

بررسی خصوصیات کمی و کیفی آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus*) تحت تأثیر تراکم و

## الگوی کاشت در شرایط زراعی کم نهاده

چکیده:

آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus*) از جمله گیاهان دارویی است که به دلیل برداشت زیاد آن از عرصه های طبیعی در معرض خطر قرار دارد و اهلی سازی آن سبب کاهش خطر انقراض و راهگشای تولید مناسب آن خواهد شد. به منظور بررسی تأثیر پذیری این گیاه از تراکم بوته (۶، ۱۰ و ۲۰ بوته در متر مربع) و الگوی کاشت (کرتی، ردیفی و پشته ای) آزمایشی دوساله به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ انجام شد و صفات رویشی و زایشی و اسانس گیاه در سال اول (یک چین) و دوم (دو چین) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر ارتفاع و قطر بوته، عملکرد ماده خشک، عملکرد بذر و اسانس معنی دار ( $P \leq 0.01$ ) بود. در هر دو سال افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع در کاشت ردیفی سبب افزایش ارتفاع و قطر بوته شد، در صورتی که در کاشت کرتی و پشته ای افزایش تراکم ذکر شده کاهش ارتفاع و قطر بوته را در پی داشت. در سال اول و سال دوم (مجموع دو چین) در کاشت ردیفی افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع سبب افزایش وزن خشک اندام های هوایی بترتیب به میزان ۴/۶ و ۲/۵ برابر شد. در سال اول در کاشت ردیفی افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع سبب افزایش ۴/۱ برابری عملکرد بذر شد، در صورتی که در کاشت کرتی و پشته ای افزایش معنی داری در عملکرد بذر مشاهده نشد. در سال دوم (مجموع دو چین) بیشترین عملکرد بذر در تیمار کاشت ردیفی با تراکم ۲۰ بوته در متر مربع (۱۱۲ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که به ترتیب ۱۶ و ۱۰۰ درصد بیش از تراکم مشابه در کشت های کرتی و پشته ای بود. در هر دو سال آزمایش افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع در هر سه الگوی کاشت سبب افزایش عملکرد اسانس شد، با وجود این بیشترین عملکرد اسانس در کاشت های ردیفی و کرتی در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع مشاهده شد. در مجموع افزایش تراکم تا ۲۰ بوته در متر مربع در الگوی کاشت ردیفی منجر به رشد و عملکرد بهتر گیاه آویشن نسبت به دو الگوی کاشت دیگر شد. تحقیقات بیشتر بر روی چگونگی بهبود رشد گیاه در این شرایط و تلاش جهت افزایش کارایی منابع در تولید این گیاه سودمند خواهد بود.

واژه های کلیدی: عملکرد بذر، قطر بوته، کاشت پشته ای، کاشت ردیفی، ماده خشک

## مقدمه:

گیاهان دارویی یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که بهره‌برداری صحیح از آنها نقش مهمی در سلامت جامعه ایفا می‌کند (Mozafarian, 2005). آویشن (*Thymus*) گیاهی دارویی و معطر است که اسانس فنلی آن جزء ده اسانس برتر دنیا و دارای خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، آنتی‌اکسیدانی و نگهدارنده طبیعی غذا می‌باشد (Naghdi Abadi & Maki Zadeh Tafti, 2003). آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus*) یکی از گونه‌های آویشن است که بومی مناطق شرق ایران و ترکمنستان بوده (Rechinger, 1982) و اسانس آن غنی از تیمول (۵۶/۴٪)، گاما ترپنین (۷/۷٪)، کارواکرول (۷/۶٪) و پاراسایمن (۶/۳٪) می‌باشد (Miri et al., 2002).

با توجه به برداشت بی‌رویه و غیر اصولی از منابع طبیعی ایران برخی از گیاهان دارویی با ارزش در حال انقراض می‌باشند. همچنین به خاطر ناخالصی‌های گیاهان دارویی برداشت شده از طبیعت، تنوع فنوتیپی، ژنتیکی و میزان اسانس بسیار متفاوت آنها، محققان و بهره‌برداران به سمت کاشت گیاهان دارویی گرایش پیدا کرده‌اند. به عنوان مثال در مورد آویشن خراسانی میزان تیمول گیاهان جمع‌آوری شده از مناطق پاکوتل، لاین و تیوان (واقع در استان‌های خراسان شمالی و رضوی) به ترتیب ۵۴/۳، ۴۵/۳ و ۴۴/۹ درصد و میزان کارواکرول به ترتیب ۸/۴، ۱۳/۱ و ۱۳/۳ درصد بوده است (Tabrizi, 2007). بدون تردید در زراعت گیاهان دارویی خودرو در طبیعت، فرایند اهلی‌سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بایستی با بهره‌گیری اصولی و الگوبرداری صحیح از طبیعت، ضمن حفظ این گیاهان در طبیعت، نسبت به اهلی کردن آنها اقدام کرد. با اهلی کردن، گیاهان دارویی علاوه بر این که برای کاشت و کار آماده می‌شوند، به حفظ و کاهش خطر انقراض این گیاهان با ارزش در طبیعت نیز کمک خواهد شد (Omid Beigy, 1995).

در راستای اهلی سازی، استفاده از تکنیک های زراعی و عوامل محیطی به منظور افزایش میزان ماده خشک و مواد موثره گیاهان دارویی امری ضروری است. عوامل زراعی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی تاثیر قابل ملاحظه ای دارند که از این عوامل می توان به فاصله و الگوی کاشت اشاره کرد. هدف از فاصله گذاری مناسب میان بوته ها تعیین ترکیب مناسبی از عوامل محیطی (آب، نور و خاک) برای دستیابی به حداکثر عملکرد با کیفیت مطلوب و فضای کافی برای داشت و برداشت می باشد (Sarmad Nia & Koocheki, 2003). در تحقیقات انجام شده بر روی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) گزارش شد که فواصل بوته کمتر به طور معنی داری عملکرد سرشاخه را افزایش داده و بیشترین عملکرد در فاصله کاشت ۱۵ سانتی متر روی ردیف به دست آمد (Shalaby & Razin, 1994, Naghdi Abadi et al., 2002). کاشت نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) با تراکم های متفاوت نشان داد که تراکم کاشت ۷/۴ بوته در متر مربع، بیشترین عملکرد اندام هوایی را در پی داشت (Delaluz et al., 2002). فرهنگ مهر و همکاران (Farhang Mehr et al., 2014) گزارش کردند که با افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰ بوته، وزن خشک گل بابونه (*Matricaria* spp.) ۲۰ درصد افزایش یافت. برومند رضا زاده و همکاران (Broumand Reza Zadeh et al., 2009) در تحقیقی روی خصوصیات مورفولوژیک و درصد اسانس گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi*) با تراکم های گیاهی ۱۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ بوته در متر مربع اظهار داشتند که با افزایش تراکم ارتفاع کانوپی، ارتفاع ساقه و عملکرد اسانس افزایش پیدا کرد. همچنین در رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) بیشترین ماده خشک (۲۵۱۵ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۴ بوته در متر مربع حاصل شد در صورتی که بیشترین ارتفاع در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بدست آمد (Lbaschy et al., 2010).

هر چند برخی اقدامات اولیه در مورد اهلی سازی گیاه آویشن خراسانی انجام شده است (Tabrizi, 2007)، ولی در خصوص عملیات زراعی مورد نیاز آن اطلاعات اندکی وجود دارد، لذا این آزمایش با هدف بررسی اثرات

تراکم و الگوی کاشت بر خصوصیات رشدی و عملکرد اسانس این گیاه تحت الگوهای کم نهاده در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

#### مواد و روش‌ها:

این آزمایش در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد (طول جغرافیایی  $28^{\circ}59'$  شرقی و عرض جغرافیایی  $15^{\circ}36'$  شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا)، در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. متوسط بارش مشهد طی دوره آماری (۱۳۶۸-۱۳۹۱)،  $209/8$  میلی‌متر بود و این منطقه براساس طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق خشک و سرد کشور محسوب می‌شود.

در این بررسی سه تراکم ۶، ۱۰ و ۲۰ بوته در متر مربع و سه الگوی کاشت پشته‌ای (فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر)، کرتی و ردیفی (فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر) مورد مطالعه قرار گرفتند. در کاشت پشته‌ای، پشته‌ای با عرض ۱۰۰ سانتی‌متر ایجاد و بذور در دو طرف پشته (با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر) کاشت شدند. مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم عمیق، تسطیح و اعمال تیمار کودی (کود گاوی کاملاً پوسیده بر مبنای ۱۰ تن در هکتار)، در پاییز سال ۱۳۹۰ و کولتیواتور، دیسک و لولر در بهار سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

بذرهای مورد مطالعه از رویشگاه طبیعی گیاه در روستای توکل باغ (چهل کیلومتری جنوب شرق قوچان با عرض جغرافیایی  $22^{\circ}57'37''$  و طول جغرافیایی  $13^{\circ}23'58''$ ، دارای میزان بارندگی ۲۸۷ میلی‌متر، ارتفاع ۲۶۰۰ - ۲۳۰۰ متر از سطح دریا و اقلیم نیمه خشک سرد (Zadbar et al., 2011) در تاریخ ۱۳۹۰/۷/۱۵ جمع‌آوری و در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۵ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در سینی‌های کاشت حاوی کوکوپیت کاشت شدند.

Table1- Chemical and physical characteristics of soil before planting

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds.m <sup>-1</sup> )	پتاسیم قابل دسترس (ppm) Available K (ppm)	فسفر قابل دسترس (ppm) Available P (ppm)	نیترژن کل (%) Total N (%)	بافت خاک Soil texture
7.3	2.1	321.2	4.6	0.16	سیلتی لوم Silty loam

در ۱۵ اردیبهشت ماه در زمانی که گیاهچه ها دارای ۶ تا ۸ برگ بودند به مزرعه انتقال داده شده و کاشت شدند. ابعاد کرت ها ۲×۲ متر، فاصله دو کرت با هم نیم متر و فاصله بین بلوک ها یک متر در نظر گرفته شدند. جهت استقرار مناسب گیاهان، آبیاری اول و دوم در فواصل کوتاهی پس از انتقال نشاءها و آبیاری های بعدی در فواصل هفت روز انجام شد. در طی فصل رشد علف های هرز با دست وجین شدند. با توجه به چند ساله بودن گیاه پس از برداشت آنها در سال اول، گیاهان زمستان را در شرایط مزرعه گذرانده و در سال دوم رشد خود را از سر گرفتند.

در هر دو سال در مرحله گلدهی (در سال اول در تاریخ ۱۳۹۱/۰۵/۲۵ و در سال دوم در تاریخ های ۱۳۹۲/۰۳/۰۱ و ۱۳۹۲/۰۶/۰۱) ارتفاع و متوسط قطر بوته (عرض پوشش هر بوته) بر روی سه بوته اندازه گیری شد و سپس برای تعیین صفاتی مانند وزن بوته، نسبت اندام های برگ، ساقه و گل آذین برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل و در آنجا هوا خشک شدند. برای اندازه گیری عملکرد بذر، تمامی گیاهان موجود در هر کرت از سطح خاک برداشت و نمونه ها بعد از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده و وزن کل گیاه و بذرها تعیین شد. برای اندازه گیری درصد اسانس، از روش تقطیر با آب و از دستگاه کلونجر استفاده شد (Omid Beigy, 1995).

تجزیه آماری داده ها برای هر مرحله برداشت، به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل و با نرم افزار Mstat- C و مقایسه میانگین با آزمون LSD (سطح احتمال ۵ درصد) انجام شد.

## نتایج و بحث:

اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر ارتفاع بوته در هر دو سال معنی دار ( $P \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲). در سال اول در کاشت ردیفی افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع سبب افزایش ۵۲ درصدی ارتفاع شد، در صورتی که در کاشت کرتی و پشته‌ای افزایش معنی داری در ارتفاع بوته مشاهده نشد. در سال دوم (در هر دو چین اول و دوم) در کاشت ردیفی افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع سبب افزایش ۲۰ درصدی ارتفاع گیاهان شد، در صورتی که در کاشت کرتی عکس این حالت مشاهده شد و افزایش تراکم (از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع) کاهش ۱۵ درصدی ارتفاع بوته را در پی داشت (جدول ۳).

به نظر می‌رسد که در تیمار کشت ردیفی، رشد بیشتر ریشه و جذب بهتر آب و عناصر غذایی سبب استقرار بهتر بوته و توسعه کانوپی و افزایش ارتفاع شده است. همچنین افزایش تراکم بوته در کشت ردیفی سبب می‌شود که شاخص سطح برگ در تراکم‌های بالا سریعتر از تراکم‌های پایین به حداکثر مقدار خود برسد و این سبب افزایش سرعت رشد گیاه و ایجاد رقابت برای جذب نور می‌شود که می‌تواند یکی از دلایل افزایش ارتفاع گیاه باشد که با نتایج خیر خواه (Kheir khah., 2011) بر روی کاکوتی (*Ziziphora tenuior* L.)، برومند رضا زاده و همکاران (Broumand Reza Zadeh et al., 2009) بر روی زنیان (*Trachyspermum ammi*)، الجندی و همکاران (El - Gendy et al., 2001) بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) مطابقت داشت. همچنین الرمانه و همکاران (Alrmamnh et al., 2009)، معاونی و همکاران (Moaveni et al., 2008) شالابی و همکاران (Shalabi et al., 2009) با تحقیق بر روی گیاه آویشن، بیشترین ارتفاع را در تراکم بالا گزارش کردند. در تیمارهای کشت پشته‌ای و کرتی در سال اول با افزایش تراکم تغییری در ارتفاع بوته مشاهده نشد ولی در سال دوم در کشت کرتی، با افزایش تراکم ارتفاع گیاه کاهش یافت که به نظر می‌رسد

عدم توسعه کافی ریشه و رقابت برای منابع غذایی و رقابت درون گونه ای از دلایل کاهش ارتفاع بوته باشد که با نتایج (Zaman khan et al., 2003) همخوانی دارد.

قطر بوته در هر دو سال به طور معنی داری ( $P \leq 0.01$ ) تحت تاثیر اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۲). در سال اول در کاشت ردیفی افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع سبب افزایش ۱۵ درصدی قطر بوته شد، در صورتی که در کاشت کرتی عکس این حالت مشاهده شد و افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع کاهش ۳۰ درصدی قطر بوته را در پی داشت. در سال دوم (چین اول) افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در کاشت ردیفی تأثیری بر قطر گیاه نداشت، در صورتی که در کاشت کرتی و پشته ای افزایش تراکم ذکر شده، به ترتیب کاهش ۴۰ و ۱۵ درصدی قطر بوته را به دنبال داشت.

به نظر می رسد افزایش قطر بوته در تیمارهای کشت ردیفی و تراکم بالا در سال اول می تواند بدلیل رقابت بین بوته ای مثبت باشد که سبب رشد و توسعه قطر بوته شده است. امین غفوری (Amin Ghafori, 2014) نیز افزایش ۲۰ درصدی قطر بوته کاکوتی با افزایش تراکم را بدلیل توسعه کانوبی مناسب و رقابت بین بوته ای گزارش کرد. در سال دوم افزایش تراکم در کاشت ردیفی تأثیری بر قطر بوته نداشت ولی در کاشت کرتی قطر بوته کاهش یافت که به نظر می رسد بدلیل استقرار کامل بوته ها و در نتیجه افزایش رقابت درون گونه ای برای جذب منابع بوده است بطوری که با افزایش رقابت درون گونه ای منابع غذایی و محیط تخصیص یافته به هر بوته کاهش یافت که در نتیجه سبب کاهش قطر بوته گردید بررسی اثر تراکم بر روی گیاه کاکوتی نشان داد که با افزایش تراکم از ۶ به ۱۰ بوته در متر مربع در سال دوم قطر کانوبی ۵۰ درصد کاهش یافت (Amin)

.Ghafouri., 2014

جدول ۲: منابع تغییرات، درجه آزادی و میانگین مربعات اثر تراکم و الگوی کاشت بر خصوصیات رشدی و عملکرد بذر و اسانس آویشن خراسانی در سال اول و سال دوم (چین اول و دوم) در شرایط مشهد.

Table 2- Sources of variation, degree of freedom and mean squares of the effects of plant density and planting pattern on vegetative properties, seed and oil yield of thyme in the first and the second year (1st and 2nd cut) in Mashhad.

سال اول، First year							
عملکرد بذر Seed yield	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percent	وزن خشک اندام‌های هوایی Shoots dry weight	قطر بوته Plant diameter	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی Df	منابع تغییرات Sov
0.5	83	0.07 ns	5.0	1.01	1.1	3	تکرار Replication
393**	2610**	0.01 ns	534090**	9.2 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>ns</sup>	2	تراکم (A)Density
24 <sup>ns</sup>	1760**	0.01 ns	12160**	5.2**	2.69 <sup>ns</sup>	2	الگوی کاشت (B)Planting
101**	770**	0.02 ns	16400**	29.04**	6.66**	4	پattern اثر متقابل (A*B)
8.0	43	0.05	330	1.9	0.82	24	خطا Error
سال دوم (چین اول)، Second year/ 1st cut							
1460	3.0	0.02 ns	25080	0.5	1.0	3	تکرار Replication
154300**	40**	0.005 ns	825800**	16.92**	0.68 <sup>ns</sup>	2	تراکم (A)Density
352100**	630**	0.04 ns	523900**	32.7**	0.63 <sup>ns</sup>	2	الگوی کاشت (B)Planting
58700**	80**	0.01 ns	824200**	20.18**	4.0**	4	پattern اثر متقابل (A*B)
1950	4.0	0.02	28320	2.48	0.36	24	خطا Error
سال دوم (چین دوم)، Second year/ 2nd cut							
180	0.4	0.06 ns	34940	0.9	1.1	3	تکرار Replication
30820**	31.4**	0.05 ns	719300**	23.2**	0.61 <sup>ns</sup>	2	تراکم (A)Density
56800**	560**	0.02 ns	3975700**	29.7**	0.61 <sup>ns</sup>	2	الگوی کاشت (B)Planting
30240**	21**	0.02 ns	287400**	22.4**	4.1**	4	پattern اثر متقابل (A*B)
306	1.0	0.04	58800	3.45	0.37	24	خطا Error

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد

ns, \* and \*\*: non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



جدول ۳: اثر تراکم و الگوی کاشت بر خصوصیات رشدی، عملکرد بذر و اسانس آویشن خراسانی در سال اول و سال دوم (چین اول و دوم) در

Table 3- Means comparison of the effects of plant density and planting pattern on vegetative properties, seed yield and oil content of thyme in the first and the second year (1st and 2nd cut ) in Mashhad

First year، سال اول					
عملکرد بذر ( کیلو گرم بر هکتار ) Seed yield (kg/ha)	وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلو گرم بر هکتار) Shoots dry weight (kg/ha)	قطر بوته (سانتی متر) Plant diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تراکم Density	
4.5 <sup>a</sup>	801 <sup>a</sup>	22.4 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>	20 Plants	۲۰ بوته
3.3 <sup>b</sup>	437 <sup>b</sup>	23.7 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	10 Plants	۱۰ بوته
2.2 <sup>b</sup>	299 <sup>c</sup>	23.3 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	6 Plants	۶ بوته
Second year/ 1st cut، (چین اول)، سال دوم					
59 <sup>a</sup>	2231 <sup>a</sup>	19.9 <sup>b</sup>	7.2 <sup>a</sup>	20 Plants	۲۰ بوته
36 <sup>b</sup>	1358 <sup>b</sup>	21.1 <sup>ab</sup>	7.6 <sup>a</sup>	10 Plants	۱۰ بوته
26 <sup>c</sup>	967 <sup>c</sup>	23.2 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	6 Plants	۶ بوته
Second year/ 2nd cut، (چین دوم)، سال دوم					
21 <sup>a</sup>	2255 <sup>a</sup>	21.1 <sup>b</sup>	6.9 <sup>a</sup>	20 Plants	۲۰ بوته
8.8 <sup>b</sup>	1438 <sup>b</sup>	22.9 <sup>ab</sup>	7.4 <sup>a</sup>	10 Plants	۱۰ بوته
9.6 <sup>b</sup>	1144 <sup>b</sup>	24.3 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	6 Plants	۶ بوته
(First year) Planting pattern، (سال اول)، الگوی کاشت					
4.4 <sup>a</sup>	635 <sup>a</sup>	24.1 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	Row	ردیفی
1.4 <sup>b</sup>	272 <sup>b</sup>	22.5 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	Flat bed	کرتی
4.2 <sup>a</sup>	629 <sup>a</sup>	23.2 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>	Raised Row	پشته‌ای
Second year/ 1st cut، (چین اول)، سال دوم					
52 <sup>a</sup>	180. <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	7.6 <sup>a</sup>	Row	ردیفی
37 <sup>b</sup>	1457 <sup>b</sup>	20 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	Flat bed	کرتی
30 <sup>c</sup>	1292 <sup>b</sup>	22 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	Raised Row	پشته‌ای
Second year/ 2nd cut، (چین دوم)، سال دوم					
12 <sup>a</sup>	1873 <sup>a</sup>	23.4 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	Row	ردیفی
10 <sup>b</sup>	1387 <sup>b</sup>	21.2 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	Flat bed	کرتی
8.6 <sup>b</sup>	1577 <sup>ab</sup>	23.7 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	Raised Row	پشته‌ای

\* حروف مشابه مربوط به هر تیمار در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

\* Similar letters for each treatment in each column indicates not significantly different at 5% probability level, according to LSD test.

در آزمایشی بر روی تاثیر فاصله ردیف (فواصل ردیف ۲۵، ۳۵ و ۵۰ سانتی متر با تراکم ۸، ۶ و ۴ بوته) بر قطر بوته در چند گونه ی گیاه آویشن مشاهده شد که با کاهش فاصله کاشت از ۵۰ به ۲۵ سانتی متر، قطر بوته در گونه آویشن دنایی (*T. danensis*)، ۲۳ درصد افزایش و در گونه آویشن دیگر (*T. kotschyanus*) هفت درصد کاهش یافت (Taheri et al., 2013). خزائی و همکاران (Khazaei et al, 2008) در بررسی اثر تراکم بر روی آویشن بیشترین قطر کانوپی را در تراکم پایین بدست آوردند که با نتایج این تحقیق در سال دوم همخوانی دارد.

قطر بوته در روش کاشت ردیفی نسبت به روش کاشت کرتی، بیشتر بود، که به نظر می رسد به دلیل عدم تماس مستقیم بوته ها با آب باشد، زیرا آبیاری غرقابی و آب گرفتگی کرت ها سبب سله بستن خاک و کاهش تهویه و افزایش خوابیدگی بوته ها می شود و به دنبال آن قطر بوته در روش کاشت کرتی کاهش یافته است. که با نتایج مهر پویان و همکاران (Mehrpooyan et al, 2010) مطابقت داشت.

وزن خشک: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تراکم، الگوی کاشت و اثر متقابل آنها بر وزن خشک گیاهان در هر دو سال معنی دار ( $P \leq 0.01$ ) بود (جدول ۲). در سال اول در کاشت ردیفی و پشته ای افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع به ترتیب سبب افزایش ۴/۶ و ۲ برابر وزن خشک اندام های هوایی شد، در صورتی که در کاشت کرتی افزایش معنی داری در وزن خشک گیاه مشاهده نشد. در سال دوم (چین اول) افزایش تراکم از ۱۰ به ۲۰ بوته در متر مربع در کاشت ردیفی و کرتی افزایش ۸۰ و ۱۰۰ درصدی وزن خشک اندام های هوایی گیاه را به دنبال داشت. افزایش تراکم در سال دوم بهبود کل وزن خشک گیاه (مجموع دو چین) را به دنبال داشت، ولی این افزایش بسته به الگوی کاشت متفاوت بود به طوری که در دو الگوی کاشت ردیفی و کرتی با افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع کل وزن خشک گیاه ۲/۵ برابر افزایش داشت، در حالی که این افزایش در کاشت پشته ای ۱/۵ برابر بود (جدول ۵).

جدول ۴: اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر ارتفاع و قطر بوته آویشن خراسانی در سال اول و سال دوم (چین اول و دوم) در شرایط مشهد.

Table 4- Interaction of plant density and planting pattern on height and diameter of thyme plant in first year and second year (1st and 2nd cut) in Mashhad.

Second year، سال دوم				First year، سال اول			الگوی کاشت Planting pattern
چین دوم، 2nd cut		چین اول، 1st cut		قطر بوته (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تراکم (بوته در متر مربع) Density (plant/m <sup>2</sup> )	
Plant diameter (cm)	Plant height (cm)	Plant diameter (cm)	Plant height (cm)	Plant diameter (cm)	Plant height (cm)		
24 <sup>abc</sup>	8.2 <sup>a</sup>	21.9 <sup>bc</sup>	8.5 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	20	کاشت ردیفی Row planting
23.9 <sup>abc</sup>	7.2 <sup>bc</sup>	22.8 <sup>abc</sup>	7.5 <sup>bc</sup>	25.4 <sup>a</sup>	6.9 <sup>cde</sup>	10	
22.2 <sup>bc</sup>	6.7 <sup>cd</sup>	20.7 <sup>cd</sup>	7.0 <sup>bcd</sup>	21.6 <sup>bc</sup>	6.1 <sup>e</sup>	6	
17.3 <sup>d</sup>	6.5 <sup>cd</sup>	17.3 <sup>e</sup>	6.8 <sup>cd</sup>	19.8 <sup>c</sup>	7.4 <sup>bcd</sup>	20	کاشت کرتی Flat bed planting
21.4 <sup>c</sup>	6.7 <sup>cd</sup>	19.1 <sup>d</sup>	6.9 <sup>cd</sup>	21.2 <sup>bc</sup>	6.2 <sup>de</sup>	10	
24.8 <sup>ab</sup>	7.6 <sup>ab</sup>	24 <sup>ab</sup>	7.8 <sup>ab</sup>	25.8 <sup>a</sup>	8 <sup>abc</sup>	6	
22.0 <sup>bc</sup>	6.0 <sup>d</sup>	20.7 <sup>cd</sup>	6.2 <sup>d</sup>	22.4 <sup>b</sup>	7.3 <sup>b-e</sup>	20	کاشت پشته ای Raised Row planting
23.3 <sup>abc</sup>	8.2 <sup>a</sup>	21.5 <sup>c</sup>	8.5 <sup>a</sup>	24.6 <sup>a</sup>	8.4 <sup>ab</sup>	10	
25.8 <sup>a</sup>	7.2 <sup>bc</sup>	25.0 <sup>a</sup>	7.4 <sup>bc</sup>	22.5 <sup>b</sup>	7.5 <sup>bcd</sup>	6	

\* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می باشد.

\* Similar letters in each column indicates not significantly different at 5% probability level, according to LSD test.

به نظر می رسد در سال اول بدلیل استقرار دیر هنگام گیاه و عدم گسترش بخش هوایی بوته ها، افزایش وزن خشک در واحد سطح ناشی از افزایش تعداد بوته ها در تیمارهای با تراکم بالا بود ولی در سال دوم در تیمارهای با تراکم پایین، هر چند وزن خشک تک بوته افزایش یافت به دلیل فضای مناسب برای گسترش اندام

هوایی و عدم رقابت بین بوته ای ولی در تراکم های بالا، افزایش تراکم جبران کاهش وزن تک بوته را کرده است.

کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014) هم اینگونه بیان کردند که در تراکم های بالا عملکرد افزایش می یابد، زیرا هر چند که با افزایش تراکم عملکرد تک بوته کاهش پیدا می کند ولی بوته های اضافی جبران این کاهش را می نمایند و لذا وزن خشک در واحد سطح افزایش پیدا می کند.

نتایج کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) نشان داد که زیست توده اندام های هوایی آویشن شیرازی در سال اول به طور معنی داری تحت تأثیر تراکم قرار گرفت، بطوری که بیشترین زیست توده برای بالاترین تراکم گیاهی (۱۰ بوته در متر مربع) در مقایسه با دو تراکم دیگر (۸ و ۶/۶ بوته در متر مربع) مشاهده شد.

همچنین طاهری و همکاران (Taheri et al. 2012) بر روی گیاه آویشن، صباغ و رزمجو (Sabagh and Razmjoo., 2005) بر روی گیاه اسفرزه (*Plantago pslliom*)، نجفی (Najafi., 2006) بر روی گیاه پونه سای بینالودی (*Nepeta binaludensis*)، حیدری و همکاران (Heydari et al, 2008) بر روی گیاه نعناع فلفلی عملکرد بالا را ناشی از افزایش تراکم ذکر کردند. وزن خشک ریحان (*Ocimum basilicum L.*) نیز در الگوی کاشت یک ردیفه و دو ردیفه با افزایش تراکم از ۴۰ به ۱۰۰ بوته در متر مربع به ترتیب ۸۶ و ۱۰۰ درصد افزایش یافت.

به نظر می رسد که گیاه آویشن خراسانی با توجه به کانوپی کپه ای خود گیاهی تراکم پذیر است زیرا با افزایش تراکم، ارتفاع و قطر کانوپی در تیمارهای کاشت ردیفی افزایش یافت ولی در تیمارهای کشت کرتی کاهش یافت که به نظر می رسد ریشه های ضعیف نشاء ها در سال اول به دلیل غرقابی بودن آبیاری و فشردگی خاک در کشت کرتی، نسبت به کشت ردیفی رشد کمتری داشتند ولی در سال دوم با توجه به قوی تر شدن ریشه ها و

گسترش آنها در الگوی کاشت کرتی عملکرد بیشتری بدست آمد که با نتایج (Nobahar & Pazky, 2010) همخوانی دارد.

عملکرد بذر: اثر تراکم، الگوی کاشت و اثر متقابل آنها بر عملکرد بذر در سال اول و سال دوم ( $P \leq 0.01$ ) معنی دار بود (جدول ۲). در سال اول عملکرد بذر گیاهان کاشت ردیفی و پشته ای در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع به ترتیب حدود ۴/۵ و ۲/۵ برابر آن نسبت به تراکم ۶ بوته در متر مربع بود، در صورتی که در کاشت کرتی تراکم تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت. در سال دوم در هر سه الگوی کاشت افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع افزایش کل عملکرد بذر را در پی داشت، به صورتی که این افزایش در کاشت ردیفی، کرتی و پشته ای به ترتیب حدود ۲/۴، ۲/۱ و ۱/۴ برابر بود (جدول ۵).

در این آزمایش بیشترین عملکرد ماده خشک در تیمار تراکم بالا و الگوی کاشت ردیفی بدست آمد، با توجه به این که آویشن خراسانی گیاهی است گل انتهایی و در انتهای هر شاخه گل آذین تشکیل می گردد، بنابراین تعداد گل آذین در گیاه از پوشش متراکم و تعداد شاخه تبعیت می کند و تراکم بالاتر گیاه سبب رشد بهتر گیاه و تولید بذر بیشتر می شود. در این آزمایش عملکرد بذر با وزن خشک گیاه همبستگی معنی دار ( $r=0.3^{**}$ ) داشت. در مطالعه ی سایر محققان نیز مشاهده شده است که آرایش و الگوی کاشت مناسب از طریق بهبود خصوصیات رشدی گیاه و بهبود زیست توده، افزایش عملکرد بذر را به دنبال داشته است (Torabi Jafroudi et al., 2007.; Kazemi et al., 2008; Nobahar & Pazky, 2010)

در بررسی عملکرد بذر کاکوتی افزایش تراکم از ۶ به ۱۰ بوته در متر مربع، سبب افزایش ۴۰ درصدی عملکرد بذر گردید (Amin Ghafouri., 2014) رضوانی مقدم و احمد زاده ( Rezvani Moghadam and Ahmad Zadeh., 2006) نیز با بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد سیاهدانه بیان کردند که بیشترین عملکرد در تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع و کمترین آن در ۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد. لباسچی و همکاران (Lebaschy

(et al., 2010) با مطالعه بر روی رازیانه دریافتند که عملکرد دانه در سال دوم و سوم با افزایش تراکم از ۷ به ۱۴ بوته در متر مربع افزایش ۲۰ و ۵۰ درصدی داشتند. عملکرد بذر ریحان در الگوی کاشت تک ردیفه با افزایش تراکم از ۴۰ به ۱۰۰ بوته در متر مربع ۸۶ درصد افزایش داشت، ولی در کشت دو ردیفی افزایش تراکم تأثیر معنی داری بر عملکرد بذر نداشت (Nobahar & Pazky, 2010). ایشان اظهار داشتند که در اثر کاهش فاصله ردیف‌ها (در سیستم کشت دو ردیفه) به دلیل کاهش دسترسی گیاه به منابع، رشد رویشی کاهش یافته و بین مراحل رشد رویشی و زایشی تعادل مناسبی ایجاد شده و به دنبال آن عملکرد بذر بهبود یافته است. در صورتی که با افزایش فاصله ردیف‌ها و فراهمی بیش از حد منابع، رشد رویشی شدیداً افزایش داشته و رشد زایشی و عملکرد دانه کمتر شده است.

جدول ۵: اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت بر وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد بذر و اسانس آویشن خراسانی در سال اول و سال دوم (چین اول و دوم) در شرایط مشهد.

Table 5- Interaction of plant density and planting pattern on shoot dry weight, dry seed and oil in first year and second year (1st and 2nd cut) in mashhad.

عملکرد اسانس ( کیلوگرم در هکتار )				عملکرد بذر ( کیلوگرم در هکتار )				وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار)				تراکم	الگوی کاشت
Essential oil yield (kg/ha)				Seed yield (kg/ha)				Shoots dry weight (kg/ha)					
کل	سال دوم		سال	کل	سال دوم		سال اول	کل	سال دوم		سال اول	Densit y	Cultures
	2nd cut	چین دوم	چین اول		First year	2nd cut	چین دوم		چین اول	First year	2nd cut		
62 <sup>a</sup>	29 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	112 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	84 <sup>a</sup>	12.7 <sup>a</sup>	5695 <sup>a</sup>	2700 <sup>a</sup>	3020 <sup>a</sup>	1162 <sup>a</sup>	20	کاشت ردیفی
32 <sup>c</sup>	17 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>	8.7 <sup>cd</sup>	59.7 <sup>cd</sup>	17.7 <sup>cd</sup>	42 <sup>c</sup>	5.2 <sup>bc</sup>	3121 <sup>cd</sup>	1700 <sup>cd</sup>	1421 <sup>cd</sup>	496 <sup>cd</sup>	10	<b>Row planting</b>
24 <sup>c</sup>	13 <sup>d</sup>	11 <sup>f</sup>	4.2 <sup>e</sup>	43.1 <sup>de</sup>	12.1 <sup>e</sup>	31 <sup>de</sup>	2.8 <sup>d</sup>	2199 <sup>fg</sup>	1220 <sup>e</sup>	979 <sup>ef</sup>	248 <sup>e</sup>	6	
50 <sup>b</sup>	25 <sup>b</sup>	26 <sup>b</sup>	5.5 <sup>e</sup>	81.6 <sup>b</sup>	24.6 <sup>b</sup>	57 <sup>b</sup>	3.5 <sup>cd</sup>	4330 <sup>b</sup>	2130 <sup>b</sup>	2200 <sup>b</sup>	292 <sup>e</sup>	20	کاشت کرتی
30 <sup>c</sup>	15 <sup>cd</sup>	15 <sup>de</sup>	4.9 <sup>e</sup>	47.1 <sup>cd</sup>	19.1 <sup>e</sup>	28 <sup>e</sup>	3.6 <sup>cd</sup>	2440 <sup>ef</sup>	1250 <sup>e</sup>	1196 <sup>de</sup>	285 <sup>e</sup>	10	<b>Flat bed planting</b>
21 <sup>c</sup>	9 <sup>e</sup>	12 <sup>ef</sup>	4.1 <sup>e</sup>	38.1 <sup>cd</sup>	12.1 <sup>f</sup>	26 <sup>e</sup>	2.9 <sup>d</sup>	1750 <sup>g</sup>	780 <sup>f</sup>	979 <sup>ef</sup>	240 <sup>e</sup>	6	
48 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	25 <sup>c</sup>	17.2 <sup>b</sup>	49.5 <sup>c</sup>	14.5 <sup>bc</sup>	35 <sup>d</sup>	12.3 <sup>a</sup>	3400 <sup>c</sup>	1930 <sup>bc</sup>	1470 <sup>c</sup>	950 <sup>b</sup>	20	کاشت پشته ای
31 <sup>c</sup>	16 <sup>c</sup>	15 <sup>c</sup>	9.6 <sup>c</sup>	45.7 <sup>cd</sup>	9.7 <sup>de</sup>	36 <sup>ce</sup>	6.5 <sup>b</sup>	2823 <sup>de</sup>	1366 <sup>de</sup>	1457 <sup>c</sup>	530 <sup>c</sup>	10	<b>Raised Row planting</b>
25 <sup>c</sup>	16 <sup>c</sup>	9 <sup>f</sup>	7.7 <sup>d</sup>	31.8 <sup>e</sup>	10.8 <sup>de</sup>	20 <sup>f</sup>	4.7 <sup>bcd</sup>	2379 <sup>ef</sup>	1432 <sup>de</sup>	947 <sup>f</sup>	408 <sup>d</sup>	6	

\* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

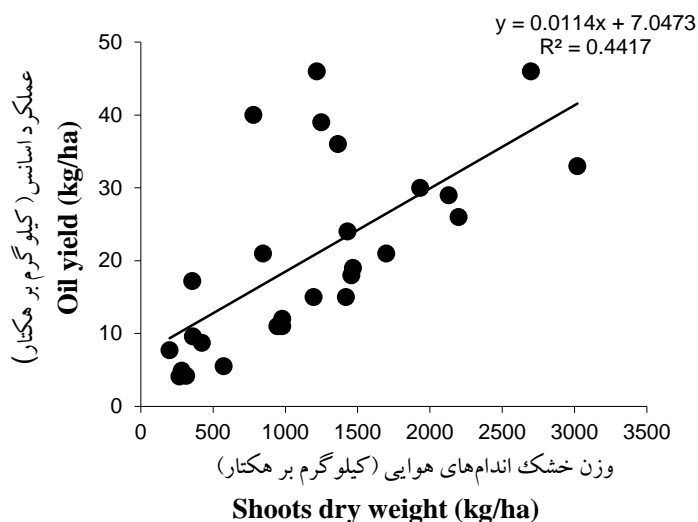
\* Similar letters in each column indicates not significantly different at 5% probability level, according to LSD test.

عملکرد اسانس: اثر تراکم، الگوی کاشت و اثر متقابل آنها بر عملکرد اسانس در هر دو سال ( $P \leq 0.01$ ) معنی دار بود (جدول ۲). در سال اول در کاشت ردیفی و پشته‌ای افزایش تراکم به ۲۰ بوته در متر مربع سبب افزایش ۵ و ۲/۲ برابری عملکرد اسانس نسبت به تراکم ۶ بوته در متر مربع شد، در صورتی که در کاشت کرتی افزایش معنی‌داری مشاهده نشد. در سال دوم با افزایش تراکم از ۶ به ۱۰ بوته در متر مربع در هیچ کدام از الگوهای کاشت تفاوتی از نظر عملکرد اسانس مشاهده نشد، ولی افزایش تراکم از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع در کاشت ردیفی منجر به افزایش ۲/۵ برابری عملکرد اسانس شد در صورتی که این افزایش در شرایط مشابه برای کاشت های کرتی و پشته‌ای دو برابر بود (جدول ۵).

در مطالعه حاضر بین زیست توده و عملکرد اسانس همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (شکل ۱) با توجه به این که اسانس گیاه آویشن در برگ‌ها و سرشاخه‌های گلدار گیاه تجمع می‌یابد، لذا در تیمار با بالاترین تراکم حداکثر عملکرد برگ و سرشاخه‌های گلدار حاصل شد و بیشترین عملکرد اسانس در واحد سطح نیز در این تیمارها تولید شد. نتایج مطالعات مختلف تبریزی (Tabrizi, 2007)، خیرخواه (Kheirkhah, 2011) و تیموری (Teimouri, 2013) روی تعدادی از گونه‌های دارویی مؤید این مطلب است. کاروبا و همکاران (Karoba et al., 2002) بر روی گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) شلابی و رازین (Shalabi and Razin., 1994) بر روی گیاه آویشن باغی نیز مشاهده کردند که عملکرد اسانس در تراکم های بالاتر نسبت به تراکم های پایین تر افزایش نشان داد.

در مطالعه دادوند سراب و همکاران (Dadvand Sarab et al., 2008) بر روی ریحان و حیدری و همکاران (Heydari et al., 2008) بر روی نعناع فلفلی (*Mentha Piperita* L.) نیز افزایش عملکرد اسانس ناشی از افزایش عملکرد ماده خشک گزارش شده است.





شکل ۱- رابطه بین وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد اسانس آویشن خراسانی

Fig. 1- The Relationship between shoot dry weight and Oil yield of thyme

\*: معنی داری در سطح احتمال پنج درصد

Significantly different at 5% probability level

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی کاشت و تراکم گیاهی خصوصیات رشدی گیاه آویشن خراسانی را تحت تأثیر قرار می دهد. به طوری که در الگوی کاشت ردیفی، افزایش تراکم گیاه از ۶ به ۲۰ بوته در متر مربع به علت فراهمی بهتر منابع نسبت به دو الگوی دیگر (کاشت پشته‌ای و کرتی) منجر به بهبود رشد گیاه شده و تولید بیشتری (عملکرد برگ و سرشاخه‌های گلدار، بذر و اسانس) را به دنبال داشته است. با توجه به این که عملکرد این گیاه به شدت تحت تأثیر تراکم و الگوی کاشت قرار گرفت، در تحقیقات آینده بررسی بررسی تیمارهای همزمان تراکم با آبیاری، تعیین فاصله مناسب بین ردیف ها در کشت ردیفی و تأثیر عملیات زراعی مختلف روی مطالعات ریشه، ضروری به نظر می رسد.

- Al-Ramamneh, EA. 2009. Plant growth strategies of *Thymus vulgaris* L. in response to Research Journal of Botany, 1: 75-84.
- Amin Ghafouri, A. 2014. Evaluation of seed production potential of perennial *Ziziphora* in low input cropping system. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Broumand reza Zadeh, Z., Rezvani Moghaddam, P., Rashed Mohasel, M.H. 2009. Effects of planting date and plant density on morphological characteristics and essential oil content of (*Trachyspermum ammi* (Linn). Sprague). Iranian Journal of Field Crops Research 40(4): 80-88 (In Persian With English Summary).
- Carrubba, A., R. La Torre and A. Matranga. 2002. Effect of the choice of different row arrangements on the bioagronomical behavior of *origanum heracleoticum*. Ln: Proc. Int. Conf. on. MAP. Eds. J. Bernath et al. Acta Hort, 576: 247-252.
- Dadvand Sarab M, Naghdi Badi H, Nasri M, Makkizadeh M, Omidi H. Changes in Essential Oil Content and Yield of Basil in Response to Different Levels of Nitrogen and Plant Density. JMP. 2008; 3 (27) :60-70(In Persian With English Summary).
- DeLaLuz, L., Fiallo, V., and Ferrada, C.R. 2002. Effect of plant density levels and harvesting management on quality of essential oil in peppermint cultivars. Indian Perfumer, 33(3): 182-196 .
- El- Gendy, S.A., Hosni, A.M., Ahmed, S.S., Omer, E.A., and Reham, M.S. 2011. Variation in herbage yield and oil composition of Sweet basil (*Ocimum basilicum*L.) Journal of Agricultural Science 9:915-933.
- Farhang Mehr, S., Akbari. Sh., Rezvan Bidakhti, S.h. 2014. Effect of planting date and plant density on flower yield and some morphological characteristics of (*Matricaria chamomilla* L.). Journal of Plant Ecology. 16 (3): 80- 89 (In Persian With English Summary).
- Heydari, F., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Aliari, H.,and Dadpoor M. R., The effects of application microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.) 2008. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, Vol. 24, No. 1, (In Persian With English Summary).
- Kazemi, Z., Esmaeili, M., Amini, A., Bankehsaz, M., and Moarefiyan, A. 2008. Effects of planting pattern and plant density changes on yield and yield components of two cultivars of maize. Quart. J. Agric. Natural Res. Eng., 26: 38-45. (In Persian With English Summary).
- Khazaie, H.R., Najafi, F., and Bannayan, M. 2008. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage, biomass and oil production of thyme (*Thymus vulgaris*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). Industrial crop production, 27: 315-321.
- Kheirkhah, M. 2011. Ecological characteristics of *Ziziphora clinopodioides* Lam. In natural habitats and evaluation of possibility for domestication under low input cropping systems. PhD Thesis, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Bakhshaei, S., Tabarei, A ., and Jaafari, L. 2014. The effect of plant density and planting pattern on yield and quality of medicinal plant (*Lallemantia royleana* Benth.). Journal of Agroecology. 6 (2). 229-237(In Persian With English Summary).

- Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., and Mohamad Abadi, A. A. 2011. The effect of three methods for high density planting corms and some of agronomic characteristics and behaviors of saffron corms. *Journal of Horticultural Science*. 42(4): 379-391 (In Persian With English Summary).
- Lbaschy, M.j., Sharifi Ashour Abadi, A., and Bakhtiari Ramezani, M. 2010. Assessment of the effect of plant density on yield of fennel (*Feoniculum vulgare* Mill) in cold dry land areas. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 26 (1): 121 -132. (In Persian With English Summary).
- Mehrpouyan, M., Faramarzi, A., Jaefari, A. and Siyami K. 2010. The effect of different methods and different dates of sowing on yield and yield components in two cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Pulses Research* . 1, (1), p. 9-17 (In Persian With English Summary).
- Miri, R., Ramezani, M., Javidnia, K., and Ahmadi, L. 2002. Composition of the volatile oil of (*Thmus transcaspicuse* klokov) from Iran. *Flavour Fragrance Journal*. 17: 245- 246 (In Persian With English Summary).
- Moaveni, P., Farahani, H.A., Maroufi, K. 2011. Effect of sowing date and planting density on quantity and quality features in thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Advances in Envi- ronmental Biology*,5 (7):1706-1710.
- Moradi, A. 2011. Quantitative analysis of the development of the egg paper pumpkin cucurbita pepo L. in response to plant density and nitrogen fertilizer. M.S.C Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. 86 p.
- Mozafarian, M. J. 2005. Recognition of medicinal plants and the problems. Articles Collections of the National Conference on Sustainable Development of Medicinal Plants. In Mashhad. Pp. 13-14.
- Naghdi Abadi, H., Maki Zadeh Tafti, M. 2003. Review of the (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Medicinal Plants*. 7: 1-12. (In Persian With English Summary).
- Naghdi Abadi, H., Yazdani, D., Nazari, F., and Mohammad Ali, S. 2002. Seasonal variations in yield and composition of essential oil of (*Thymus vulgaris* L.) at different planting densities. *Journal of Medicinal Plant*. 5: 51-57. (In Persian With English Summary).
- Najafi, F. 2006. Evaluation of ecological criteria of *Nepeta binaludensis* Jamzad for domestication under low input agroecosystems. PhD Thesis, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- Nobahar, A., Pazky, A. 2010. The assessment of the effect of variety, planting and planting density on yield and essential oil of basil herb (*basilicum ocimum* L.). *Journal of Agronomy*. 6 (20). 81-92. (In Persian With English Summary).
- Omid beigy, R. 1995. Approaches of producing and processing of medicinal plants. Volume Fekr Rooz Press. Page 283 (In Persian).
- Razmjoo. Kh. and Sabagh, M. 2005. The effect of density on qualitative and quantitative yield medicinal plant populations plantago (*Plantago Psyllium* L.). M.S.C Thesis. Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology . Iran. (In Persian with English Summary)

- Rechinger, K.H. 1982. Flora Iranica. *Otostegia persica* (Labiatae). Akademische Druck-U. Verlagsanstalt. Austeria. 152: 544- 545.
- Rezvani Moghaddam. and Ahmadzadeh Motlagh, M. 2007. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa*) in Islamabad-Ghayein. Pajouhesh & Sazandegi No:76 pp: 62-68. (In Persian with English Summary).
- Sarmadnia, G., and Koocheki, A. 2003. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Mashhad, Iran 387 pp. (In Persian).
- Shalaby, A.S., and Razin, A.M. 1994. Cultivation and fertilization for higher yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Hort. Absts. 64: 1375.
- Tabrizi, L. 2007. Assessment of ecological characteristics of the species of (*Thymus transcaspicus* Klokov) in natural and domesticated feasibility in low input farming system. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- Taheri, R., Lebaschy, M.H., Zakerin, A., Bakhtiari Ramezani, M., Borjian, A. and Makkizadeh Tafti. M. 2013. Effects of plant densities on quantitative and qualitative characteristics of four *Thymus* species under dry farming condition of Damavand. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, Vol. 29, No. 3, 110 -118.
- Teimouri, M. 2013. Ecological characteristics if Gol-e-Arvane (*Hymenocrater platystegius*) in natural habitats and evaluation of possibility for domestication under low input cropping system. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- Torabi Jafroudi, A., Hasanzadeh, A., and Fayaz Moghadam, A. 2007 . Effects of plant population on some morphoygiological charactenstics of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. J. Pajo. Saz., 47: 63-71. (In Persian With English Summary)
- Zadbar, M., Arzani, H., Azimi, M.S., Mozafarian, V.A., Shad, Gh.A., Saghafi, F., Tavakoli, H., Amir Abadi, H., and Naseri, S. 2011. Rangeland monitoring in the North East of Iran. Iranian journal of Range and Desert Reseach. 18 (2): 88 (In Persian With English Summary)
- Zaman Khan, A., Shah, P., Khalil, K., and Taj, F.H. 2003. Influence of planting date and plant density on morphological traits of determinate and indeterminate soybean cultivars under temperate environment. Pakistan Journal of Agronomy. 2, 146-152.

# **Evaluation of Quantitative and qualitative characteristics of *Thymus (Thymus transcaspicus L.)* affected by plant density and planting pattern under a low input cropping systems**

## **Introduction**

Khorasan thyme (*Thymus transcaspicus* Klokov) is native of Iran and Turkmenistan with a limited distribution in the Northeast of Iran from 1700 to 2800 m altitude. Although this species is native to Iran, there is not much information about its cultivation. For cultivation of medicinal and aromatic plants at field conditions, different management practices are required, including method of propagation, time of planting, plant density, nutrient and water requirements and competition with weeds. The purpose of the present study was to evaluate the performance of Khorasan thyme under different density and planting pattern.

## **Materials and Methods**

This study was conducted in the years 2012 and 2013 growing seasons at the research station of the College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (latitude:36.158N, longitude: 59.288E, 928 m) in the central part of Khorasan province, Seeds were planted under glasshouse conditions in trays containing cocopeat. 66-days-old seedlings were transplanted to the experimental plots. Glasshouse temperature was adjusted at  $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$  during the day and  $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$  at night. These seedlings were transplanted in the field on 10 May 2012 as spring cultivation with Three density of 6, 10 and 20 plants per square meter and three planting pattern ( Row, Flat bed, Raised Row). For the harvest time, one cut on 16 August 2012 and two cuts on 22 May and 23 August 2013 were performed. At each harvest, from 0.5 m<sup>2</sup> area in each plot, plants were harvested from the soil surface and dried under shaded conditions. Dry matter yield and plant parts (Plant height, Plant diameter leaf, stem and flower) proportions, were determined. Essential oils from the dried aerial parts were isolated by hydrodistillation using a Clevenger-type apparatus for 3 h. Data analysis was made using MSTATC statistical software and means were compared by LSD Multiple Range test at  $p < 0.05$ .

## **Results Discussion**

Optimum planting density is a key factor to achieve maximum crop production. Our results showed that the interaction between density and planting pattern were significant ( $P \leq 0.01$ ) for plant height and diameter, dry matter yield, seed and essential oil yield . In both years, an increases in density from 6 to 20 plants per square meter increased height and diameter in row planting, but showed a negative effect in the Flat bed and Raised Row planting. In the first and the second year (1st and 2nd cut ), increasing density from 6 to 20 plants per square meter increased shoot dry weight, 4.6 and 2.5 times respectively under row planting. In the first year, increasing of density from 6 to 20 plants per square meter caused to increase in seed yield as 4.1 times under row planting. but no increase in the Flat bed and Raised Row planting. In the second year (both cut) the highest seed yield was gained in row planting by 20 plants per square meter (112 kg per hactar) which it was more 38 and 129 percent than same density in flat bed and raised row plant, respectively. In both years, essential yield was increased by increasing of density from 6 to 20 plants in the squar meters. Under all three patterns planting the highest yield was obtained in row planting by 20 density..

## **Conclusion**

Increasing density for 6 to 20 plants per square meter under row planting pattern increased dry matter yield compared with planting patterns. More reaserches on how to improve plant growth under these conditions and attempts to enhance resources efficiency will be needed for thymus transcaspicus production.

## **Keywords:**

Seed yield, plant diameter, raised row planting, row planting, dry matter.