نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۶۶۰-۶۵۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 4, Winter 2017, P. 651-660
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر تراکم بوته و کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه، میزان و عملکرد اسانس گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* L.)

سید علی طباطبایی[1*] - احسان شاکری[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۲

چکیده

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ به منظور بررسی اثر تراکم بوته و کاربرد کود نیتروژن بر ویژگی‌های مختلف گیاه دارویی زنیان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل تراکم بوته در سه سطح (۶۰،۱۲۰و۱۸۰ بوته در متر مربع) و کود نیتروژن نیز در سه سطح شامل مقادیر ۶۰،۹۰و۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (به صورت اوره ۴۶ درصد نیتروژن خالص) بود. حداکثر تعداد چتر در بوته (۲۵/۲۷)، تعداد شاخه‌های گل دهنده (۷/۷۷)، اندازه قطر تاج پوشش گیاه (۳۲ سانتی‌متر)، عملکرد دانه (۳۰۱/۴ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۱۲/۴۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۶۰ بوته در متر مربع به دست آمد. در بین تیمارهای مورد بررسی فقط کاربرد نیتروژن بر درصد اسانس معنی‌دار بود به‌طوری‌که کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین درصد اسانس (۴/۰۷) را تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: تعداد چتر در بوته، تعداد شاخه‌های گل‌دهنده، قطر تاج پوشش گیاه

مقدمه

گیاهان دارویی از منابع ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که شناخت و کشت و پرورش علمی آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و جلوگیری از فرسایش ژنتیکی گونه‌های دارویی ارزشمند به علت برداشت غیر اصولی آن‌ها از رویشگاه‌های طبیعی داشته باشند (۲۴). از نگاه دیگر و از نقطه نظر اقتصادی، توجه به توسعه تولیداتی مانند گیاهان دارویی ضمن بهبود وضعیت داخلی، سبب افزایش صادرات غیر نفتی و در نتیجه کاهش اتکا به درآمدهای نفتی می‌شود (۲۳). همانند دیگر گیاهان، شاخص‌های رشدی گیاهان دارویی نیز تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی است که در این میان اگرچه مواد مؤثره و ترکیب ذخیره این گیاهان بیشتر به صورت ژنتیکی کنترل می‌شود، اما همانند عملکرد کمی، تحت تأثیر شرایط محیطی، عناصر غذایی و سایر فاکتورهای زراعی قرار می‌گیرد (۱۵).

در بین گیاهان دارویی، زنیان (*Carum copticum* L.) متعلق به تیره چتریان[3] و دارای اسانس روغنی است که حاوی تیمول، پارا-سیمن، آلفا پینن و ترپینن است، همچنین غنی از ترکیبات مونوترپنی است که می‌توان از آن به عنوان عامل ضد میکروبی طبیعی در صنایع غذایی و داروسازی بهره برد (۱۴). از نظر مصارف پزشکی در طب سنتی از بذر و ریشه آن استفاده می‌شده و به عنوان زیاد کننده تنفس و کاهش ترشح اسید معده به کار می‌رفته است (۲۲). در طب مدرن نیز به عنوان ضد عفونی کننده قوی، تقویت جهاز هاضمه و در مصرف خارجی به منظور درمان رماتیسم به کار می‌رود (۷). همچنین گزارش شده است که که از اسانس این گیاه در دفع برخی آفات هم استفاده می‌شود (۳۴). به طور کلی بررسی منابع نشان می‌دهد که تاکنون تحقیقاتی در زمینه ارائه روش‌های مناسب به زراعی از جمله تنظیم صحیح تراکم بوته، تغذیه مناسب و دیگر موارد محیطی در زمینه پرورش گیاهان دارویی مختلف انجام شده ولی این پژوهش‌ها در مورد گیاه زنیان بسیار اندک بوده است (۷). قیلاوی‌زاده و همکاران (۱۳) گزارش کردند افزایش مصرف کودهای تأمین کننده نیتروژن و تراکم بوته از ۱۲/۵ به ۲۵ بوته در مترمربع باعث افزایش

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی دکترا، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Tabataba4761@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.36944

3-Apiaceae

معنی‌دار عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس گیاه زنیان شد. همین محققین در بررسی دیگری تأثیر معنی‌دار تراکم بوته و کودهای تأمین کننده نیتروژن بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته و تعداد چتر در بوته را گزارش نمودند (۱۲). وحیدی‌پور و همکاران (۳۷) نیز در بررسی خود نشان دادند مصرف کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد گیاه زنیان شد. در پژوهشی که توسط برومندرضازاده و همکاران (۴) در زمینه اثر تراکم بوته بر گیاه زنیان انجام شد، این پژوهش‌گران نشان دادند بهترین تراکم جهت حصول حداکثر عملکرد دانه و اسانس و همچنین درصد اسانس، تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بود که البته فاقد اختلاف معنی‌دار با تراکم ۷۰ بوته در مترمربع بود.

دادوند سراب و همکاران (۵) بیان نمودند که افزایش تراکم بوته و نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس گیاه ریحان[1] داشت. در پژوهش دیگری نیز مشخص شد که افزایش تراکم بوته در گیاه بابونه رقم بودگلد[2] باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گل خشک و عملکرد اسانس شد. در همین تحقیق نیز نشان داده شد که کاربرد کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) عملکرد گل خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس را افزایش داد (۳۲). گنجعلی و همکاران (۱۱) گزارش کردند که افزایش تراکم بوته و مصرف نیتروژن شاخص‌های مختلف گیاه همیشه بهار[3] را افزایش داد. در پژوهش دیگری که توسط حسین‌پور و همکاران (۱۸) بر روی گیاه آنیسون[4] انجام شد، مشخص شد که افزایش تراکم بوته از ۱۲/۵ به ۲۵ بوته در متر مربع، عملکرد دانه و عملکرد اسانس و افزایش تأمین نیتروژن نیز تعداد چترک در بوته، عملکرد دانه و عملکرد اسانس را افزایش داد. این در حالی است که اکبری‌نیا و همکاران (۱) و موسوی و همکاران (۲۴) در بررسی‌های خود نشان دادند افزایش تراکم بوته بیشتر از حد معمول باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد بترتیب در گیاه گشنیز[5] و اسفرزه[6] شد.

در کل با توجه به اهمیت تأثیر تنظیم صحیح تراکم بوته و تعیین مناسب‌ترین میزان مواد غذایی در کمیت متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی و نظر به اهمیت گیاه دارویی زنیان و مصرف آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی و بهداشتی و همچنین با عنایت به اینکه تحقیقات اندکی در زمینه مدیریت کشت این گیاه بویژه در تراکم‌های بالاتر در مناطق مختلف ایران صورت گرفته است، پژوهش حاضر به منظور دستیابی به بهترین تراکم کاشت و سطح مصرف نیتروژن در منطقه یزد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار و تابستان ۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد با موقعیت طول جغرافیایی ۵۵ دقیقه و ۵۲ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۵۲ دقیقه و ۲۹ درجه شمالی با ارتفاع ۱۲۲۰ متر از سطح دریا اجرا شد. پس از انتخاب زمین مناسب جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نسبت به نمونه گیری مرکب از خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری اقدام شد که نتایج آزمون خاک در جدول ۱ بیان شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورها شامل کود نیتروژن (منبع اوره) در سه سطح ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و فاکتور دیگر شامل تراکم بوته در سه سطح ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ بوته در مترمربع بود. زمین مورد استفاده پس از آماده‌سازی، شخم زدن و تسطیح به وسیله‌ی تراکتور، کرت‌بندی شد. ابعاد کرت‌ها ۲×۶ متر و فاصله بین کرت‌ها نیز،۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت کود فسفر به مقدار۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع فسفات آمونیوم وکود پتاسیم به مقدار ۱۵۰کیلوگرم در هکتاراز منبع سولفات پتاسیم (بر اساس آزمون خاک) مصرف گردید.

کود نیتروژن نیز به شکل اوره در دو مرحله یکی در زمان کاشت و مرحله دوم در اوایل گلدهی به صورت تقسیط در اختیار گیاه قرار گرفت. بذر گیاه زنیان مورد استفاده در این تحقیق از شرکت پاکان اصفهان، با درصد خلوص ۹۸درصد و وزن هزار دانه ۲/۸۷ گرم تهیه شد. کاشت بذور در تاریخ ۲۴ فروردین ماه ۱۳۹۱ در عمق ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر خاک انجام شد.

لازم به ذکر است که بذرها به علت ریز بودن، باماسه بادی نرم جهت بهتر جوانه زدن پوشیده شدند. بلافاصله پس از کاشت زمین آبیاری گردید. آبیاری تا زمان برداشت بسته به نیاز گیاه به صورت غرقابی و مبارزه با علف‌های هرز بطور منظم در مراحل مختلف رشد گیاه و بویژه در مراحل اولیه که جوانه‌زنی و رشد زنیان بطئی و کند بود، بصورت وجین دستی انجام شد. دو هفته پس از سبز شدن و جوانه‌زدن بذور، در مرحله‌ی ۳ تا ۴ برگی شدن بوته‌ها، اقدام به تنک کردن شد که در همین مرحله تیمارهای تراکم بوته در هر کرت اعمال گردید. در هر واحد آزمایشی دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به عنوان اثر حاشیه‌ای در زمان برداشت حذف شدند. ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد چتر در هر بوته، تعداد شاخه‌های گل دهنده و قطر تاج پوشش گیاه برداشت گردید. برای بدست آوردن عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس یک مترمربع از هر واحد آزمایشی برداشت شد.

1- *Ocimum basilicum*
2- *Matricaria recutita*
3- *Calendula officinalis*
4- *Pimpinella anisum*
5- *Cariandrum Sativum*
6- *Plantago ovate*

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

Table1-Soil analysis of field site

بافت خاک Soil texture	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	pH	O.C (%)	N (%)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	عمق نمونه گیری Soil depth (cm)
لومی شنی Sandy-Loam	20	13.4	66.6	3.04	7.33	0.115	0.02	84	7	0-30

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر شاخص‌های مورد بررسی گیاه دارویی زنیان

Table 2- ANOVA of the effect of nitrogen and plant density levels on raits of *Carum copticum* L.

منابع تغیرات S.O.V	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات Means of Square						
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد چتر در بوته Umbels/Plant	تعداد شاخه‌های گل‌دهنده Flowering branches	اندازه قطر تاج پوشش گیاه Diameter of top of plant	درصد اسانس Essential oil content	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد اسانس Essential oil yield
بلوک Block	2	10.424	4.417	0.22	11.887	0.336	38.476	1.138
نیتروژن Nitrogen levels	2	237.303**	36.424**	2.803**	43.337**	0.791*	35592.115**	49.840**
تراکم Plant density	2	153.707**	135.235**	6.967**	234.134**	0.212^{ns}	28707.469**	53.278**
Nitrogen × Plant density	4	19.710**	29.581**	1.962**	4.859**	0.363^{ns}	5200.770**	15.524**
خطا Error	16	2.550	2.408	0.362	5.352	0.211	51.521	1.040

ns: غیر معنی‌دار، *و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱درصد

ns: Non significant, *and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

بذور برداشت شده در جریان هوا و در سایه کاملاً خشک شده، سپس بوجاری و تمیز شدند و عملکرد بذر در هر هکتار محاسبه گردید و مجدداً بذور هر تیمار به طور جداگانه در پاکت‌های کاغذی جهت استخراج و اندازه‌گیری میزان اسانس بسته‌بندی شدند. استخراج اسانس توسط دستگاه اسانس‌گیر (کلونجر[1]) استفاده شد. بدین ترتیب که مقدار ۱۰۰ گرم از دانه زنیان پس از خرد شدن همراه با ۱ لیتر آب مقطر در درون بالن قرار داده شد و به مدت سه ساعت جوشانده و ۳۰ دقیقه پس از قطع جریان حرارت، عمل خارج نمودن و اندازه‌گیری اسانس انجام شد (۲۶). در نهایت داده‌ها را وارد نرم افزار Excel نموده و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و تراکم بوته در جدول ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج حاصل از نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر کود نیتروژن بر ارتفاع بوته، تعداد گل اذین در بوته، تعداد شاخه‌های گل دهنده، اندازه قطر تاج پوشش گیاه ، عملکرد دانه و عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) و بر درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0/05$) معنی‌دار بود. اثر تراکم بوته و همچنین اثر متقابل دو فاکتور نیز بر کلیه شاخص‌های مورد بررسی (به استثنای درصد اسانس) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

1-Clevenger

صفات مورفولوژیک

نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمارهای ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تراکم ۱۸۰ بوته در مترمربع بترتیب با ۳۲/۴ و ۳۰/۹ سانتیمتر بیشترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۳). افزایش کود نیتروژن سبب تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده و در نتیجه موجب تقسیم و بلند شدن سلول‌های گیاهی می‌گردد که ماحصل آن افزایش ارتفاع بوته است (۳۵). با افزایش تراکم، ارتفاع بوته افزایش معنی‌داری یافت که این نتایج پیش از این نیز توسط محققین دیگری در گیاهان مختلف گزارش شده است (۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۳۳ و ۳۶).

گزارش شده است دلیل اصلی افزایش ارتفاع بوته در کشت‌های متراکم رقابت برای دسترسی به نور می‌باشد (۲۸). نتایج اثر متقابل داده‌ها نیز نشان داد که در تراکم‌های مختلف، با مصرف کود اوره ارتفاع بوته افزایش یافت بطوریکه بیشترین ارتفاع بوته (۳۹/۱۷ سانتی‌متر) در تراکم ۱۸۰ بوته و با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد (شکل ۱).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح نیتروژن × تراکم بوته بر شاخص‌های مورد بررسی گیاه دارویی زنیان

Table 3- Interaction effects of nitrogen levels×plant density on *Carum copticum* L. traits

Traits صفات / Trt تیمار	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد چتر در بوته Umbels/Plant	تعداد شاخه‌های گل‌دهنده Flowering branches	اندازه قطر تاج پوشش گیاه Diameter of top of plant	درصد اسانس Essential oil content	عملکرد دانه Seed yield (Kg/ha)	عملکرد اسانس Essential oil yield (Kg/ha)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (Kg/ha)							
60	22.6 c	13.2 b	4.8 b	23.3 b	3.5 b	113.2 c	4.2 c
90	24.9 b	13.4 b	5.2 b	24.8 b	3.7 ab	184.3 b	6.9 b
120	32.4 a	16.8 a	5.9 a	27.6 a	4 a	238.6 a	8.9 a
تراکم بوته (بوته در مترمربع) Density (Plant/m^2)							
60	22.6 c	18.9 a	6.2 a	29.4 a	3.9 a	228.5 a	8.6 a
120	26.5 b	12.9 b	5.1 b	26.7 b	3.6 a	190.4 b	7.5 b
180	30.9 a	11.6 b	4.5 c	19.6 c	3.6 a	117.2 c	4 c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند

Mean followed with same letters in columns are not significantly different at 5% level of probability, using Duncan's multiple range test.

مانند ارتفاع بوته مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین تعداد چتر در بوته (۱۶/۸)، تعداد شاخه‌های گل‌دهنده (۵/۹) و قطر تاج پوشش گیاه (۲۷/۶ سانتیمتر) را تولید نمود. با کاربرد کود نیتروژن به دلیل دسترسی بهتر و آسان‌تر موادغذایی، بوته‌ها بهتر می‌توانند استقرار یابند و حجم ریشه‌ای خود را کمتر کنند و بیشتر انرژی را در داخل گیاه صرف وسعت بخشیدن به بخش‌های هوایی، تعداد شاخه-های اصلی و فرعی و عملکرد کنند (نسبت S/R افزایش می‌یابد) (۲). به بیان دیگر به دلیل فراهم بودن عناصر غذایی برای تیمارهایی که بیشترین عناصر غذایی را جذب نموده‌اند، گیاهان مورد آزمایش هم عناصر غذایی بیشتری را جذب کرده و هم انرژی خود را صرف تولید عملکرد اقتصادی نموده و به همین دلیل میزان گل‌های استحصالی در این واحدهای آزمایشی افزایش چشمگیری یافته است.

نتایج حاصل در مورد افزایش شاخص‌های مورفولوژیکی در اثر افزایش مصرف کود نیتروژن با نتایج حسین‌پور و همکاران (۱۹) در آنیسون، علیجانی و همکاران (۲) در بابونه آلمانی، مددی بناب و همکاران (۲۱) در شوید، موسوی و همکاران در اسفرزه (۲۴) و قیلاوی‌زاده و همکاران (۱۲) در زنیان همخوانی دارد.

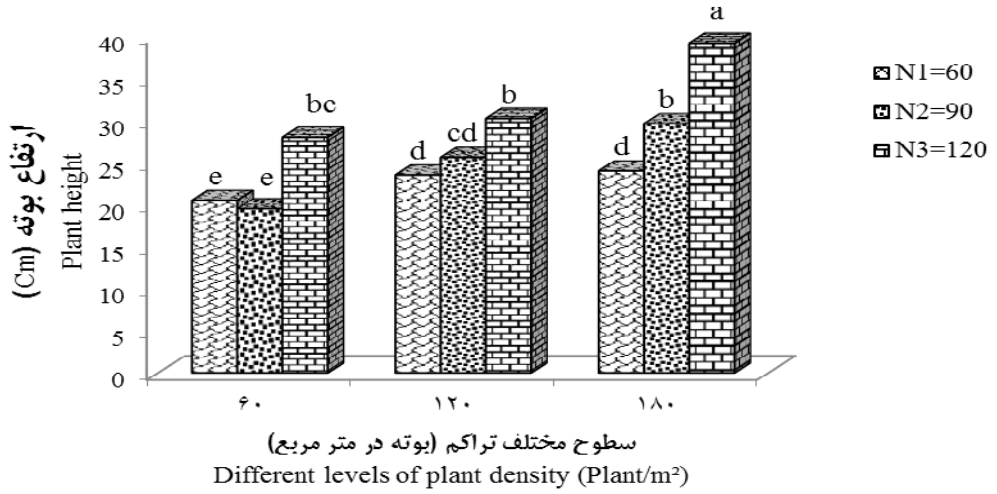
نتایج نشان داد افزایش تراکم بوته باعث کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیک شد بطوریکه تراکم ۶۰ بوته در مترمربع به ترتیب با تعداد ۱۸/۹، ۶/۲ و ۲۹/۴ سانتیمتر بیشترین تعداد چتر در بوته، تعداد شاخه‌های گل دهنده و قطر تاج پوشش گیاه را داشت (جدول ۳).

کاهش صفات مذکور در تراکم زیاد را می‌توان به وجود فضای کم برای رشد بوته‌ها نسبت داد زیرا با افزایش تراکم بوته در اثر افزایش رقابت بین بوته‌ای، سهم هر گیاه در استفاده از نور، فضا، عناصر غذایی و سایر منابع کاهش یافته و بنابر این پتانسیل تولید شاخص‌های ذکر شده کاهش می‌یابد (۲۴). در مورد گیاه زنیان نیز با توجه به اینکه این گیاه، گیاهی رشد نامحدود است و گل‌آذین‌ها در این گیاه در تمامی انشعابات ظاهر می‌شوند، در نتیجه با کاهش نور و سایر منابع مورد نیاز و به طبع آن کاهش سهم هر گیاه در استفاده از این منابع و شاخص‌های مختلف نیز کاهش معنی‌داری خواهند یافت. نتایج مشابهی نیز پیش از این توسط موسوی و همکاران (۲۴) و دری و همکاران (۸) در اسفرزه، رسام و همکاران (۳۳) در آنیسون و قیلاوی‌زاده و همکاران (۱۲) در زنیان گزارش شده است. اثر متقابل داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد چتر در بوته (۲۵/۲۷)، تعداد شاخه‌های

گل دهنده (۷/۷۷) و قطر تاج پوشش گیاه (۳۲ سانتی‌متر) در تیمار مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم بوته ۶۰ در مترمربع تولید شد (شکل‌های ۳،۲ و ۴).

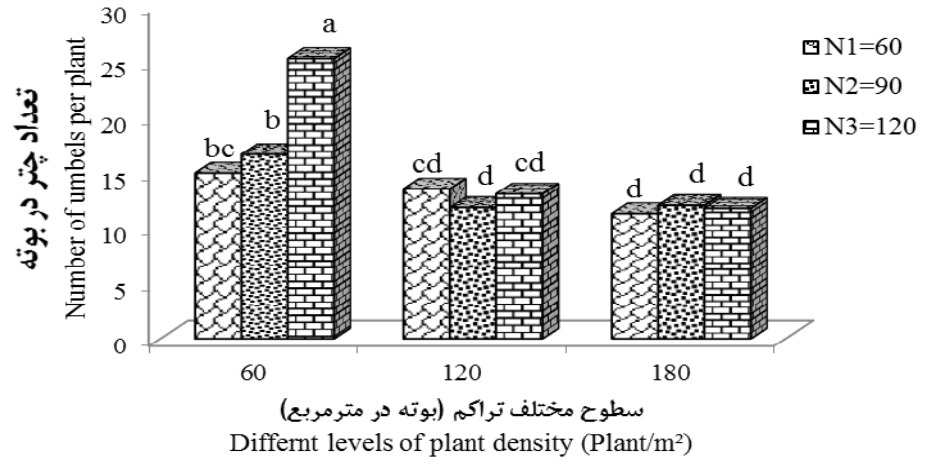
درصد اسانس

همان طور که ذکر شد در بین فاکتورهای مورد بررسی تنها اثر نیتروژن بر درصد اسانس معنی‌دار بود (جدول ۲) بطوریکه با افزایش مصرف نیتروژن درصد اسانس نیز افزایش معنی‌داری یافت و بیشترین مقدار آن (۴ درصد) با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۳). نتایج پژوهش حاضر در زمینه افزایش درصد اسانس در اثر مصرف کود نیتروژن پیش از این نیز توسط محققین دیگری در گیاهان دارویی مختلف گزارش شده است (۲، ۹، ۲۰، ۳۰، ۳۲ و ۳۸). از دلایل افزایش درصد اسانس را می‌توان به فتوسنتز بهتر و در نتیجه تنفس مناسب‌تر نسبت داد، چون متابولیت‌های ثانویه از فتوسنتز گیاه به وجود می‌آیند فتوسنتز و سبزینگی بهتر منجر به تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه و در نتیجه تولید اسانس بیشتر می‌شود (۲). در همین زمینه فرانز (۱۰) بیان نمود که مصرف کود نیتروژنه، گیاهان را در مرحله فیزیولوژیکی جوان‌تری نگه داشته و میزان اسانس را افزایش می‌دهد. وی همچنین معتقد است که میزان اسانس با افزایش کود نیتروژنه، افزایش می‌یابد که این نتایج در پژوهش حاضر نیز بدست آمده است. دست برهان و همکاران (۶) نیز بیان نمودند نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس و بیوسنتز اسانس و مواد مؤثره گیاهان دارویی نقش مهمی ایفا می‌کند.



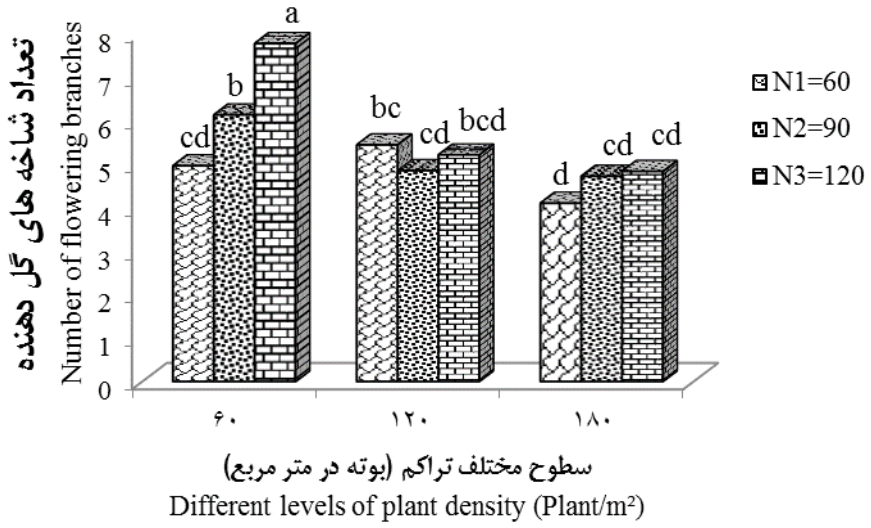
شکل ۱- اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن × تراکم بوته بر ارتفاع بوته گیاه زنیان

Figure 1- Interaction effect of nitrogen levels ×plant density on plant height of *Carum copticum* L.



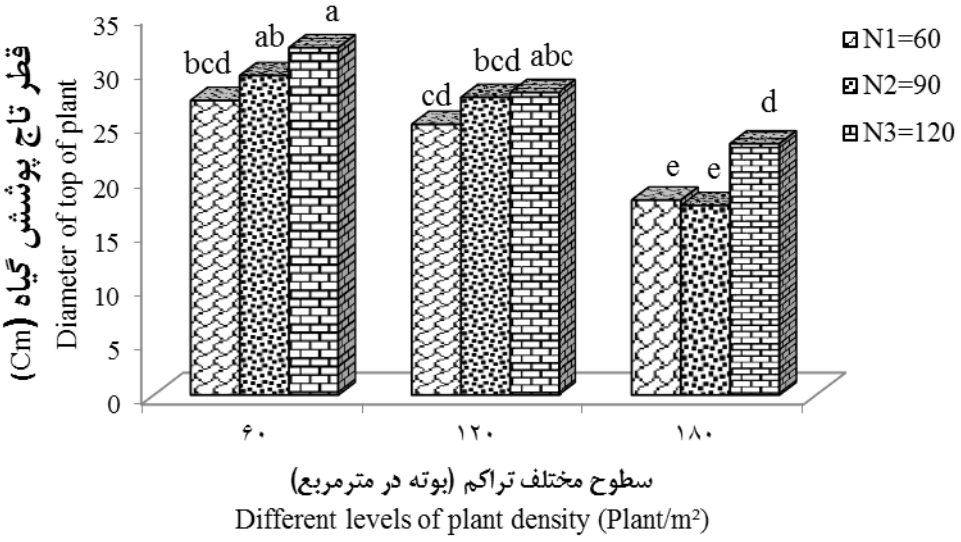
شکل ۲- اثر متقابل سطوح مختلفنیتروژن × تراکم بوته بر تعداد چتر در بوته گیاه زنیان

Figure 2- Interaction effect of nitrogen levels × plant density on number of umbels per plant of *Carum copticum* L.



شکل ۳- اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن × تراکم بوته بر تعداد شاخه‌های گل دهنده گیاه زنیان

Figure 3- Interaction effect of nitrogen levels × plant density on number of flowering branches of *Carum copticum* L.



شکل ٤- اثر متقابل نیتروژن× تراکم بوته بر قطر تاج پوشش گیاه زنیان

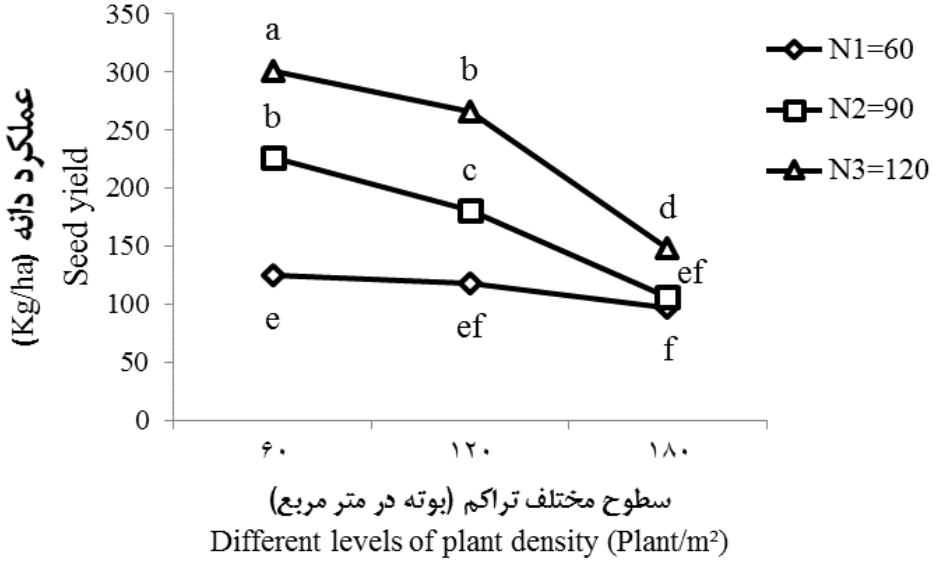
Figure 4- Interaction effect of nitrogen levels × plant density on diameter of top of plant of *Carum copticum* L.

لازم به ذکر است که عدم تأثیر معنی‌دار تراکم بوته بر درصد اسانس با نتایج رحمانی و همکاران در گیاه همیشه بهار (۳۱)، حسین‌پور و همکاران در آنیسون (۱۹)، رحمتی و همکاران در بابونه بودگلد (۳۲) و قیلاوی‌زاده و همکاران (۱۳) و برومندرضازاده و همکاران (۴) در زنیان همخوانی دارد.

عملکرد دانه و اسانس

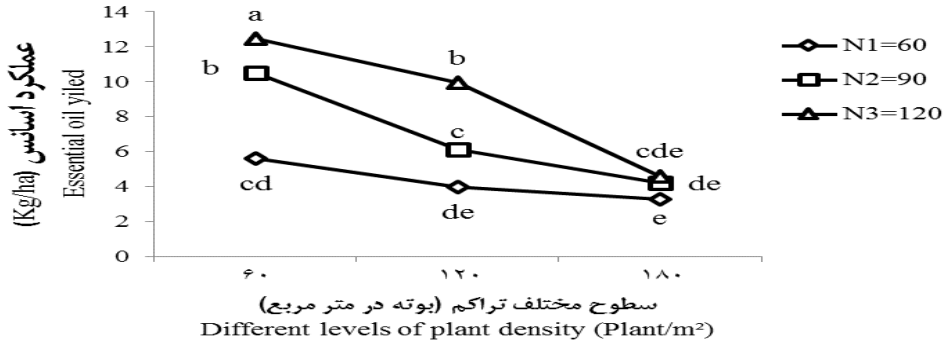
بیشترین عملکرد دانه (۲۳۸/۶ کیلوگرم در هکتار) و اسانس (۸/۹ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۳). به طور کلی نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و از طرفی مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی، موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد. با افزایش پروتئین‌ها گیاه به توسعه سطح برگ، تعداد گل‌ها، تعداد شاخه‌ها، ارتفاع و قطر تاج گیاه می‌پردازد که افزایش این صفات، افزایش مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد. با افزایش مواد فتوسنتزی میزان گل و گلبرگ افزایش می‌یابد و در نهایت عملکرد دانه و با توجه اینکه عملکرد اسانس نیز از حاصلضرب عملکرد دانه با درصد اسانس به دست می‌آید، این شاخص هم افزایش می‌یابد (۳۱). با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه و اسانس کاهش معنی‌داری را نشان داد. بیشترین عملکرد دانه (۲۲۸/۵ کیلوگرم در

هکتار) در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع و کمترین مقدار آن (۱۱۷/۲ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۸۰ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۳). برومندرضازاده و همکاران (۴) نیز در پژوهش خود بر روی گیاه زنیان، گزارش نمودند تراکم بوته ۵۰ بوته در متر مربع دارای بیشترین مقادیر عملکرد دانه و اسانس بود که با تراکم ۷۰ بوته در هکتار فاقد اختلاف معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد به حداکثر رسیدن رقابت بین بوته‌ای در دامنه تراکمی ۱۲۰ و ۱۸۰ بوته در مترمربع باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد شده است که این امر با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص‌های تعداد گل‌آذین در بوته، تعداد شاخه‌های گل دهنده و قطر تاج پوشش گیاه با عملکرد دانه قابل توجیه است (جدول ۴). گزارش‌های دیگری نیز مبنی بر کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در اثر افزایش غیر معقول تراکم بوته وجود دارد (۱، ۲۴ و ۲۹) در واقع با افزایش بیش ازحد تراکم، افزایش رقابت بین بوته‌ها در اثر افزایش مصرف مواد غذایی، آب و فضا تشدید شده که در نتیجه گیاهانی با عملکرد کمتر تولید می‌شود ولی در تراکم مناسب به علت کاهش رقابت بین بوته‌ها بازدهی امکانات محیطی از جمله نور خورشید، آب و مواد غذایی افزایش می‌یابد که ماحصل آن عملکرد بیشتر محصول خواهد بود (۲۵). به بیان دیگر با افزایش بیش از حد تراکم بوته رقابت بین گیاهان برای تولید مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد، از طرفی کارایی جذب انرژی تابشی که بر سطح یک محصول می‌تابد نیاز به سطح برگ کافی دارد که یکنواخت توزیع شده و سطح زمین را کاملاً بپوشاند. نظر به اینکه نور در تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی نقش اکوفیزیولوژیک در تولید فراورده‌های مذکور دارد لذا تنظیم فاصله گیاهان، یک ابزار قوی است تا رقابت بین گیاهان را به منظور تولید بیشتر عملکرد مواد مؤثره کنترل کند (۲۷). اثرات متقابل نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۳۰۱/۴ کیلوگرم در هکتار) و اسانس (۱۲/۴۵ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۶۰ بوته به دست آمد (شکل ۵ و ۶). نتایج این داده‌ها به دلیل بررسی نوع و شیب تغییرات به صورت نمودار خطی نشان داده شده است. در واقع با توجه به شکل ۵ مشخص می‌شود که اثر متقابل تراکم بوته و نیتروژن بر روی عملکرد دانه از نوع تغییر در مقدار می‌باشد. چرا که روند تغییرات عملکرد با افزایش تراکم بوته در هر سه سطح مصرف نیتروژن مشابه بوده و علی‌رغم تفاوت در شیب تغییرات در هر سه سطح مصرف نیتروژن، کاهش عملکرد در نتیجه افزایش تراکم بوته مشاهده می‌شود. همان طور که ذکر شد این نتایج با توجه به کاهش معنی‌دار شاخص‌های تعداد چتر در بوته، تعداد شاخه‌های گل دهنده و قطر تاج پوشش گیاه در اثر افزایش تراکم بوته و با عنایت به همبستگی معنی‌دار این شاخص‌ها با عملکرد دانه در گیاه زنیان قابل توجیه است (جدول ۴). نکته حایز اهمیت آنکه حایز اهمیت آنکه روند تغییرات عملکرد اسانس نیز تا حد زیادی مشابه عملکرد دانه است (شکل ۶) که این امر بیانگر تأثیر زیاد عملکرد دانه بر عملکرد اسانس می‌باشد. پژوهش‌گران دیگری نیز اثر معنی‌دار کودهای تأمین کننده نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد گیاهان دارویی مختلف از جمله همیشه بهار، زنیان، آنیسون، ریحان و بابونه را گزارش نموده‌اند (۳، ۴، ۵، ۱۲، ۱۳، ۱۸، ۳۱ و ۳۲).



شکل ۵- اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن × تراکم بوته بر عملکرد دانه گیاه زنیان

Figure 5- Interaction effect of nitrogen levels ×plant density on seed yield of *Carum copticum* L.



شکل ٦- اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن× تراکم بوته بر عملکرد اسانس گیاه زنیان

Figure 6- Interaction effect of nitrogen levels × plant density on essential oil yield of *Carum copticum* L.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش به نظر می‌رسد افزایش بیش از حد تراکم به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ای اثر منفی بر شاخص‌های عملکردی زنیان دارد. در مورد نتایج به دست آمده در مورد مصرف کود نیتروژن می‌بایست اذعان داشت که گیاه دارویی زنیان به نیتروژن بالایی نیاز دارد که این موضوع در تحقیقات بسیاری بر روی گیاهان دارویی مختلف اثبات شده است (۲، ۵، ۱۱، ۱۵، ۱۹، ۲۱ و۳۱). که در نتیجه می‌بایست به منظور تأمین این نیاز و علی الخصوص حفظ ویژگی‌های کیفی این گیاه روش‌های مختلف دیگری از جمله کاربرد کودهای بیولوژیک، کود سبز و همچنین اعمال تکنیک‌های مختلف کاشت مانند کشت مخلوط و تناوب مورد توجه بیشتری قرار گیرد. به طور کلی انجام تحقیقات بیشتری در زمینه اثر تراکم و همچنین کاربرد کودهای تأمین کننده عناصر غذایی مختلف بر روی شاخص‌های کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان در مناطق مختلف لازم به نظر می‌رسد.

جدول ٤- ضرایب ساده همبستگی بین شاخص‌های مورد بررسی در گیاه زنیان

Table 4- Correlation coefficients between some traits of *Carum copticum* L.

صفات Traits	ارتفاع بوته 1.Plant height (cm)	تعداد چتر در بوته 2.Umbels/Plant	تعداد شاخه‌های گل‌دهنده 3.Flowering branches	اندازه قطر تاج پوشش گیاه 4.Diameter of top of plant	درصد اسانس 5.Essential oil content	عملکرد دانه 6.Seed yield (Kg/ha)	عملکرد اسانس 7.Essential oil yield (Kg/ha)
1	1						
2	0.10^{ns}	1					
3	0.05^{ns}	0.88^{**}	1				
4	0.27^{ns}	0.60^{**}	0.60^{**}	1			
5	0.27^{ns}	0.19^{ns}	0.28^{ns}	0.22^{ns}	1		
6	0.00^{ns}	0.70^{**}	0.70^{**}	0.74^{**}	0.39^{ns}	1	
7	-0.7^{ns}	0.50^{**}	0.51^{**}	0.66^{**}	0.41^{*}	0.89^{**}	1

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: Non significant, *and **: Significant at 5% and 1% probability level, respectively

منابع

1- Akbarinia A., Daneshian J. and Mohammadbeigi F. 2006. Effect of Nitrogen Fertilizer and Plant Density on Seed Yield, Essential Oil and Oil Content of *Coriandrum sativum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4):410-419. (in Persian with English abstract)

2- Alijani M., Amini Dehaghi M., Modares Sanavi S.A.M., and Mohammad Rezaye S. 2010. The effects of phosphorous and nitrogen rates on yield, yield components and essential oil percentage of *Matricaria recutita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(1):101-113. (in Persian with English abstract)

3- Ameri A.A., and Nasiri Mahalati M. 2008. Effects of nitrogen application and plant densities on flower yield, essential oils, and radiation use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis* L.). Pajouhesh & Sazandegi, 81: 133-

144. (in Persian with English abstract)
4- Borumand Rzazadeh Z., Rezvani moghadam P., and Rashed Mohasel H. 2009. 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. (in Persian with English abstract)
5- Dadvand Sarab, M.R., Naghdi Abadi H.A., Nasri M., Makizadeh M., and Omidi H. 2008. Variations of essential oil contents and yield of Basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by plant density and nitrogen. Medicinal plants, 3(27): 60-70. (in Persian with English abstract)
6- Dastborhan S., Zehtab-Salmasi S., Nasrollahzadeh S., and Tavassoli A.R. 2011. Effect of biofertilizers and different amounts of nitrogen on yield of flower and essential oil and nitrogen use efficiency of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(2):290-305. (in Persian with English abstract)
7- Davazdahemami S., Sefidkon F., Jahansooz M.R., and Mazaheri D. 2010. Evaluation of water salinity effects on yield and essential oil content and composition of *Carum copticum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4):504-512. (in Persian with English abstract)
8- Dorry M.A. 2006. Effects of Seed Rate and Planting Dates on Seed Yield and Yield Components of *Plantago ovata* in Dry Farming. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3):262-269. (in Persian with English abstract)
9- Emongor V.E. and Chweya J.A. 1992. Effect of nitrogen and variety on essential oil and composition from chamomile flowers. Tropical Agriculture. 69:290-292.
10- Franz C.H. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta Horticulturae. 132:203-216.
11- Ganjali H.R., Ayeneh Band A., Heidari Sharif Abad H. and Mousavi Nik. M. 2010. Effects of sowing date, plant density and nitrogen fertilizer on yield, yield components and various traits of *Calendula officinalis*. American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Science. 9(2): 149-155.
12- Ghilavizadeh A., Taghi Darzi M., and Rejali F. 2012. Influence of plant growth promoter bacteria and plant density on yield and yield components and seed yield of ajowan (*Carum copticum*). International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4(17): 1255-1260.
13- Ghilavizadeh A., Taghi Darzi M., and Haj Seyed Hadi M. 2013. Effects of biofertilizer and density on essential oil content and yield traits of Ajowan (*Carum copticum*). Middle-East Journal of Scientific Research. 14(11): 1508-1512.
14- Goudarzi Gh. R., Saharkhiz M.J., Sattari M., and Zomorodian K. 2011. Antibacterial activity and chemical composition of Ajowan (*Carum copticum* Benth & Hook). Essential oil. Journal of Agricultural Science and Technology (JAST). 13:203-208.
15- Hamisi M., Sefidkon S., Nasri M., and Lebaschi M.H. 2012. Effects of different amounts of Nitrogen, Phosphor and bovine fertilizers on essential oil content and composition of *Tanacetum parthenium* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(3):299-410. (in Persian with English abstract)
16- Hornok L. 1986. Effect of environmental factors on growth, yield and on active principles of some spice plants. Acta Horticulturae. 168:169-176.
17- Hornok L. 1992. Cultivation and processing of medicinal plants. Academic Kiado, Budapest, Hungary. Pp. 200-205.
18- Hosseinpour M., Pirzad A., Habibi H., and Fotokian M.H. 2011. Effect of biological nitrogen fertilizer (Azotobacter) and plant density on yield, yield components and essential oil of Anise. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 2(1): 69-86. (in Persian with English abstract)
19- Hosseinpour M., Habibi H., and Fotokian M.H. 2011. Effect of chemical and biological nitrogen on quality and quantity of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(3):551-566. (in Persian with English abstract)
20- Johri A.K. 1991. Effect of row spacing and nitrogen levels on flowers and essential oil yield on German chamomile. Indian perfumer. 35:93-96.
21- Madadi Bonab S., Zehtab Salmasi S., and Ghassemi Golezani K. 2012. The Effect of Irrigation and Nitrogen Fertilizer on Morphological Characteristics and Essential Oil Percentage and Yield of Dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 22(2): 91-100. (in Persian with English abstract)
22- Mirzaei S., Rahimi A., Dashti H., and Maddah-Hoseini S. 2012. Evaluation of decreasing salinity stress with using Calcium and Potassium in Ajowan (*Carum copticum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 10(1): 189-197. (in Persian)
23- Morteza E., Akbari G.A., Modares Sanavi S.A.M., Aliabadi Farahani H., Foghi B., and Abdoli M. 2010. The effects of sowing date and planting density on some of the growth characteristics of Valerian (*Valeriana officinalis* L.) and didrovaltrate content. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4):495-503. (in Persian with English abstract)
24- Mosavi S.G.R., Segatoleslami M.J., and Pooyan M. 2012. Effect of planting date and plant density on yield and seed yield components of *Plantago ovata* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(4):699-681. (in Persian with English abstract)

25- Nematian A., Ghoushchi F., Farnia A., Ariapour A., and Mashhadi Akbar Boujar M. 2011. The effect of planting density and nitrogen fertilizer on Active substances in medicinal plant *Aloe vera* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(2):338-347. (In Persian with English abstract)
26- Omidbeigi R. 1995. Using of improved German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in cosmetic industry. First international congress of cosmetic industry. University of Tehran, 14-15 Oct. 38-40.
27- Omidbeigi R. 1995. Findings of production and processing of medicinal plants. 1st edition. Fekre Ruz Press. 283p.
28- Pirzad A. 2007. Effect of irrigation and plant density on some physiological traits of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Ph.D. Thesis. University of Tabriz. 195p.
29- Pirzad A., Aliari H., Shakiba M.R., Zehtab-Salmasi S., and Mohamadi S. 2008. Effects of irrigation and plant density on water use efficiency of chamomile. Agricultural Science, 18(4): 81-91.
30- 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.
31- Rahmani N., Jalali-Yekta A., Taherkhani T., and Daneshian J. 2010. Effect of different levels of plant density and nitrogen on essential oil yield of Marigold (*Calendula officinalis* L.). Journal of Crop Ecophysiology, 2(1): 347-354. (in Persian with English abstract)
32- Rahmati M., Azizi M., Hasanzadeh khayyat M., and Nemati H. 2009. The effects of different level of nitrogen and plant density on the agro morphological characters yield and essential oils content of improved chamomile (*Matricaria chamomilla*) cultivar "Bodegold". Journal of Horticultural Sciences, 23(1): 27-35. (in Persian with English abstract)
33- Rassam Gh.A., Naddaf M., and Sefiskon F. 2007. Effect of planting date and plant density on yield and seed yield components of Anise (*Pimpinella anisum* L.). Pajouhesh & Sazandegi, 75: 127-133. (in Persian with English abstract)
34- Sahaf Z., Moharamipur S., Negahban M., and Sahakhiz M.J. 2004. Effect of Ajowan (*Carum copticum*) essential oil content on Red flour beetle *(Tribolium castaneum)* Herbest. Second Congress of Medicinal Plants, Jan, 27-28. p.115.
35- Shakeri E., Amini Dehaghi M., Tabatabaei S.A., and Modarres Sanavi S.A.M. 2012. Effect of Chemical Fertilizer and Biofertilizer on Seed Yield, its Components, Oil and Protein Percent in Sesame Varieties. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 22(1): 71-85. (in Persian with English abstract)
36- Singh S., Buttar G.S., Singh S.P., and Brar D.S. 2005. Effect of different dates of sowing and row spacings on yield of fenugreek (*Trigonella foenumgracum*). Journal of Medicine and Arom Plant Science. 27(4): 629-640.
37- Vahidipour T.H., Vahidipour H.R., Baradaran R., and Seqhatoleslami M.J. 2013. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on grain yield and essential oil percentage of medicinal plant Ajowan. International Journal of Agronomy and Plant Production. 4(5): 1013-1022.
38- Wahab J., and Larson G. 2002. Herb agronomy. Annual review of Saskatchewan irrigation diversification center. Canada. 119p.