نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد 15، شماره 4، زمستان 1396، ص. 822-811

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 4, Winter. 2018, p. 811-822

بررسی اثر تاریخ کاشت و مصرف کود نیتروژن بر رشد، عملکرد و ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در شرایط شوشتر

روزبه فرهودی[1*] - زهرا خدارحم پور[1]

تاریخ دریافت: 1394/12/16
تاریخ پذیرش: 1395/08/19

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن و تاریخ کاشت بر رشد، درصد اسانس و عملکرد اسانس بذر و اندام هوایی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی 90-89 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر انجام شد. تیمار تاریخ کاشت در 15 آبان و اول آذر در کرت اصلی و مصرف 100، 125 و 150 کیلوگرم کود اوره در هکتار در کرت فرعی قرار گرفت. تاریخ کاشت و نیتروژن رشد و عملکرد اسانس بذر و اندام هوایی رازیانه را تحت تأثیر قرار داد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و کود نیتروژن نشان داد که تاریخ کاشت 15 آبان نسبت به اول آذر با مصرف 125 و 150 کیلوگرم کود اوره سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی (به‌ترتیب 442/5 و 438/9 گرم در مترمربع)، درصد اسانس بذر (2/9 و 2/8 درصد)، درصد اسانس اندام هوایی (3/14 و 3/12 درصد)، عملکرد اسانس بذر (2/2 گرم در متر مربع) و عملکرد اسانس اندام هوایی (13/9 و 13/6 گرم در متر مربع) گردید. می‌توان گفت بهترین تیمار جهت افزایش عملکرد و کیفیت اسانس بذر و اندام هوایی گیاه رازیانه در شمال خوزستان تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 125 کیلوگرم بر هکتار کود نیتروژن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: استراگول، آنتول، تعداد چتر، وزن خشک

مقدمه

استفاده از گیاهان و فرآورده‌های حاصل از آن‌ها در صنایع دارویی و بهداشتی در سال‌های اخیر گسترش زیادی داشته است. اگرچه عوامل ژنتیکی نقش به‌سزایی در رشد گیاهان دارویی و ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس آن‌ها دارند، اما نباید از نقش عوامل اقلیمی و زراعی در این زمینه غافل ماند. بنابراین تولید ماده خشک و اسانس گیاهان دارویی تحت تأثیر عوامل محیطی، شرایط کاشت، تاریخ کاشت، کوددهی و زمان برداشت می‌باشد (Ahmadi and Mirza, 2009). رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare* گیاه دارویی مهمی از خانواده چتریان است که اسانس آن کاربرد گسترده‌ای در صنایع دارویی و بهداشتی دارد. این گیاه در ایران در نواحی شمالی کشور و ارتفاعات 500 تا 700 متری پراکندگی دارد و قسمت مورد استفاده آن عبارت است از دانه، ریشه و برگ. از مهمترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس گیاه رازیانه می‌توان به دی فنکون، سابینین، کامفور، آنتول و استراگول اشاره نمود (Ahvazi *et al.*, 2010). تاریخ کاشت با تأثیر بر رشد، فعالیت‌های متابولیکی، عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گیاهان دارویی تأثیر به‌سزایی بر عملکرد و ترکیبات دارویی دارد. مدیریت مناسب تاریخ کاشت که وابسته به شرایط آب و هوایی به‌ویژه درجه حرارت هوا و خاک هر منطقه متغیر می‌باشد، بر روی عمکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی و به‌طور موردی در گیاهان دارویی مؤثر می‌باشد. تاریخ مناسب کاشت زمانی است که گیاه فرصت کافی برای رشد سبزینه‌ای و رویشی تا قبل از به گل رفتن داشته باشد. عدم رشد رویشی مناسب منجر به کاهش تعداد گل‌ها، کوچکی دانه و افت عملکرد کمی و کیفی می‌گردد (Baydar and Baydar, 2005). بررسی واکنش گیاه دارویی بادرشبویه (*Dracocephalum moldavica*) به تغییرات تاریخ کاشت نشان داد تاریخ کاشت با تأثیر بر طول روز، رطوبت نسبی هوا و مقدار نور دریافتی بر عملکرد ماده خشک و اسانس گیاه بادرشبویه تأثیر گذاشت (Davazdahemami *et al.*, 2008). در شرایط آب و هوایی مشهد تغییر تاریخ کاشت بابونه (*Matricaria chamomilla*) از پاییز به ابتدای بهار سبب افزایش درصد اسانس بابونه شد اما وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با کشت پاییزه کاهش یافت (Ebadi *et al.*, 2009). تاریخ کاشت گیاه

1- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: rfarhoudi@gmail.com
DOI: 10.22067/gsc.v15i4.54396

دارویی بابونه بر رشد و عملکرد اسانس این گیاه تأثیر معنی‌داری داشت (Letchamo and Marquard, 1993).

بررسی نیازهای تغذیه‌ای گیاهان دارویی در رسیدن به عملکرد مناسب و اقتصادی این گیاهان نقش به‌سزایی دارد. از جمله این عناصر غذایی مورد نیاز این گیاهان می‌توان به نیتروژن اشاره نمود. عناصر غذایی معدنی از جمله نیتروژن و فسفر نقش مهمی در بهبود عملکرد کمی و کیفی دانه رازیانه دارند (Kapoor *et al.*, 2004). بررسی تأثیر کود نیتروژن بر رشد رویشی بابونه نشان داد افزایش مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش وزن خشک گیاه بابونه و تحریک رشد رویشی این گیاه شد (Omid beigi and Hassani Malayeri, 2007; Rahmati *et al.*, 2009). مصرف کود نیتروژن در گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) نیز سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس این گیاه شد زیرا میان افزایش نیتروژن قابل دسترس و افزایش غلظت ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس گشنیز رابطه مستقیمی مشاهده گردید (Zheljazkov *et al.*, 2008) در حالی‌که افزایش مصرف کود نیتروژن به میزان 150 کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی‌داری بر رشد و عملکرد ماده خشک و اسانس گیاه دارویی بابونه در مقایسه با مصرف 75 کیلوگرم در هکتار نداشت (Bagheri *et al.*, 2008). بررسی تأثیر کود اوره بر عملکرد دانه و اسانس دانه زنیان (*Trachyspermum ammi*) نشان داد مصرف کود شیمیایی عملکرد دانه زنیان را افزایش داد اما تأثیری بر درصد اسانس دانه نداشت. مصرف کود شیمیایی اوره سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و در نتیجه افزایش عملکرد گل بابونه شد (Akbari Niya *et al.*, 2003). علی‌رغم این موضوع بعضی از تحقیقات نشان داده که مصرف کود شیمیایی دارای نیتروژن سبب تغییر در ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس شوید (*Anethum graveolens*) (Bist *et al.*, 2000) و رازیانه (Khan and Azam,1999) شد.

با توجه به اهمیت گیاه دارویی رازیانه در صنایع آرایشی و بهداشتی و عدم وجود تحقیقی جامع پیرامون تأثیر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر رشد و عملکرد اسانس این گیاه در شمال خوزستان این تحقیق انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 90-89 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر انجام شد. شوشتر واقع در شمال استان خوزستان و دارای آب و هوای بیابانی و خشک است. شهر شوشتر در عرض جغرافیایی 48 درجه و 5 دقیقه طول شرقی و 32 درجه و 3 دقیقه عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا حدود 150 متر می‌باشد. بارندگی متوسط سالانه در این شهرستان 317/2 میلی‌متر، متوسط دمای حداقل 18/4 درجه سانتی‌گراد و متوسط دمای حداکثر 33/2 درجه سانتی‌گراد گزارش شده است بارندگی در شهر شوشتر عموماً در فصل زمستان به‌خصوص در ماه‌های دی و بهمن صورت می‌گیرد و از اواسط فصل بهار تا اواسط پاییز بارندگی وجود ندارد. میانگین حداکثر و حداقل دما و بارندگی شهرستان شوشتر در سال زراعی 90-89 (از مهر 1389 الی پایان تیر 1390) به‌ترتیب 41 درجه سانتی‌گراد، 9/5 درجه سانتی‌گراد و 190 میلی‌متر بود (Anonymous, 2010). خصوصیات خاک مزرعه آزمایش در عمق 30-0 سانتی‌متر در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1- نتایج تجزیه خاک

Table 1- Results of analysis of soil

بافت خاک Soil texture	اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	کربن آلی Organic carbon (%)	پتاسیم قابل جذب Available potassium ($mg\ kg^{-1}soil$)	فسفر قابل جذب Available phosphorus ($mg\ kg^{-1}$)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)
لومی رسی Clay Loam	7.3	4.2	0.81	510	11	0.08

این تحقیق به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در کرت‌های اصلی تاریخ کاشت (15 آبان و اول آذر) و در کرت‌های فرعی مقادیر نیتروژن (100، 125 و 150 کیلوگرم در هکتار) با منبع کود اوره قرار داشت. فاصله کرت‌های فرعی از یکدیگر یک متر و فاصله تکرارها از یکدیگر دو متر بود. زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود و در اول آبان ماه 1389 به عمق 30 سانتی‌متر شخم زده شد و سه روز قبل از هر تاریخ کاشت عملیات دیسک‌زنی انجام شد. مساحت هر کرت فرعی شش متر مربع بود. در زمان عملیات شخم 70 کیلوگرم در هکتار کود فسفات تریپل با خاک مخلوط شد. نیمی از کود اوره به هنگام کاشت و نیم دیگر آن در مرحله 8-6 برگی گیاه (کود سرک) به‌صورت نواری داده شد. بذر رازیانه توده اصفهان که از مرکز

تحقیقات گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی کرج تهیه شده بود در ردیف‌هایی به فاصله 50 سانتی‌متر و فاصله بوته 15 سانتی‌متر روی ردیف با دست کشت شد. مبارزه با علف‌های هرز در دو مرحله و با دست انجام شد. آبیاری مزرعه با توجه به نیاز گیاه و به‌صورت بارانی انجام شد. صفات مورد بررسی در این آزمایش عبارت بودند: از ارتفاع بوته در زمان رسیدگی، تعداد روز تا گلدهی، تعداد چتر در بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک بذر، درصد اسانس بذر و اندام هوایی، عملکرد اسانس بذر و اندام هوایی و ترکیبات استراگول (Estragol)، دی- فنکون (D-Fenchone) و آنتول (Anethole) در بذر و اندام هوایی بود. البته بیش از 23 ترکیب در اسانس بذر و اندام هوایی رازیانه شناسایی شد، اما مجموع سه ترکیب بالا بیش از 60 درصد ترکیبات اسانس بذر یا اندام هوایی را تشکیل می‌داد لذا از ذکر نام سایر ترکیبات در این مقاله خودداری شد. برداشت بوته‌ها در تاریخ دوم تیر ماه 1390 انجام شد. به‌منظور برداشت بوته‌ها (بعد از حذف حاشیه) از هر کرت پنج بوته به‌صورت تصادفی جهت اندازه‌گیری ارتفاع بوته و تعداد چتر انتخاب شدند. جهت اندازه‌گیری اسانس، وزن خشک دانه و وزن خشک بوته، گیاهان برداشت شده از یک متر مربع به مدت سه هفته در سایه خشک شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت چهار ساعت و در شرایط کاملاً یکسان انجام شد. جهت شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس استخراج شده از رازیانه از گاز کروماتوگراف (مدل Varian star 3400cx) با طول ستون 30 متر و گاز هلیوم با سرعت 2 میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. در هر مورد پس از تزریق مقادیر بسیار جزئی اسانس، کروماتوگرام به‌دست آمده و طیف‌های جرمی ترکیب‌های مختلف موجود در آن بررسی شد. شناسایی طیف‌ها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای شکست آنها، مقایسه آنها با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر انجام شد (Adams, 2001).

محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال 1 درصد) استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی و تعداد چتر در بوته رازیانه

نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که ارتفاع بوته و تعداد روز تا گلدهی تحت تأثیر تاریخ کاشت، کود نیتروژن و اثر متقابل این دو فاکتور قرار گرفتند اما تعداد چتر در بوته تنها تحت تأثیر کود نیتروژن و اثر متقابل کود نیتروژن و تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول 2). گیاهان کاشته شده در تاریخ 15 آبان به‌طور معنی‌داری ارتفاع بوته بیشتری داشتند (92/7 سانتی‌متر) در حالی‌که مصرف 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته رازیانه (95/9) در مقایسه با سطوح 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار شد (جدول 3). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و کود نیتروژن نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 125 و 150 کیلوگرم کود نیتروژن به میزان 97/3 و 96/7 سانتی‌متر و تاریخ کاشت اول آذر و مصرف 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به میزان 95/1 سانتی‌متر حاصل شد. این نتایج بیانگر آن است که در هر دو تاریخ کاشت افزایش مصرف کود نیتروژن سبب افزایش ارتفاع بوته رازیانه شد (جدول 5). نتایج جدول 4 حاکی از آن است که مصرف 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار تعداد چتر در بوته (23 چتر) شد. اثر متقابل کود نیتروژن و تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین تعداد چتر تحت تأثیر تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 150 کیلوگرم کود نیتروژن به میزان 24 عدد چتر در بوته حاصل شد. نتایج نشان داد که طول دوره رویشی گیاه رازیانه و فاصله کاشت تا آغاز گلدهی در گیاهانی که در 15 آبان کاشته شدند به‌طور معنی‌داری بیش از تاریخ کاشت اول آذر بود. همچنین مصرف 125 و 150 کیلوگرم کود نیتروژن طول دوره رویشی رازیانه را در مقایسه با مصرف 100 کیلوگرم در هکتار افزایش داد (جدول 5). نتایج اثر متقابل بیانگر آن است که بیشترین تعداد روز بین کاشت تا گلدهی در تیمار تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 125 و 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به مدت 160 و 164 روز و تیمار تاریخ کاشت اول آذر و مصرف 150 کیلوگرم کود نیتروژن به مدت 158 روز وجود داشت (جدول 5). این نتایج نشان می‌دهد که افزایش مصرف کود نیتروژن در هر دو تاریخ کاشت سبب افزایش طول دوره رویشی شد.

وزن خشک اندام هوایی و بذر رازیانه

نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که وزن خشک بذر رازیانه تحت تأثیر تاریخ کاشت، کود نیتروژن و اثر متقابل این دو فاکتور قرار گرفت اما وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر تاریخ کاشت و اثر متقابل کود نیتروژن و تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول 2). نتایج جدول 3 نشان می‌دهد که وزن خشک بذر و اندام هوایی رازیانه در تاریخ کاشت 15 آبان به‌طور معنی‌داری بیش از تاریخ کاشت اول آذر بود (82/5 گرم در متر مربع). همچنین وزن خشک اندام هوایی رازیانه در تاریخ کاشت 15 آبان به‌طور معنی‌داری بیش از تاریخ کاشت اول آذر بود (483/6 گرم در متر مربع).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر رشد، عملکرد دانه و اسانس گیاه رازیانه

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) of the effect of sowing date and nitrogen fertilizer on growth, seed yield and essential oil of fennel

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد چتر Umbrella number	وزن خشک بذر Seed dry weight	وزن خشک بوته Plant dry weight	تعداد روز تا گلدهی Day to flowering	درصد اسانس بذر Seed essential oil percentage	درصد اسانس اندام هوایی Shoot essential oil percentage	عملکرد اسانس بذر Seed essential oil yield
بلوک Block	2	440.1^{**}	0.59^{ns}	12.3^{ns}	235.6^{ns}	339.1^{**}	11.4^{ns}	15.4^{ns}	112.3^{ns}
تاریخ کاشت Sowing Date	1	580.8^{**}	2.5^{ns}	79.7^{**}	2677.2^{**}	584.2^{**}	17.1^{ns}	16.1^{**}	179.7^{**}
خطا Error	2	210.5	4.6	11.4	286.7	110.6	18.7	19.7	11.4
نیتروژن Nitrogen	2	426.8^{**}	5.2^{**}	17.2^{**}	92.8^{ns}	6.8^{ns}	31.8^{**}	39.5^{**}	257.2^{**}
تاریخ× نیتروژن Date×Nitrogen	2	362.1^{**}	1.6^{**}	31.5^{**}	1356.7^{**}	377.1^{**}	28.2^{**}	37.2^{***}	111.5^{**}
خطا Error	8	42.7	0.21	7.1	100	15.5	2.3	6.2	7.1
C.V (%)		13.73	15.52	6.73	16.11	9.05	5.41	6.05	12.0

ns و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد

ns and**: non-significant and significant at 1% probability level

ادامه جدول ۲

Continued table 2

منابع تغییرات S.O.V	میانگین مربعات							
	عملکرد اسانس اندام هوایی Shoot essential oil yield	درصد استراگول بذر Seed estragol percentage	درصد استراگول اندام هوایی Shoot estragol percentage	درصد دی فنکون بذر Seed D-fenchone percentage	درصد دی فنکون اندام هوایی Shoot D-fenchone percentage	درصد آنتول بذر Seed anethole percentage	درصد آنتول اندام هوایی Shoot anethole percentage
بلوک Block	12.3^{ns}	7.1^{ns}	18.4^{ns}	102.1^{**}	92.1^{**}	132.2^{ns}	102.1^{ns}
تاریخ کاشت Sowing Date	709.6^{**}	956.1^{**}	187.4^{ns}	652.1^{**}	327.3^{**}	872.1^{**}	902.2^{**}
خطا Error	11.4	114.5	174.1	32.5	11.8	133.8	201.6
نیتروژن Nitrogen	298.3^{**}	583.1^{**}	303.5^{ns}	411.1^{**}	119.2^{**}	544.1^{**}	609.5^{**}
تاریخ×نیتروژن Date×Nitrogen	301.4^{**}	401.9^{**}	28.2^{**}	71.4^{**}	56.4^{**}	106.4^{**}	456.1^{**}
خطا Error	7.1	5.9	2.3	8.9	6.2	26.8	43.1
C.V(%)	7.51	3.84	9.10	4.12	5.06	3.68	7.01

ns و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد

ns and**: non-significant and significant at 1% probability level

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی تأثیر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر رشد، عملکرد دانه و اسانس گیاه رازیانه

Table 3- Mean comparison of the main effects of sowing date and nitrogen fertilizer on growth, seed yield and essential oil of fennel

فاکتور Factor		ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد چتر Umbrella number	وزن خشک بذر Seed dry weight (g m^{-2})	وزن خشک بوته Plant dry weight (g m^{-2})	تعداد روز تا گلدهی day to flowering	درصد اسانس بذر Seed essential oil percentage	درصد اسانس اندام هوایی Shoot essential oil percentage	عملکرد اسانس بذر Seed essential oil yield (g m^{-2})	عملکرد اسانس اندام هوایی Shoot essential oil yield (g m^{-2})
تاریخ کاشت Sowing date	6 November	92.7a	15.8a	80.01a	483.6a	161a	2.9a	3.35a	2.3a	16.1a
	22 November	82.25b	15.1a	61.5b	378.2b	142b	2.86a	2.8b	1.7b	10.5b
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg ha^{-1})	100	83b	15b	60.24b	390a	153b	2.4b	2.4b	1.3b	9.3b
	125	94a	15.6b	68.9b	410.06a	160a	3.2a	3.2a	2a	13.5a
	150	95.9a	23.2a	82.5a	412.2a	164a	3.33a	3.33a	2.3a	13.7a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح پنج درصد نمی‌باشند.

Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات اصلی تأثیر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر درصد مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده اسانس گیاه رازیانه

Table 4- Mean comparison of the main effects of sowing date and nitrogen fertilizer on the most important compounds of the essential oil of fennel

فاکتور Factor		درصد استراگول بذر Seed estragol (%)	درصد استراگول اندام هوایی Shoot estragol (%)	درصد دی فنکون بذر Seed De-fenchone (%)	درصد دی فنکون اندام هوایی Shoot De-fenchone (%)	درصد آنتول بدر Seed anthole (%)	درصد آنتول اندام هوایی Shoot anthole (%)
تاریخ کاشت Sowing date	6 November	14.4a	17.4a	11.9a	7.5a	36.3a	44.7a
	22 November	14a	17.1a	9.5b	6.1b	31.4b	39.9b
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg ha^{-1})	100	13.85b	17.25a	10b	6.45b	30.6b	40.1b
	125	14.5a	17.15a	11a	6.95a	36.2a	43.6a
	150	14.3a	17.25a	11.2a	7a	34.8a	43.3a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح پنج درصد نمی‌باشند.

Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تأثیر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر رشد، عملکرد دانه و اسانس گیاه رازیانه[1]

Table 5- Mean comparison of the interaction effects of sowing date and nitrogen fertilizer on growth, seed yield and essential oil of fennel[1]

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد چتر Umbrella number	وزن خشک بذر Seed dry weight (g m^{-2})	وزن خشک Plant dry weight (g m^{-2})	تعداد روز تا گلدهی day to flowering	درصد اسانس بذر Seed essential oil percentage	درصد اسانس اندام هوایی Shoot essential oil percentage	عملکرد اسانس بذر Seed essential oil yield (g m^{-2})	عملکرد اسانس اندام هوایی Shoot essential oil yield (g m^{-2})
Date1×Nitrogen1 تاریخ۱×نیتروژن ۱	89b	15.2b	64.4b	380.2b	153b	2.1b	2.84b	1.3b	10.7b
Date1×Nitrogen2 تاریخ۱×نیتروژن ۲	97.3a	15.7b	70.2b	442.5a	160a	2.9a	3.14a	2.2a	13.9a
Date1×Nitrogen3 تاریخ۱×نیتروژن ۳	96.7a	24.5a	81.2a	438.9a	164a	2.8a	3.12a	2.2a	13.6a
Date2×Nitrogen1 تاریخ۱×نیتروژن ۱	84c	14.8b	52.1c	307.7d	143c	2.2b	2.11d	1.1c	6.4e
Date2×Nitrogen2 تاریخ۱×نیتروژن ۲	90.7b	15.5b	55.9c	348.5c	152b	2.2b	2.34c	1.2c	8.1d
Date2×Nitrogen3 تاریخ۱×نیتروژن ۳	91.1b	17.6b	62.6b	357.4c	153b	2.3b	2.75b	1.4b	9.8c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح پنج درصد نمی‌باشند.

Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

۱: تاریخ ۱ و ۲ به‌ترتیب ۱۵ آبان و ۱ آذر می‌باشد. نیتروژن ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار است.

1: Date 1 and 2 are 6 November and 22 November .N1, 2 and 3, respectively 100, 125 and 150 kg urea per hectare.

نتایج جدول 4 حاکی از آن است که وزن خشک بذر در مترمربع تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن افزایش یافت. اثر متقابل تاریخ کاشت و مصرف نیتروژن نشان داد بیشترین وزن خشک دانه تحت تأثیر تیمار تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (81/2 گرم در متر مربع) و کمترین وزن خشک بذر در تاریخ کاشت اول آذر و مصرف 125 و 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (به‌ترتیب 52/1 و 55/9 گرم در متر مربع) دیده شد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی رازیانه در تیمارهای تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 125 و 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به میزان 442 و 438 گرم در متر مربع دیده شد (جدول 5).

درصد و عملکرد اسانس بذر و اندام هوایی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که درصد و عملکرد اسانس بذر و اندام هوایی رازیانه تحت تأثیر تاریخ کاشت، نیتروژن و اثر متقابل تاریخ کاشت و نیتروژن قرار گرفت (به‌جز تأثیر تاریخ کاشت بر درصد اسانس بذر رازیانه که معنی‌دار نشد). تاریخ کاشت تأثیری بر درصد اسانس بذر رازیانه نداشت اما تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد اسانس بذر معنی‌دار بود (جدول 3). بیشترین عملکرد اسانس بذر، درصد اسانس اندام هوایی و عملکرد اسانس اندام هوایی در تاریخ کاشت 15 آبان به‌ترتیب به میزان 2/3 گرم در متر مربع، 3/3 درصد و 16/1 گرم در متر مربع دیده شد. نتایج جدول 3 بیانگر آن است که افزایش مصرف کود نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار درصد اسانس و عملکرد اسانس بذر رازیانه شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و تاریخ کاشت نشان داد بیشترین درصد اسانس بذر رازیانه در تیمارهای تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 125 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان 2/9 درصد دیده شد. بیشترین میزان عملکرد اسانس بذر رازیانه نیز در همین تیمار به میزان 2/2 گرم در متر مربع دیده شد (جدول 4). بیشترین عملکرد اسانس اندام هوایی رازیانه در تیمارهای تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 125 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان 13/9 گرم در متر مربع دیده شد. کمترین عملکرد اسانس اندام هوایی رازیانه تحت تأثیر تاریخ کاشت اول آذر و مصرف 100 کیلوگرم نیتروژن به میزان 6/4 گرم در مترمربع دیده شد (جدول 4).

تغییرات ترکیبات استراگول (Estragol)، دی- فنکون (D-Fenchone) و آنتول (Anethole) در بذر و اندام هوایی

نتایج جدول 2 نشان‌دهنده تأثیر تاریخ کاشت و مصرف کود نیتروژن بر تغییرات درصد استراگول، دی- فنکون و آنتول بذر و اندام هوایی رازیانه است. نتایج جدول 6 تغییرات درصد ترکیبات استراگول، دی- فنکون و آنتول عصاره بذر و اندام هوایی رازیانه تحت تأثیر تاریخ کاشت و کود نیتروژن را نشان می‌دهد. آنتول بیشترین درصد اجزای تشکیل‌دهنده اسانس را به‌خود اختصاص داد. بیشترین درصد آنتول بذر و اندام هوایی در تاریخ کاشت 15 آبان و تحت تأثیر مصرف 125 کیلوگرم بر هکتار کود اوره به میزان بیش از 39 درصد (بذر) و 45 درصد (اندام هوایی) به‌دست آمد. بیشترین درصد استراگول بذر در تاریخ کاشت 15 آبان و تحت تأثیر مصرف 125 و 150 کیلوگرم بر هکتار کود اوره به میزان بیش از 14 درصد به‌دست آمد. تغییرات درصد استراگول اندام هوایی رازیانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. بیشترین درصد دی فنکول بذر و اندام هوایی در تاریخ کاشت 15 آبان و تحت تأثیر مصرف 125 و 150 کیلوگرم بر هکتار کود اوره مشاهده شد (جدول 6).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که تاریخ کاشت و مصرف کود نیتروژن با تأثیرگذاری بر صفاتی مانند طول دوره رویشی، عملکرد بذر و اندام هوایی و تغییرات درصد اسانس منجر به تغییر در درصد و عملکرد اسانس بذر و اندام هوایی رازیانه شد. نتایج بیانگر آن است که تأخیر در کاشت رازیانه سبب کاهش ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی و وزن خشک اندام هوایی رازیانه شد. مصرف کود نیتروژن به مقدار 125 و 150 کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت اول آذر هرچند سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی رازیانه شد. اما بیشترین مقدار ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی در تاریخ کاشت 15 آبان مشاهده شد. محققین گزارش نمودند که رعایت تاریخ کاشت در گیاه بادرشبویه سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی این گیاه می‌شود زیرا فرصت کافی برای استفاده از عوامل محیطی برای گیاه فراهم است (Davazdahemami *et al.*, 2008).

مطالعه تأثیر تاریخ کاشت بر رشد و گلدهی بابونه نشان داد تأخیر در کشت بابونه با تأثیر منفی بر رشد و کاهش طول دوره رشد بابونه سبب کاهش رشد رویشی و وزن خشک اندام هوایی بابونه شد (Ebadi *et al.*, 2009; Haj Seyed Hadi *et al.*, 2002). نتایج آزمایش حاضر بیانگر آن است که افزایش مصرف کود نیتروژن در تاریخ کاشت 15 آبان سبب افزایش تعداد چتر در بوته رازیانه شد که دلیل این امر افزایش رشد رویشی و تعداد شاخه‌های جانبی در مقایسه با هنگامی است که مقادیر کمتری از کود نیتروژن مصرف شد.

افزایش مصرف کود نیتروژن در تاریخ کاشت اول آذر تأثیری بر تعداد چتر در بوته نداشت. افزایش منابع نیتروژن قابل دسترس گیاه رازیانه سبب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه‌های فرعی و درنتیجه تعداد چتر در گیاه شد (Moradi *et al.*, 2009). افزایش مصرف کود نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی و عملکرد کمی گشنیز شد (Zheljazkov *et al.*, 2008).

جدول 6- مقایسه میانگین اثر متقابل تأثیر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر درصد مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده اسانس گیاه رازیانه[1]

Table 6- Mean comparison of the interaction effects of sowing dateand nitrogen fertilizer on the most important compounds of the essential oil offennel[1]

تیمار Treatment	درصد استراگول بذر Seed estragol (%)	درصد استراگول اندام هوایی Shoot estragol (%)	درصد دی فنکون بذر Seed De-fenchone (%)	درصد دی فنکون اندام هوایی Shoot De-fenchone (%)	درصد آنتول بذر Seed anthole (%)	درصد آنتول اندام هوایی Shoot anthole (%)
Date1×Nitrogen1 تاریخ1×نیتروژن 1	13.6b	17.4a	10.7b	6.8b	32.1b	43b
Date1×Nitrogen2 تاریخ1×نیتروژن 2	14.9a	17.3a	12.9a	7.9a	39.7a	45.9a
Date1×Nitrogen3 تاریخ1×نیتروژن 3	14.7a	17.4a	12.2a	7.9a	37.1a	45.1a
Date2×Nitrogen1 تاریخ2×نیتروژن 1	14.1b	17.1a	9.3c	6.1c	29.1c	37.1d
Date2×Nitrogen2 تاریخ2×نیتروژن 2	14.1b	17.1a	9.1c	6.0c	32.7b	41.3c
Date2×Nitrogen3 تاریخ2×نیتروژن 3	13.9b	17.1a	10.1b	6.1c	32.5b	41.5c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح پنج درصد نمی‌باشند.

Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

1: تاریخ 1 و 2 به‌ترتیب 15 آبان و 1 آذر می‌باشد. نیتروژن 1، 2 و 3 به‌ترتیب 100، 125 و 150 کیلوگرم کود اوره در هکتار است.

1: Date 1 and 2 are 6 November and 22 November. N1, 2 and 3, respectively 100, 125 and 150 kg urea per hectare

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که در هر دو تاریخ کاشت مصرف 150 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن سبب افزایش عملکرد بذر رازیانه در متر مربع در مقایسه با سطوح کمتر نیتروژن شد و بیشترین وزن خشک بذر در تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان 81/2 گرم در متر مربع به‌دست آمد (جدول 5). افزایش وزن خشک بذر در نتیجه اثر تیمار را می‌توان ناشی از فرصت کافی برای رشد رویشی و تشکیل تعداد شاخه‌های فرعی ایجادکننده چتر در مقایسه با تاریخ کاشت اول آذر ماه دانست. همچنین گیاهانی که در 15 آبان کاشته شدند قبل از فرارسیدن سرمای دی ماه تا اوایل بهمن ماه خوزستان رشد رویشی کافی داشتند و با مناسب شدن دمای هوا از اواسط بهمن رشد رویشی خود را از سر گرفتند و از منابع کود نیتروژن که در اختیارشان قرار گرفت استفاده بهتری نمودند در حالی‌که گیاهانی که در اول آذر ماه کاشته شدند رشد رویشی کمتری داشتند و تعداد شاخه جانبی و در نتیجه چتر کمتری تولید نمودند. در واقع تأخیر در کاشت رازیانه موجب می‌شود که گیاه قبل از آن‌که فرصت کافی برای رشد رویشی داشته باشد وارد دوره زایشی شود و نتواند از عوامل محیطی به نحو مناسبی استفاده نماید. محققین بیان نمودند کشت گیاه بابونه در ابتدای پاییز در شرایط آب و هوایی مشهد منجر به رشد رویشی کافی و گلدهی مناسب این گیاه شد اما گیاهان کاشته شده در بهار هرچند رشد رویشی کمتری داشتند اما از درصد اسانس بیشتری برخوردار بودند (Ebadi *et al*., 2009). بررسی تأثیر مصرف نیتروژن بر عملکرد گل گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis*) نشان داد مصرف نیتروژن عملکرد گل خشک را بیش از 100 کیلوگرم در هکتار در مقایسه با عدم کاربرد کود نیتروژن افزایش داد زیرا منجر به افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و وزن گل شد (Pop *et al*., 2007).

بیشترین درصد و عملکرد اسانس بذر و اندام هوایی رازیانه در تاریخ کاشت 15 آبان و تحت تأثیر مصرف 125 و 150 کیلوگرم بر هکتار کود اوره به‌دست آمد. البته تفاوت معنی‌داری میان این دو سطح نیتروژن دیده نشد. این موضوع نشان می‌دهد که فرصت کافی برای رشد گیاه رازیانه در کنار مصرف مقادیر مناسب کود نیتروژن در افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه در خوزستان نقش به‌سزایی دارد. محققین رعایت تاریخ کاشت و تغذیه مناسب با منابع نیتروژن را در افزایش درصد اسانس و عملکرد گیاهان دارویی مؤثر دانستند (Davazdahemami *et al*., 2008; Ebadi *et al*., 2009). در تحقیق حاضر افزایش مصرف کود اوره سبب افزایش درصد اسانس در دانه و اندام هوایی شد که با نتایج سایر محققان روی رازیانه و نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) همخوانی دارد (Khan and Azam,1999; Jeliazkova, 1999). افزایش عملکرد اسانس بذر و اندام هوایی رازیانه در تاریخ کاشت 15 آبان در مقایسه با اول آذر را می‌توان وجود فرصت کافی برای رشد، تولید شاخه‌های فرعی و تعداد چتر (برای تولید دانه)، افزایش وزن خشک اندام هوایی و افزایش درصد اسانس بذر و اندام هوایی دانست. افزایش نیتروژن قابل دسترس گیاه رازیانه سبب افزایش عملکرد کمی بذر این گیاه و

درنتیجه افزایش عملکرد اسانس در واحد سطح شد (Moradi *et al*.,2009). افزایش مصرف کود نیتروژن هرچند تغییرات کمی در مقادیر اسانس شوید داد اما در مجموع سبب افزایش درصد اسانس و در نتیجه عملکرد اسانس شوید شد (Bist *et al*., 2000). افزایش مصرف کود اوره در زراعت گیاه دارویی بابونه منجر به افزایش درصد اسانس، عملکرد رویشی و عملکرد اسانس گیاه بابونه شد (Omid beigi and Hassani Malayeri, 2007).

از نتایج این آزمایش بر می‌آید که هم تاریخ کاشت و هم مقدار نیتروژن بر اجزای تشکیل‌دهنده اسانس رازیانه تأثیرگذار بودند. نتایج بررسی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس بذر و اندام هوایی گیاه رازیانه نشان داد بیشترین درصد استراگول، دی فنکون و آنتول بذر و اندام هوایی رازیانه (به‌استثنای استراگول اندام هوایی) در تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 125 و 150 کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌دست آمد که البته بین این دو سطح کود تفاوت معنی‌داری دیده نشد. در تاریخ کاشت اول آذر نیز افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار مقادیر دی فنکون بذر و آنتول بذر و اندام هوایی رازیانه شد. در زراعت گیاهان دارویی علاوه بر درصد اسانس، کیفیت اسانس و ترکیبات تشکیل‌دهنده آن نیز اهمیت خاصی دارند. محققین با بررسی اسانس رازیانه مشاهده نمودند آنتول، دی فنکون و استراگول بیشترین بخش اجزای اسانس رازیانه را به خود اختصاص دادند که با تحقیق حاضر همخوانی دارد (Jamshidi *et al*., 2004). مصرف کود اوره سبب افزایش آنتول و کاهش دی فنکون رازیانه شد (Khan and Azam, 1999). افزایش مقدار اسانس بذر انیسون تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن گزارش شده است (Iran Nejad and Resam, 2002). بررسی تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر اجزای اسانس زنیان نشان داد که واکنش اجزای اسانس زنیان به مقادیر کم کود اوره واکنش نشان می‌دهد و افزایش می‌یابند اما مصرف بیشتر کود اوره تأثیری بر این ترکیبات ندارد (Akbari Niya *et al*., 2003).

با توجه به نتایج آزمایش حاضر می‌توان گفت تأخیر در کشت گیاه رازیانه در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان احتمالاً منجر به کاهش رشد و عملکرد اسانس این گیاه دارویی می‌شود. با توجه به اینکه در زمینه گیاهان دارویی عملکرد اسانس در واحد سطح و اجزای تشکیل‌دهنده اسانس مهم می‌باشند می‌توان گفت بهترین تیمار جهت افزایش عملکرد و کیفیت اسانس بذر و اندام هوایی گیاه رازیانه در شمال خوزستان تاریخ کاشت 15 آبان و مصرف 125 کیلوگرم بر هکتار کود نیتروژن می‌باشد. با توجه به متغیر بودن شرایط آب و هوایی، پیشنهاد می‌گردد این تحقیق حداقل در یک دوره سه ساله و با تغییر منابع تأمین نیتروژن انجام گردد تا نتایج جامع‌تری حاصل گردد.

References

1. Adams, R. P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromography/mass spectroscopy carol stream, Allured publishing crop pp: 465-456.
2. Ahmadi, L., and Mirza, M. 2009. The effect ofthe different stages of growth and harvest time on the chemical composition of essential oil of *Salvia nemorosa* L. Journal of Scienceand Technology of Agriculture and Natural Resources 3 (2): 93-99. (in Persian with English abstract).
3. Ahvazi, M., Rezvani Aghdam, A., and Habibi Khaniani, B. 2010. Seed of medical plants (morphology, physiology and medicinal properties). Vol 1. Jahad Daneshgahi Press. 228 p. (in Persian).
4. Akbari Niya, A., Ghalavand, A., Sefidkan, F., Rezaei, M. B., and Sharifi Ashorabadi, A. 2003. The effect of chemical fertilizers, manure and combination of yield and essential oil compounds Bishop. Research and development 61: 32-42. (in Persian with English abstract).
5. Anonymous, 2010. Meteorological data, Meteorological station, Shoushtar.
6. Bagheri, M., Golparvar, A., Shirani Rad, A. H., Zeinali, H., and Jafarpour, M. 2008. Effects of sowing date and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics German chamomile in Isfahan condition. Journal of Agricultural Sciences 4 (1): 12-20. (in Persian with English abstract).
7. Baydar, H., and Baydar, N. G. 2005. The effects of harvest date, fermentation duration and Tween treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rosa damascena* Mill.). Industrial Crops and Products 21: 251-255.
8. Bist, L. D., Kewaland, C. S., and Pandey, S. 2000. Effect of planting geometry and N levels on growth yield and qualit of Europen oil, Inian J. hart. 57 (4): 351-355.
9. Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M. R., and Mazaheri, D. 2008. Comparison of biological yield, essential oil content and composition and phenological stages of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) in three planting dates. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24 (3): 263-270. (in Persian with English abstract).
10. Ebadi, M., Azizi, M., Omidbaigi, R., and Hassanzadeh Khayyat, M. 2009. The effect of sowing date and seeding levels on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita* L.) CV. Presov. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25 (3): 296-308. (in Persian with English abstract).

11. Haj Seyed Hadi, M. R., Khodabande, N., Yasa, N., and Darzi, M. T. 2002. The effect of planting date and plant density on yield and amount of active ingredient of chamomile flowers. Iranian Journal of Crop Sciences 4 (3): 208-217. (in Persian with English abstract).
12. Iran Nejad, H., and Resam, Gh. 2002. The effect of different amounts of nitrogen and phosphorus on yield and seed oil Anise. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 9 (1): 93-101. (in Persian with English abstract).
13. Jamshidi, A. H., Shams Ardakani, M., Haji Akhondi, A., and Abdi, H. 2004. The effect of time onv olatile oil extraction plant fennel. Journal of Medicinal Plants 11: 68-73. (in Persian with English abstract).
14. Jeliazkova. 1999. NPK fertilizer and yield of peppermint. Acta Horticulture 505: 231-236.
15. Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology 93: 307-311.
16. Khan, M. M., and Azam, Z. M. 1999. Change in the essential oil conostituents of Foeniculum vulgare in relation of basal and foliar afflication of nitrogen and phosphorus. Journal of Plant Nutrition 11: 2205-2515.
17. Letchamo, W., and Marquard, R. 1993. The pattern of active substances accumulation in chamomile genotypes under different growing condition and harvesting frequencies. Acta Horticulture 331: 357- 361.
18. Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., and Lakzian, A. 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Journal of Agricultural Research 7 (2): 625-635. (in Persian with English abstract).
19. Omid beigi, R., and Hassani Malayeri, S. 2007. Effects of nitrogen fertilization and planting density on the bull's eyechamomile cultivar Zardband. Journal of Agricultural Sciencesof Iran 38 (2): 303-309. (in Persian with English abstract).
20. Pop, G., Pirsan, P., Mateoc-sirb, N., and Mateoc, T. 2007. Influence of technological elements on yield quantity and quality in marigold (*Calendula officinalis* L.) cultivated in cultural conditions of Timisoara. 1st International Scientific Conference on Medicinal, Aromatic and Spice Plants: Nitra, 20-23.
21. Rahmati, M., Azizi, M., Hassanzadeh Khayat, M., and Nemati, H. 2009. The effect of different levels of density and nitrogen on morphological traits, yield, chamomile essential oil and chamazulene. Agricultural Sciences and Technology 23 (1): 27-35. (in Persian with English abstract).
22. Zheljazkov, L., Pickett, K., Caldwell, C., Pincock, J., Roberts, J., and Mapplebeck, L. 2008. Cultivar and sowing date effects on seed yield and oil composition of coriander in Atlantic Canada. Industrial Crops and Products 28 (1): 88-94.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 4, Winter. 2018, p. 811-822

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد 15، شماره 4، زمستان 1396، ص. 822-811

The Effect of Sowing Date and Nitrogen fertilizer on Growth, Essential Oil and Essential Oil Compounds of Fennel (*Foeniculum vulgare*) under Shoushtar Condition

R. Farhoudi[1*]- Z. Khodarahmpour[1]

Received: 06-03-2016
Accepted: 09-11-2016

Introduction

Nowadays, the phytochemical constituents of medicinal plants have received much attention due to their potential use in nutraceuticals and drug industries. Spices and herbs are part of daily food intake across many regions of the world. They have been used as natural sources of flavorings and preservatives. Recently the use of medicinal plants and their derived products in the pharmaceutical and healthcare industry has seen rapid development in recent years. As the other crops, the increase in seed and active ingredient yield of medicinal herbs is influenced by genetic and environmental parameters. Although genetic factors play a significant role in the development of the essential oil of medicinal plants, should also be aware of the role of climatic factors and crops in the field. Therefore, medicinal plants dry matter production and its essential oils are controlled by environmental factors, conditions, sowing date, planting? fertilizing and harvesting time. Researches indicated stated that nitrogenous fertilization and sowing time increased yield by increasing hydrocarbon production owing to the development of shoots and the expansion of carbon-absorbing surface. Therefore to determine the effective N-fertilization level and plant sowing date for Fennel (*Foeniculum vulgare*) an experiment was carried out to increase the yield of anthodium flowers and content of essential oil.

Materials and Methods

Field experiment was carried out at the research farm of Islamic Azad University, Shoushtar branch (Shoushtar located in the north of Khouzestan), in Iran during 2010-2011. The experiment was conducted on a split plot design based on randomized completely block design with three replications. The plant sowing date (November, 6 and 22) and Urea^{TM} fertilizer (%46) (100, 125 and 150 kg ha^{-1}) allocated to main plot and sub plot, respectively. For identification of components, Agilent gas chromatography model 6890 N, equipped with MSD model 5973 N and fused silica capillary column (HP-5MS, 30m- 0.25mm) were used for qualitative and quantitative analysis of oils. The GC oven temperature was held at 50 °C for 5 min, then programmed from 50 °C to 240 °C at a rate of 3 °C min-1 and from 240 °C to 290 °C at a rate of 5 °C min-1, held for 2 min at 290 °C, using the gas as the carrier (1.0 ml min^{-1}). The temperature of injector and detector were 240 °C and 280 °C, respectively. The percentage composition of the essential oils was computed from GC peak areas without using any correction factors. Qualitative analysis was based on comparison of retention times and indices on both columns and mass spectra using computer mass spectra libraries model Agilent Technologies 5973 Network and corresponding data available in the literature.

Results and Discussion

Growth and essential oil yield of Fennel seed and shoot significantly influenced by sowing date and N fertilizer. Results of interaction the effect of sowing date and nitrogen fertilizer showed 6 November sowing date and 125 and 150 Urea fertilizer increase shoot dry weight (442.5 and 438.9 g m^{-2}), seed essential oil percentage (2.9 and 2.8%), shoot essential oil percentage (3.14 and 3.12%), seed essential oil yield (2.2 g m^{-2}) and shoot essential oil yield (13.9 and 13.6 g m^{-2}). Anatole had the highest percentage of essential oil components. Highest percentage of seed and shoot of anatole obtained from samples from plants sowing on November 6th and fertilized with Urea 125kg per hectare under the influence of urea fertilizer by more than 39 percent of (seed) and 45% (shoots), respectively. The highest percentage of seed estragole obtained from plants sowing on 22November and under 125and150 Urea kg per hectare, respectively. Fennel shoot estragole percentages were

1- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Shoushtar Branch, Shoushtar, Iran

(*- Corresponding Author Email: rfarhoudi@gmail.com)

not affected by various treatments. Highest of seed and shoot De-fench one percentages were observed.in planting of 6 November and125 and 150kg per hectare under the influence of urea.

Conclusions

The results of these experiment revealed that the sowing date and nitrogen content affected the constituents of the essential oil of fennel. Results showed that delaying sowing date under the North of Khuzestan weather conditions leading to reduced growth and yield of essential oil. According to the results, the most suitable sowing date and N fertilizer for Fennel under north of Khuzestan province condition are 6 November and 125 kg ha^{-1} Urea™ fertilizer.

Kaywords: Anethole, Dry weight, Estragol, Umbrellanumber