپی و عملکرد دانه در تاریخ کشت هشت فروردین به‌دست آمد؛ در این تاریخ کشت به علت مساعدتر بودن شرایط رشد، ارتفاع گیاه بیشتر بود. کمترین میزان عملکرد در تاریخ کاشت ۲۹ فروردین حاصل شد که به‌شکل معنی‌داری پایین‌تر از عملکرد دو تاریخ کاشت دیگر بود. تفاوت بین دو تاریخ کشت ۱۶ اسفند و هشت فروردین از نظر آماری معنی‌دار نبود، ولی از نظر کمی، کشت در تاریخ هشت فروردین سبب شد تا عملکرد تولیدی در این تاریخ ۷۳/۸ درصد بالاتر از عملکرد به‌دست آمده در تاریخ ۱۶ اسفند باشد (Boroumand Rezazadeh *et al.*, 2010). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که با تأخیر در کاشت، به‌علت کوتاه‌تر شدن دوره رشد گیاه، ارتفاع بوته به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد (Azizi & Mahrokh, 2013). بسیاری از محققان، اختلاف ارتفاع گیاهانی مانند شوید (*Anethum graveolens* L.)، زیره سبز (*Cuminum cyminum*)،

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) را در رابطه با تاریخ-های کاشت مختلف گزارش نموده‌اند (Ghorbani *et al*., 2009; Davazdahemami *et al*., 2010 a; Rezvani moghadam & Moradi, 2012; Moosavi, 2014). تاریخ کاشت مناسب، سبب ایجاد تعادل مطلوب بین مراحل رشد رویشی و زایشی می‌شود. فرصت بیشتر برای رشد رویشی تا پیش از مرحله گلدهی و گرده افشانی و شرایط مطلوب آب و هوایی، موجب افزایش وزن خشک کل گیاه می‌شود، ولی با تأخیر در کاشت، گیاه با دمای بالاتر روبرومی‌شود و به سرعت وارد فاز زایشی می‌شود که این امر سبب کاهش وزن خشک گیاه می‌شود (Kamali *et al*., 2017). در پژوهشی، با بررسی تأثیر چهار تاریخ کاشت (۱۵ تیر، ۱۰ مرداد، ۱۰ شهریور و ۱۵ مهر) در بومادران گزارش شد که بیشترین عملکرد زیست توده در تاریخ کاشت ۱۰ مرداد ب دست آمد (Ghani *et al*., 2011). در گیاه بادرشبو، کشت بهاره در مقایسه با کشت تابستانه، عملکرد ماده خشک بیشتری داشت که علت این امر، دراز مدت بودن دوره رشد رویشی در کشت بهاره نسبت به کشت تابستانه بود (Davazdahemami *et al*., 2008).بهترین تاریخ کاشت، منجر به دستیابی به عملکرد بالاتری در مقایسه با دیگر تاریخ‌های کاشت می‌شود (Khajehpour, 2014). تاریخ کاشت به‌عنوان یک عامل مؤثر بر طول دوره رشد رویشی و زایشی، باعث ایجاد توازن بین آن‌ها شده است و بر دیگر عوامل تولید، کیفیت محصول و در نهایت عملکرد تأثیر می‌گذارد. در گیاهان زراعی دانه‌ای، برای دستیابی به ظرفیت بالای عملکرد دانه باید بین میزان رشد پیش و پس از گرده افشانی توازن وجود داشته باشد و انتخاب تاریخ کاشت مناسب در این گیاهان، اهمیت بسیار زیادی دارد (Khichar & Niwas, 2006; Barzegar *et al*., 2009). کشت زیره سبز در سه تاریخ ۱۵ آبان، ۱۵ آذر و ۱۵ اسفند نشان داد که عملکرد دانه این گیاه در کشت آبان و آذر، ۴۹ درصد بالاتر از تاریخ کشت ۱۵ اسفند بود و دلیل افزایش عملکرد، استفاده بهتر گیاه از آب و مواد غذایی و رقابت بهتر با علف‌های‌هرز در تاریخ کشت‌های پاییزه بود (Rezvani moghadam & Moradi, 2012). عملکرد کشت پاییزه زیره سبز نسبت به کشت بهاره، افزایش معنی‌داری داشت. در کشت بهاره، به‌دلیل گرمی هوا و خصوصیات رشدی گیاه به‌ویژه حساسیت بیش از حد آن به فتوپریود و در نتیجه بلند شدن روزها در اوایل بهار، از عملکرد کاسته شد، زیرا در این حالت، زیره سبز وارد مرحله زایشی شده است و این امر در اجزای عملکرد گیاه موثر است و باعث کاهش عملکرد می‌شود (Nezami & Bagheri, 2005).

کمیت و کیفیت اسانس

اثر فصل کشت بر درصد اسانس بذر معنی دار نبود، اما بر عملکرد اسانس بذر در واحد سطح در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. شوری بر درصد اسانس بذر و عملکرد اسانس بذری در واحد سطح تاثیر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل شوری و فصل کشت بر صفات درصد اسانس اندام هوایی و اسانس اندام هوایی در واحد سطح اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین ها نشان داد که صفت درصد اسانس بذر در دو فصل کشت و سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری در دو فصل کشت نشان داد که حداکثر عملکرد اسانس بذر، ۹/۶ میلی لیتر در متر مربع (معادل ۹۶ لیتر در هکتار) در سطح شاهد و در فصل بهار به‌دست آمد (جدول ۴).

در تجزیه اسانس بذر در کشت بهاره، ۱۵ ترکیب مختلف شناسایی شد که سه جزء اصلی آن، ۴۵ درصد تیمول، حدود ۲۶ درصد گاماترپینن و حدود ۲۰ درصد پاراسیمن بودند (جدول ۵)؛ مجموع این سه جزء در سطوح مختلف شوری، ۸۸ تا ۹۵ درصد اسانس را تشکیل داد. تجزیه کیفی اسانس بذر در کشت تابستانه نشان داد در کلیه تیمارها ۱۱ ترکیب مختلف شناسایی شد که مجموع سه ترکیب تیمول، گاماترپینن و پاراسیمن، بیش از ۹۵ درصد اسانس را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). در سطوح شوری ۰/۳، سه، شش و نه دسی زیمنس بر متر، تیمول به‌ترتیب ۵۹/۴، ۶۴/۲، ۶۰/۸ و ۴۳/۵ درصد،

گاماترپینن ۲۴/۵، ۱۹/۹، ۲۱/۱ و ۳۹/۷ درصد، پاراسیمن ۱۰/۴، ۹/۹، ۱۲/۲ و ۱۱/۶ درصد و کارواکرول ۱/۵، ۲/۳، یک و ۰/۸ درصد اسانس را به خود اختصاص دادند. به عبارت دیگر در سطوح مختلف شوری، میزان تیمول حدود ۱۷/۳ درصد و میزان پاراسیمن ۲/۹ درصد تغییر یافت. مقایسه کیفیت اسانس در کشت بهاره و تابستانه نشان داد که تعداد ترکیبات شناسایی شده در اسانس اندام هوایی در کشت بهاره و تابستانه به‌ترتیب ۱۵ و ۱۱ ترکیب بود و اسانس بهاره و تابستانه در وجود چهار ترکیب با هم اختلاف داشتند.

تحقیقات مختلف نشان داده است که محتوای اسانس و ترکیبات تشکیل دهنده، آن علاوه بر ژنوتیپ، تحت تاثیر شرایط محیطی و عوامل مدیریتی قرار می‌گیرد.

جدول ۵- درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بذر زنیان در سطوح مختلف شوری در کشت بهاره.

Table 5. Percentages of Ajowan aerial parts essential oil constituents at different salinity levels in spring cultivation.

Essential oil components	Inhibition index	Salinity levels 0.3 dS/m	3 dS/m	6 dS/m	9 dS/m
α-thujene	912	0.4	0.5	0.3	0.4
α-pinene	919	0.1	0.2	0.1	0.1
Sabinene	958	0.5	0	0.4	0.6
β-pinene	970	0.8	1	0.7	0.8
Myrcene	982	0.1	0.1	0.2	0.1
δ-3-carene	988	0	0.1	0.1	0
α -terpinene	993	0.4	0.4	0.3	0.3
p-cymene	1001	21.1	22.8	20.5	22.8
Limoinene	1004	0	1.1	1.2	0
γ-terpinene	1031	25.2	26.7	26.5	28.1
terpinen-4-ol	1153	0.1	0.2	0.2	0
methyl ether thymol	1190	0	0	0	1.9
methyl ether carvacrol	1212	0.7	0	0.1	0
Thymol	1259	47.8	44.4	41.5	44.2
Carvacrol	1262	0.5	0	0.1	0.4

جدول ۶- درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بذر زنیان در سطوح مختلف شوری در کشت تابستانه.

Table 6. Percentages of Ajowan aerial parts essential oil constituents at different salinity levels in summer cultivation.

Essential oil components	Inhibition index	Salinity levels 0.3 dS/m	3 dS/m	6 dS/m	9 dS/m
α–pinene	927	0.2	0.4	0.1	0.1
sabinene	968	0	0.2	0	0.2
β–pinene	972	0.3	0.2	0.4	0.4
Myrcene	985	0.8	0.6	0.8	0.8
α-phellandrene	1000	0.1	0.2	0.2	0.1
α-terpinene	1008	0	0.3	0	0.3
p–cymene	1019	10.4	9.9	12.2	11.6
Limonene	1022	0.5	0.4	0.4	0.6
γ-terpinene	1056	24.5	19.9	21.1	39.7
thymol	1295	59.4	64.2	60.8	43.5
carvacrol	1298	1.5	2.3	1	0.8

نتایج پژوهشی نشان داد که درصد ترکیبات اسانس زنیان در تیمارهای مختلف شوری (۰/۳، چهار، هشت و ۱۲دسی زیمنس بر متر) تغییر کمی داشت و مهم‌ترین اجزای اسانس، تیمول و گاماترپینن بودند. در کشت بهاره با افزایش شوری، میزان گاماترپینن افزایش و میزان تیمول ، کاهش یافت و میزان پاراسیمن تغییر چندانی نشان نداد (Dokhani *et al.*, 2012). در پژوهشی دیگر، کاهش میزان اسانس بذر زنیان تحت تأثیر تنش شوری گزارش شده است (Ashraf *et al.*, 2004). افزایش شوری سبب کاهش میزان سابینن هیدرات و ترپینن ۴- ال در گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana*) شد (Baatour *et al.*, 2010). در آزمایشی روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) مشخص شد که با افزایش شوری، محتوای اسانس در بافت‌های گیاه افزایش یافت و همبستگی مثبتی بین سطح تنش اعمال شده روی

سلول‌ها و درصد اسانس در بافت‌های گیاهی وجود داشت. احتمالا افزایش درصد اسانس به‌دلیل تغییر در بیوسنتز اسانس تحت شرایط تنش و محدود شدن سطح برگ‌ها بود که علت آن، متراکم‌تر شدن غدد ترشحی اسانس در مقایسه با برگ‌های گیاه تحت شرایط بدون تنش بود (Bernstein *et al.*, 2009). در بررسی چهار سطح شوری صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ دسی زیمنس بر متر در گیاه بومادران هزار برگ مشخص شد که شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر، میزان اسانس گیاه را ۱۸/۷۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (Dehghan & Rahimmalek, 2018).

مطالعه چهار تاریخ کشت مختلف (۱۶ اسفند، هشت فروردین، ۲۹ فروردین و ۱۹ اردیبهشت) در گیاه زنیان نشان داد که تأثیر تاریخ کاشت بر درصد اسانس بذر زنیان معنی‌دار نبود، ولی عملکرد اسانس در واحد سطح را تحت تأثیر قرار داد و با تأخیر در کاشت، درصد اسانس روند کاهشی داشت. کاشت در تاریخ ۲۹ فروردین، سبب کاهش میانگین عملکرد اسانس به میزان ۳۴/۵۸ درصد نسبت به تاریخ کاشت ۱۶ اسفند شد. پایین بودن میزان عملکرد اسانس در تاریخ کاشت ۱۹ اردیبهشت، با وجود عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین درصد اسانس در این تاریخ کشت با دو تاریخ کشت هشت و ۲۹ فروردین، به علت پایین بودن میزان عملکرد دانه در این تاریخ کشت بود (Boroumand Rezazadeh *et al.*, 2010). بررسی تاثیر تاریخ کشت بر کمیت و کیفیت زیره سبز نشان داد که تاخیر در کاشت، علاوه بر کاهش درصد اسانس، ترکیبات موثر موجود در اسانس مانند کومین آلدئید را افزایش داد (Zarrinzadeh *et al.*, 2007). تأثیر تاریخ کاشت بومادران در تاریخ‌های ۱۵ تیر، ۱۰ مرداد، ۱۰ شهریور و ۱۵ مهر بر درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. بیشترین درصد اسانس، به تاریخ کشت چهارم و کمترین آن به تاریخ کاشت دوم تعلق داشت، ولی از نظر عملکرد اسانس، بیشترین و کمترین میزان به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۱۰ مرداد و ۱۰ شهریور مشاهده شد (Ghani *et al.*, 2011). بررسی سه تاریخ کاشت ۱۵ اسفند، ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت ماه در نعنا نشان داد که حداکثر عملکرد اسانس، از گیاهان کشت شده در تاریخ ۱۵ فروردین به‌دست آمد (Barzegar *et al.*, 2009). مطالعه واکنش اسانس جعفری وحشی (*Tagetes minuta*) به تاریخ‌های کشت مختلف نشان داد که درصد اسانس در تاریخ‌های کاشتی که گیاه در مرحله دانه بندی با دمای بالاتری مواجه بود افزایش یافت (Ramesh **&** singh, 2008). با توجه به این‌که اسانس‌ها، جزئی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و گیاه معمولا در هنگام رو به رو شدن با تنش‌های محیطی، میزان متابولیت‌های خود را افزایش می‌دهد، مواجه گیاه شنبلیله با تنش گرما، باعث افزایش درصد اسانس در تاریخ کشت ۱۵ اسفند نسبت به کشت پاییزه (آبان و آذر ماه) شد. از طرفی تنش‌های رطوبتی و مواد غذایی و همچنین رقابت علف‌هرزی کمتر در تاریخ کشت‌های پاییزه نسبت به تاریخ کشت ۱۵ اسفند در افزایش میزان اسانس در این تاریخ کشت موثر بود (Rezvani moghadam & Moradi, 2012). ر گیاه دارویی زیره سبز، تغذیه مناسب‌تر و رشد و نمو مناسب در کشت پاییزه، تاثیر مهمی در پر شدن اسانس دانه داشت و نقش آن، مهم‌تر از دمای هوا در مرحله دانه بندی بود و منجر به افزایش درصد اسانس در تاریخ کشت ۱۵ آبان و ۱۵ آذر نسبت به ۱۵ اسفند شد (Rezvani moghadam & Moradi, 2012). مقایسه کشت تابستانه و بهاره شوید نشان داد که عملکرد و کیفیت اسانس اندام رویشی در کشت تابستانه بیشتر بود (Davazdahemami *et al.*, 2010 a). تاریخ کاشت، تأثیر معنی‌داری بر تولید اسانس بابونه (*Matricaria recutita* var. Soroksari.) داشت و کشت پاییزه در مقایسه با کشت بهاره، مقدار اسانس بیشتری تولید کرد (Bastan *et al.*, 2018).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، گیاه دارویی زنیان به‌عنوان یکی از منابع مهم تامین تیمول طبیعی در دنیا، در دو فصل کشت بهاره و تابستانه در منطقه مرکزی کشور قابلیت تولید انبوه دارد و در این دو

فصل کشت، عملکرد کمی وکیفی اسانس آن در حد استانداردهای مورد پذیرش است. همچنین در این تحقیق مشخص شد که این گیاه، شوری را تا حد نسبتا خوبی تحمل می کند. محققین دیگر هم موفقیت کشت این گیاه در سه فصل کشت پاییزه، بهاره و تابستانه را در منطقه مرکزی کشور اعلام نموده‌اند (Davazdahemami & Majnoon Hosseini, 2014). به‌عنوان یک نتیجه کاربردی از این تحقیق و جمع بندی نتایج سایر تحقیقات مشابه می‌توان بیان داشت که در طراحی الگوی کشت مناطق مختلف، گیاه دارویی زنیان، قابلیت جایگزینی غلات پاییزه‌ای مانند گندم و جو و کشت های بهاره و تابستانه‌ای مانند آفتابگردان با همان میزان تحمل تنش شوری را دارد.

REFERENCES

1. Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S. & Rha, E. S. (2004). Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica*, 42, 543-550.
2. Azizi, F. & Mahrokh, A. (2013). Plant density effect in different planting dates on growth indices, yield and yield components of sweet corn KSC403su hybrid. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(4), 764-773. (In Farsi)
3. Baatour, O., Kaddour, R., Aidi Wannes, W., Lachaa, M. & Marzouk, B. (2010). Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana* L.). *Acta Physiology Plant*, 32, 45–51.
4. Barzegar, M., Afshari, H., Borhan, N., Laei, G.H., Zadehbagheri, M. Hasani, A. & Omidbaigi, R. (2009). The effects of water stress on some metabolical, physiological and morphological traits of mint. *Agricultural Research Journal*, 12(3), 47-59.
5. Bastan, M. R., Nazari, M. & Ansari Mood, A. (2018). Effect of sowing date and nano Fe chelate on yield and active substance of *Matricaria recutita*cv. Soroksari. 7thNational Congress on Medicinal Plants, 12-14th May, Shiraz, Iran.
6. Bernstein, N., Kravchik, M. & Dudai, N. (2009). Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) in relation to alteration of morphological development. *Annals of Applied Biology*, 156, 167-177.
7. Boroumand Rezazadeh, Z., Rezvani Moghaddam, P. & Rashed Mohassel, M. (2010). Effects of planting date and plant density on morphological characteristics and essential oil content of Ajowan (*Trachyspermum ammi* (Linn). Sprague). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40(4), 161-172.
8. Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M. R. & Mazaheri, D. (2007). To study the effect of irrigation water salinity on quality and quantity yield of ajowan. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(4), 504-512. (In Persian)
9. Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M. R. & Mazaheri, D. (2008). Comparison of biological yield, quantity and quality yield of oil and phonological stages in fall, spring and summer planting of *Dracocephalum muldavica* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Researches*, 24, 263-270. (In Persian)
10. Davazdahemami, S. & Mazaheri, D. (2009). Effect of salinity on qualitative and quantitative characteristics of *Carum copticum*. *Iranian Journal of Medical Plant*, 4, 504-512. (In Persian)
11. Davazdahemami, S., Jahansooz, M., Sefidkon, F. & Mazaheri, D. (2010 a). Comparison of planting season effect on agronomic characters and yield of dill. *Journal of Crops Improvement*, 12(1), 41-47. (In Persian)
12. Davazdahemami, S., Jahansooz, M. R. Mazaheri, D. & Sefidkon, F. (2010 b). Effects of irrigation water salinity on germination, emergency, biological yield, essence quality and quantity of Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *Plant Production Technology*, 10(1), 25-33. (In Persian)
13. Davazdahemami, S. & Majnoon Hosseini, N. (2014). *Cultivaton, agriculture and production of certain herbs and spices* (3rd ed.). Tehran University Press. (In Persian)
14. Dehghan, A. & Rahimmalek, M. (2018). The effect of salt stress on morphological traits and essential oil content of Iranian and foreign yarrow (*Achillea millefolium* L.) genotypes. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 9 (2), 23-38. (In Persian)
15. Dokhani, S., Mortezaei-Nejhad, F. & Davazdahemami, S. (2012). Effect of sowing season on growth and oil chemical composition of ajowain (*Carum capticom* L.) under salinity stress. *Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs)*, 3(2), 81-88. (In Persian)

16. Ghani, A., Tehranifar, A., Azizi, M. & Ebadi, M. T. (2011). Effect of planting date on morphological characteristics and yield and oil content of *Achillea millefolium* in conditions of Mashhad. *Journal of Crop Sciences*, 9, 447-453. (In Persian)
17. Ghorbani, R., Koocheki, A., Jahani, M., Hosseini, A., Mohammad-Abadi, A. A. & Sabet Teimouri, M. (2009). Effect of planting date, weed control time and method on yield and yield components of cumin. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 7(1), 143- 151. (In Persian)
18. Habibi, A., Asghari Zakaria, R., Zare, N., & Ghaffarzadeh, L. (2017). Assessment of black cumin (*Nigella sativa* L.) genotypes for salinity stress tolerance. *1st international and 5 th national conference on organic vs. conventional agriculture*, 16 - 17 Aug., university of Mohaghegh Ardabili, Ardabi, Iran.
19. Hamsyan, H. (2015). *Effect of salinity and foliar application of zinc and iron on quantitative and qualitative characteristics of Nigella sativa* L. MSc. Thesis. Islamic Azad University, Isfahan, Iran. (In Persian)
20. Hussain, A., Khan, Z. I., Ashraf, M., Rashid, M. H. & Akhtar, M. S. (2004). Effect of salt stress on some growth attributes of sugarcane cultivars CP-77-400 and Coj- 84. *International Journal of Agriculture and Biology*, 1, 188-191.
21. James, R. A., Davenport, R. J. & Munns, R. (2006). Physiological characterization of two genes for Na^+ exclusion in durum wheat, Nax1 and Nax2. *Plant Physiology*, 142, 1537-1547.
22. Kamali, N., Khajehpour, M. R. & Soleymani, A. 2017. Studying some physiological factors influencing the growth of Barley cultivarsas affected by planting date. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48(1), 183-197. (In Persian)
23. Khajehpour, M. R. (2014). *Principals and fundamentals of crop production (3rd ed.)*. Jihad-Daneshgahi Publishers, Isfahan. (In Persian).
24. Khichar, M.L. & Niwas, I. (2006). Microclimatic profiles under different sowing environment in wheat. *Journal of Agrometeo*, 8, 201-209.
25. Latifi, M., Barimavandi, A., Sedaghatpoor, S. & Rezaei, S. (2012). Sowing date and plant population effects on seed yield of *Cucurbita pepo*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14, 641-644.
26. Momeni, T. & Shahrokhi, N. (2015). *Herbal essential oils and their therapeutic effects (4th ed)*. University of Tehran Publications. (In Persian).
27. Moosavi, S. G. H. (2014). Fennel morphological traits and yield as affected by sowing date and plant density. *Advance in Agriculture and Biology*, 1, 45-49.
28. Moradi, F. & Ismail, A.M. (2007). Response of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and ROS-scavenging system to salt stress during seedling and reproductive stage in rice. *Annuals Botany*, (99), 1161-1173.
29. Mostashfi HabibAbadi, F., Shayannejad, M., Dehghani, M. & Tabatabaei, S. (2011). The effect of four irrigation regimes wif saline water on quantitive and qualitative indexes of sunflower. *Journal of Water and Soil*, 25(4), 698-707. (In Farsi)
30. Nezami, A. & Bagheri, A. (2005). Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: II. Yield and yield components. *Journal of Iranian Field Crops Research*, 3(1), 156-170. (In Persian)
31. Ramesh, K. & Singh, V. (2008). Effect of planting date on growth, development, aerial biomass partitioning and essential oil productivity of wild marigold (*Tagetes minuta*) in mid hills of Indian western Himalaya. *Industrial Crops and Products*, 27, 380.384.
32. Ramezani, M., Seghatoleslami, M., Sayyari Zohan, M. & Moosavi, S. (2017). Effect of salinity and foliar application of Zn and Fe on yield and morphological and quality traits of *Carum copticum*. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(4), 595-604. (In Persian)
33. Rezvani moghadam, P., & Moradi, R. (2012). Assessment of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil of Cumin and Fenugreek. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 43(2), 217-230. (In Persian)
34. Said-Al Ahl, H. A. H. & Omer, E. A. (2011). Medicinal and aromatic plants production under salt stress. A review. *Herba Polonica*, 57(1), 72-87.
35. Tanu, A., Prakash, A. & Adholeya, A. (2004). Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol. *Bioresource Technology*, 92, 311-319.
36. Zarrinzadeh, J., Mirza, M. & Alyari, H. (2007). The effect of plantation date and irrigation on essential oil content and composition of *Cuminum cyminum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(1), 134- 140. (In Persian)