

تأثیر روش های کاربرد نیتروژن و تراکم بوته بر رشد، عملکرد، اسانس و ماده مؤثره

آویشن دارویی (*Thymus vulgaris* L.) در منطقه های معتدل و سرد^۱

EFFECTS OF NITROGEN APPLICATION METHODS AND PLANT DENSITY ON GROWTH, YIELD, ESSENTIAL OIL AND OIL COMPOSITIONS OF THYME (*THYMUS VULGARIS* L.) IN TEMPERATE AND COLD REGIONS

رضا جباری، مجید امینی دهقی، سید علی محمد مدرس ثانوی، علاءالدین کردنائیج و فاطمه گنجی ارجنکی^۲

چکیده

آویشن (*Thymus vulgaris* L.) از مهمترین گیاهان تیره نعناع سانان و به صورت ترکیب های معطر غذایی در بیشتر فرآورده های مهم استفاده می شود. این گیاه با داشتن اسانس و مواد مؤثره دارویی یکی از پرکاربردترین و ارزشمندترین گیاهان دارویی (به عنوان دارو، ادویه و عطر) جهان می باشد. در این پژوهش تأثیر ۳ سطح از روش های کاربرد نیتروژن شامل (عدم کاربرد، ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت دست پاش، ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت محلولپاشی) و در ۲ سطح تراکم گیاه (۱۰ و ۱۶ بوته در مترمربع) بررسی شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۷ در منطقه آزادبدر در جاده کرج چالوس که در جبهه جنوبی البرز مرکزی واقع شده است به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که محلولپاشی نیتروژن وزن تر، وزن سایه خشک، وزن ماده خشک، درصد و عملکرد اسانس و تیمول را افزایش داد. تراکم بیشتر گیاه، وزن تر، وزن خشک و ماده خشک آویشن را افزایش و عملکرد اسانس، تیمول، کارواکرول و پاراسیمین را کاهش داد. همچنین بیشترین کارواکرول و پاراسیمین در تیمار شاهد به دست آمد. بنابراین، تغذیه برگ آویشن با نیتروژن روی آویشن بیشترین تأثیر را بر عملکرد بخش رویشی و درصد و عملکرد تیمول داشت.

واژه های کلیدی: آویشن (*Thymus vulgaris* L.)، اسانس، تراکم، تیمول، روش کاربرد نیتروژن.

مقدمه

آویشن گیاهی خشبی، چند ساله با شاخه های فراوان (۳۳) که شاخه ها عمودی، باریک و چهارگوش به طول ۲۵ تا ۵۰ سانتیمتر که از قاعده رشد کرده و قسمت پائینی چوبی است. برگ ها متقابل، کوچک، نیزه ای شکل^۳، بدون نوک و بی دم^۴ می باشند (۳۳، ۲۷، ۱۸، ۱۷). آویشن محتوی ۰/۸ تا ۲/۶٪ (به طور معمول ۱٪) اسانس است که قسمت اعظم آن را فنل ها، هیدروکربن های مونوترپنی و الکل تشکیل می دهند. تیمول جزو اصلی

۱- تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۲۹

۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد (re_jabbari@yahoo.com) دانشگاه شاهد، استادیار دانشگاه شاهد، استاد دانشگاه تربیت مدرس، استادیار دانشگاه شاهد و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شاهد، تهران، جمهوری اسلامی ایران.

ترکیب های فنلی در گیاه آویشن است. گیاه آویشن با دارا بودن اسانس و مواد مؤثره دارویی دیگر (متابولیت های ثانویه) یکی از پرکاربردترین و ارزشمندترین گیاهان دارویی (به عنوان دارو، ادویه و عطر) جهان است. کاربرد آن در ابعاد وسیع در جهان به ویژه در صنایع داروسازی، غذایی و مبارزه بیولوژیکی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. آمریکا و اروپا بزرگترین مصرف کننده آویشن در جهان هستند. به کارگیری صحیح و مناسب عناصر غذایی در کشت گیاهان دارویی باعث افزایش کمیت و کیفیت مواد مؤثره و همچنین عملکرد بالا می‌شود (۲، ۳). هدف تولید تجاری گیاهان دارویی، به دست آوردن مقدار زیست توده^۱ بیشتر در واحد سطح است که محتوی مقادیر بالاتری از مواد مؤثره باشد. نیازهای کودی از جمله مهمترین عواملی هستند که بر روی تولید مؤثر است. کودها می‌توانند تأثیر مثبت یا منفی بر مواد مؤثره گیاهان دارویی بگذارند. که دریافتن این موضوع، مستلزم انجام بررسی های دقیق تغذیه‌ای می‌باشد (۲۴). کمبود نیتروژن، نمو فنولوژیکی مراحل رویشی و زایشی را به تأخیر انداخته و سرعت جوانه‌زنی، سرعت گسترش و دوام سطح برگ را کاهش می‌دهد. در این شرایط راندمان استفاده از نور خورشید نیز کاهش می‌یابد (۳۶). نیاز جذب عناصر غذایی در گیاهان به شستشوی نیترات، آلودگی آب های زیرزمینی و بازده کاربرد کود وابسته است (۲۹، ۲۶). یکی از کاربردهای نیتروژن به صورت تغذیه برگی است (۲۲). اکبری‌نیا و همکاران (۱) اثر کود نیتروژن و تراکم بر عملکرد بذر، اسانس و روغن گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) را مورد بررسی قرار دادند. تیمارهای کودی نیتروژن شامل ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار و تیمارهای تراکم شامل ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ بوته در متر مربع بود که بیشترین درصد و عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و بیشترین عملکرد بذر، عملکرد اسانس با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد و کمترین عملکرد بذر در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید. همچنین بالاترین درصد و عملکرد اسانس مربوط به تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بود که با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری نداشت. در آزمایشی دیگر اثر کود نیتروژن در ۴ سطح (۰، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار) روی آویشن بررسی شد. نتایج نشان داد که نیتروژن رشد رویشی گیاه را افزایش داد و تأثیری روی میزان اسانس و ترکیب های ماده مؤثره، تیمول، کارواکرول، پاراسیمن نداشت (۱۵). در پژوهشی روی ریحان، در ۳ تراکم (۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در متر مربع) و کاربرد نیتروژن و عدم کاربرد نیتروژن گزارش شد که بالاترین میزان ماده خشک و درصد و عملکرد اسانس زیر تأثیر کشت در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع به همراه کاربرد کود قرار گرفت (۱۳). همچنین نتایج بررسی تأثیر نحوه کاربرد کود نیتروژن در خاک و محلولپاشی کود مایع بر ویژگی های گیاه دارویی کدو تخمه کاغذی، حاکی از این بود که کاربرد کود، تأثیر بسیار زیادی بر ویژگی های مورد بررسی گذاشته است (۸). عباس‌زاده و همکاران (۹) به منظور بررسی تأثیر محلولپاشی کود نیتروژن‌دار بر عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه، ۶ سطح از کود نیتروژن خالص به فرم اوره با مقادیر (صفر، ۳، ۴/۵، ۶، ۷/۵ و ۹٪) در ۳ قسمت مساوی روی گیاه محلولپاشی نمود. نتایج به دست آمده از آزمایش نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود بر عملکرد ماده خشک و ارتفاع گیاه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین مشخص نمود که تیمار ۴/۵٪ با میانگین بیشترین تولید ماده خشک در هر بوته و بالاترین ارتفاع و نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. در حالی که استفاده از سطوح ۷/۵ و ۹٪ محلول اوره باعث کاهش عملکرد نسبت به تیمارهای ۴/۵ و ۶٪ گردید. همچنین استفاده از روش محلولپاشی می‌تواند ضمن افزایش عملکرد گیاه موجب کاهش آلودگی های ناشی از کاربرد زیاد کودهای نیتروژنی باشد. افزایش روزافزون قیمت کودهای شیمیایی در جهان، ضرورت اقتصادی

بودن تولید، آلودگی آب های زیرزمینی و تخریب ساختار خاک در اثر کاربرد بی‌رویه و نا آگاهانه کودهای شیمیایی مشکلاتی هستند که باید با روش های مناسب آن ها را حل کرد. امروزه سیاست بهینه‌سازی کاربرد کود در دنیا مطرح می‌باشد و تغذیه برگی روشی برای کاهش کاربرد کودهای شیمیایی و خطرهای محیطی آن ها است. همچنین با تغذیه برگی می‌توان عناصر غذایی را در اسرع وقت در اختیار گیاه گذاشت. در این روش عناصر غذایی به طور مستقیم در اختیار شاخساره یا میوه قرار می‌گیرد (۱۱). در این پژوهش بهترین روش کاربرد نیتروژن در مناسبترین تراکم روی آویشن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اردیبهشت سال ۱۳۷۸ در کرج در منطقه آزادبر در جبهه جنوبی البرز مرکزی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار جهت بررسی تأثیر سطوح نحوه کاربرد کود نیتروژن و تراکم بر رشد، نمو، عملکرد اسانس، درصد اسانس، تیمول، کارواکول و پارا سیمن گیاه دارویی آویشن اجرا شد. تیمارهای نحوه کاربرد نیتروژن شامل (عدم کاربرد، ۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت دست پاش، ۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت محلولپاش) و سطوح تراکم (۱۰ بوته در متر مربع و ۱۶ بوته در متر مربع) بود. دانهال های ریشه‌دار آویشن باغی (*Thymus vulgaris L.*) جهت کشت از پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهیه شد و هنگامی که به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر رسیدند، از گلخانه به مزرعه منتقل و کشت شدند. بعد از عملیات کاشت آبیاری صورت گرفت. مبارزه با علف های هرز در ۳ مرحله به صورت دستی انجام گرفت. کاربرد تیمارهای نیتروژن در هفدهم مرداد ۱۳۸۷ انجام شد. محلولپاشی به هنگام عصر در شرایط کم شدن اشعه مستقیم نور خورشید و شرایط بدون باد انجام شد. برای کاربرد دست پاش کود، شیاری در ۵ سانتیمتری پای بوته ایجاد و کود درون آن ریخته شد و روی آن با خاک پوشانده شد. آبیاری تا اوایل تیر ماه هر ۱۰ روز و بعد از آن که گیاه به شرایط مطلوب سبزینه‌ای رسید، هر ۱۲ تا ۱۴ روز تا پاییز ادامه پیدا کرد. آخرین مرحله مبارزه با علف - هرز به قبل از کاربرد تیمارها موکول شد. برای محلولپاشی سمپاش کالیبره گردید و کود در داخل آب به صورت محلول در آمده و استفاده شد. برداشت نمونه‌ها در شهریور ۱۳۸۷ که بیشتر بوته‌ها به گل نشستند بودند انجام گردید. از ردیف وسط کرت‌ها نمونه‌گیری انجام و تعداد ۵ بوته از ارتفاع ۱۰ سانتیمتری از سطح خاک برداشت و توزین شد سپس نمونه‌ها در دمای اتاق در سایه، به دور از نور به مدت ۳ هفته خشک و برای تعیین عملکرد ماده خشک، نمونه در آون ۷۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و عملکرد ماده خشک به دست آمد. جهت استخراج اسانس مقدار ۴۰ گرم از شاخساره سایه خشک آویشن (شامل برگ ها، سرشاخه‌ها و گل ها) همراه با ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به درون بالن مخصوص دستگاه کلونجر ریخته و عمل اسانس‌گیری با حرارت دادن بالن محتوی آب و گیاه شروع گردید. استخراج اسانس، به مدت ۳ ساعت ادامه یافت و حجم اسانس استخراج شده به طور مستقیم از روی لوله مدرج جمع‌آوری اسانس خوانده شد و برای جداسازی اسانس در صورت مخلوط شدن با آب از ماده سولفات پتاسیم (Na_2SO_4) استفاده شد. اسانس در داخل شیشه کدر و به یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل شد (۱۲، ۲۳). برای اندازه‌گیری ترکیب های اسانس از دستگاه GC با مشخصات زیر استفاده شد: UNICUM 4880؛ نوع ستون: (فاز ثابت) Pack OV ۰/۳؛ طول ستون: ۲ متر؛ دمای ستون: ۶۰ تا ۱۹۵ درجه سلسیوس. ۲ دقیقه در ۶۰ درجه سلسیوس، افزایش دما با سرعت ۸ درجه در دقیقه و سپس ۵ دقیقه در ۱۹۵ درجه سلسیوس؛ دمای محل تزریق: ۲۵۰ درجه سلسیوس؛ نوع دتکتور: FID؛ حجم تزریق: ۰/۲ میکرولیتر؛ گاز حامل (فاز متحرک): نیتروژن و هیدروژن. برای تهیه استاندارد از تیمول خالص مرک استفاده شد. پیک تیمول، بعد

از تزریق استاندارد تیمول در زمان ۱۰ دقیقه و ۴۷ ثانیه ظاهر شد. برای تهیه استاندارد کارواکرول (شکل ۲-۱-۵) از کارواکرول آلدریج ۹۸٪ استفاده شد. (Cat: ۲۸'۲۱۹-۷) (C₁₀H₁₄O) (۵-ایزو پروپیل-۲-متیل فنل ۹۸٪) بعد از تزریق، پیک کارواکرول در زمان ۱۱ دقیقه مشاهده شد. برای تهیه استاندارد پارا سیمن از پارا سیمن (پی سیمول) آلدریج ۹۹٪ استفاده شد. (Cat: ۱۲'۱۴۵-۲) (CH₃C₆H₄CH(CH₃)₂) بعد از تزریق، پیک پارا سیمن در زمان ۴/۷ دقیقه مشاهده شد.

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه.

Table1. Characteristics of physical and chemical properties of field soil.

عمق نمونه برداری	بافت خاک	PH	N کل (%)	P (ppm)	K (ppm)	Fe (ppm)
0-60	لومی رسی	7.2	0.196	29.2	400	24

ابتدا تبدیل دادهایی که به صورت درصد بودند انجام شد، سپس تجزیه داده ها و Slice به دست آمده از آزمایش به وسیله نرم افزار SAS انجام گرفت و میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن ($P \leq 0/05$) مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

عملکرد وزن تر در هکتار

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که نحوه کاربرد نیتروژن، تراکم و برهمکنش آن ها روی عملکرد وزن تر در هکتار تأثیر معنی دار داشته است ($P \leq 0/01$). به طوری که هر ۲ نحوه کاربرد نیتروژن نسبت به شاهد برتری نشان داد و نحوه کاربرد به روش محلولپاشی و دست پاش نسبت به تیمار شاهد برتری معنی دار نشان دادند (جدول ۲). اثر تراکم بر عملکرد وزن تر در هکتار نشان داد که با افزایش تراکم از ۱۶ به ۱۰ بوته در متر مربع عملکرد وزن تر افزایش یافت (جدول ۳). مقایسه میانگین برهمکنش ها حاکی از آن بود که با محلولپاشی در تراکم ۱۶ بوته بیشترین عملکرد در هکتار حاصل شده است (جدول ۴).

عملکرد سایه خشک در هکتار

عملکرد سایه خشک آویشن زیر تأثیر تیمارهای نحوه کاربرد نیتروژن و تراکم و برهمکنش آن ها تفاوت معنی داری را نشان داد ($P \leq 0/01$). مقایسه میانگین نحوه کاربرد نیتروژن مشخص نمود که محلولپاشی نسبت به شاهد و کاربرد دست پاش برتری داشته و این حاکی از این است که نیتروژن به هر ۲ صورت کاربرد، روی عملکرد سایه خشک در آویشن تأثیر داشته است ولی محلولپاشی مؤثرتر است (جدول ۲). همچنین مقایسه تراکم حاکی از آن است که با افزایش تراکم بوته (۱۶ بوته در متر مربع) وزن سایه خشک در هکتار افزایش یافت (جدول ۳). تراکم ۱۶ بوته در متر مربع زیر تأثیر محلولپاشی نیتروژن بالاترین عملکرد سایه خشک را در هکتار داشت و کمترین عملکرد مربوط به شاهد و تراکم ۱۶ بوته در متر مربع بود (شکل ۱).

جدول ۲- اثر سطوح نحوه کاربرد نیتروژن بر عملکرد آویشن دارویی (*Thymus vulgaris*).

Table 2. Effect of nitrogen application methods on thyme (*Thymus vulgaris*) yield.

عملکرد اسانس (L ha ⁻¹) essential oil yield	درصد اسانس Oil percentage	عملکرد ماده	عملکرد	عملکرد وزن تر	نحوه کاربرد نیتروژن Nitrogen application method
		خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg ha ⁻¹)	سایه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry shade (kg ha ⁻¹) yield	(کیلوگرم در هکتار) Fresh yield (kg ha ⁻¹)	
17.98c	1.16a	968.7c	1217.7c	4377.4c†	Control
20.48b	1.18a	1257.8b	1612.8b	6652.8 b	Soil application
38.02a	1.17a	2152.7a	2681.3a	9039a	Foliar application

† Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using DMRT.

† میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- اثر سطوح مختلف تراکم بر عملکرد آویشن دارویی (*Thymus vulgaris* L.).

Table 3. Effect of plant density on thyme (*Thymus vulgaris* L.) yield.

عملکرد اسانس (L ha ⁻¹) essential oil yield	درصد اسانس Oil percent	عملکرد ماده	عملکرد	عملکرد وزن تر	تراکم Density (Plant m ⁻²)
		خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg ha ⁻¹)	سایه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry shade yield (kg ha ⁻¹)	(کیلوگرم در هکتار) Fresh yield (kg ha ⁻¹)	
27.17a	1.18a	1344.4b	1721.9b	5730.9b†	10
23.82b	1.16a	1575.1a	1953.6a	7630.5a	16

† Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using DMRT.

† میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

عملکرد ماده خشک در هکتار

نحوه کاربرد نیتروژن، تراکم و برهمکنش روی عملکرد ماده خشک آویشن در هکتار تأثیر معنی‌داری را نشان داد ($P \leq 0.01$). به طوری که در محلولپاشی بیشترین تأثیر روی عملکرد ماده خشک مشاهده شد (جدول ۲) با افزایش تراکم آویشن در واحد سطح تا ۱۶ بوته در متر مربع عملکرد ماده خشک در هکتار افزایش یافت. برهمکنش تراکم و نحوه کاربرد نیتروژن در محلولپاشی و تراکم ۱۰ بوته بیشترین عملکرد ماده خشک را در هکتار نشان داد (جدول ۴).

جدول ۴- برهمکنش روش‌های سطوح کاربرد نیتروژن و تراکم بر عملکرد آویشن دارویی (*Thymus vulgaris* L.)

Table 4. Interaction effect of nitrogen application method and plant density on thyme (*Thymus vulgaris* L.) yield.

درصد اسانس Oil percenteg	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد وزن تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh yield (kg ha ⁻¹)	نحوه کاربرد نیتروژن N application	Density
1.17a	881.28c	3675.6c	Control	10
1.18a	1207.55b	5254.7b	Soil application N	
1.17a	1994.6a	8262.7a	Foliar application N	
1.14a	1056.28c	5079.2c	Control	16
1.18a	1308.2b	7997b	Soil application N	
1.16a	2360.9a	9815.4a	Foliar application N	

† Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using DMRT.

† میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

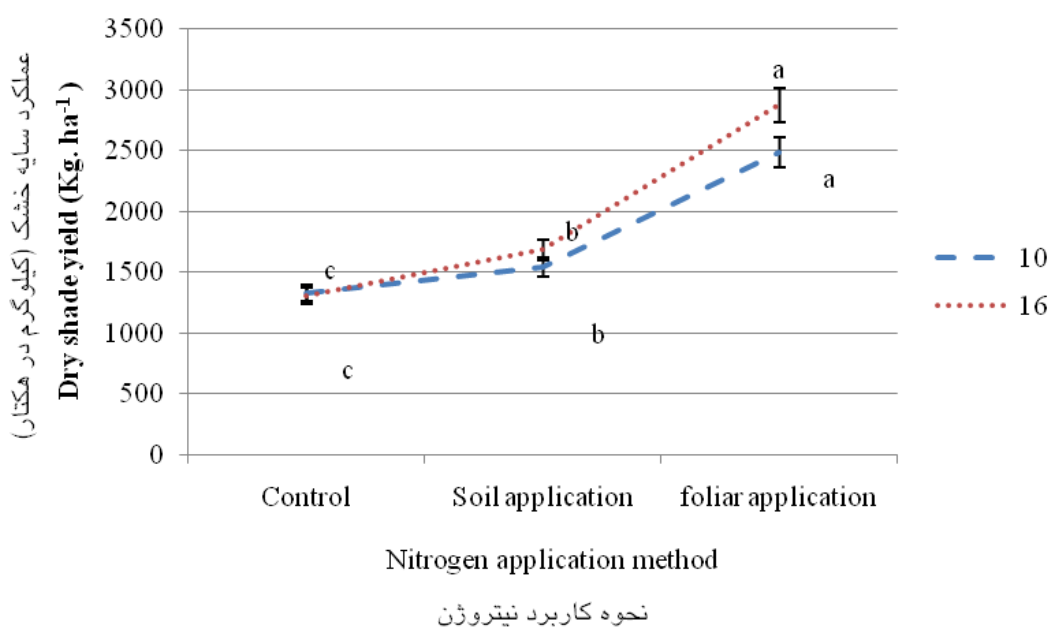


Fig. 1. Effect of nitrogen application method and plant density on thyme (*Thymus vulgaris* L.) dry shade yield.

شکل ۱- اثر نحوه کاربرد نیتروژن × تراکم بر عملکرد سایه خشک آویشن (*Thymus vulgaris* L.).

درصد اسانس

درصد اسانس زیر تأثیر نحوه کاربرد نیتروژن، تراکم و برهمکنش آن‌ها قرار نگرفت.

عملکرد اسانس

عملکرد اسانس آویشن زیر تأثیر نحوه کاربرد نیتروژن، تراکم و برهمکنش آن‌ها معنی‌دار شد ($P \leq 0.01$). محلولپاشی نیتروژن عملکرد اسانس را در هکتار افزایش داد. محلولپاشی نیتروژن نسبت به روش دست‌پاش و شاهد عملکرد اسانس را بیشتر افزایش داد (جدول ۲). با افزایش تراکم عملکرد اسانس کاسته شد (جدول ۳). با افزایش تراکم در کاربرد محلولپاشی عملکرد اسانس کاسته شده اما این کاهش معنی‌دار نبوده است. تیمار محلولپاشی در تراکم ۱۰ بوته در متر مربع عملکرد بیشتری را تولید کرد و این نتیجه در مورد کاربرد دست‌پاش و شاهد نیز مشاهده شد، با این تفاوت که عملکرد اسانس برای شاهد و دست‌پاش معنی‌دار شد (شکل ۲).

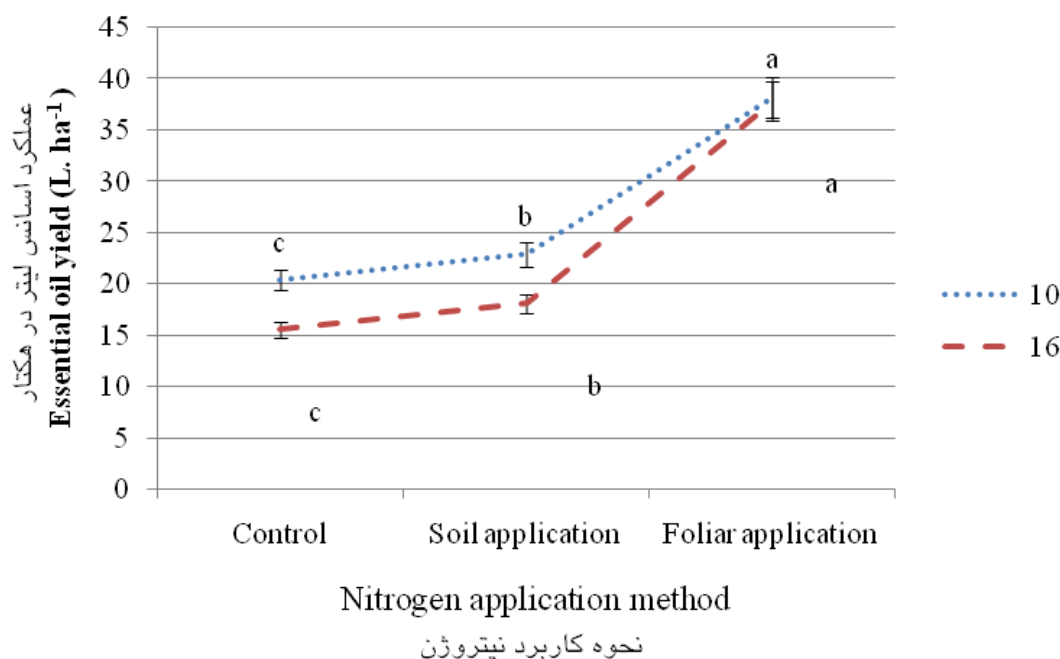


Fig. 2. Effect of nitrogen application method and plant density on thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil yield.

شکل ۲- اثر نحوه کاربرد نیتروژن × تراکم بر عملکرد اسانس آویشن دارویی (*Thymus vulgaris* L.).

درصد تیمول در اسانس

تجزیه واریانس داده‌های درصد تیمول در آویشن زیر تأثیر نحوه کاربرد نیتروژن، تراکم و برهمکنش آن‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P \leq 0.01$). محلولپاشی نسبت به دست‌پاش و شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند و بالاترین درصد تیمول در کاربرد نیتروژن به صورت محلولپاشی بود (جدول ۴) همچنین با افزایش تراکم درصد تیمول کاهش نشان داد به طوری که تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بالاتری از تیمول را نشان داد (جدول ۵) برهمکنش نحوه کاربرد نیتروژن و تراکم در تیمار محلولپاشی نیتروژن و تراکم ۱۰ بوته بالاترین سطح تیمول و در کاربرد دست‌پاش و شاهد در تراکم ۱۰ بوته بالاتری از درصد تیمول را نسبت به تراکم ۱۶ بوته نشان داد.

جدول ۵- اثر سطوح مختلف تراکم بر ماده مؤثره آویشن دارویی (*Thymus vulgaris* L.).

Table 5. Effect of plant density on thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition.

عملکرد کارواکرویل (کیلوگرم در هکتار) Carvacrol yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد پارا - عملکرد تیمول		کارواکرویل (%) Carvacrol	پارا-سیمن (%) P-cymen	تیمول (%) Thymol	تراکم Density (Plant m ⁻²)
	سیمن (کیلوگرم در هکتار) P-cymen yield (kg ha ⁻¹)	تیمول (کیلوگرم در هکتار) Thymol yield (kg ha ⁻¹)				
0.27b	0.75a	10.93a	0.069a	0.18a	1.86a	10
0.32a	0.7a	5.7b	0.044b	0.09b	0.99b	16

† Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using DMRT.

† میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

درصد پارا سیمن و درصد کارواکرویل در اسانس

تجزیه واریانس نشان داد که درصد ترکیب های کارواکرویل و پارا سیمن زیر تأثیر نحوه کاربرد، تراکم و برهمکنش آن‌ها در سطح ۱٪ و همچنین برهمکنش کارواکرویل در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار را نشان داد. مقایسه میانگین ترکیب های پارا سیمن و کارواکرویل در شاهد در بالاترین سطح و در کاربرد دست پاش در پایین‌ترین سطح قرار گرفت (جدول ۶).

جدول ۶- اثر سطوح نحوه کاربرد نیتروژن بر ماده مؤثره آویشن دارویی (*Thymus vulgaris* L.).

Table 6. Effect of nitrogen methods application on thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition.

عملکرد کارواکرویل (کیلوگرم در هکتار) Carvacrol yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد پارا عملکرد تیمول		کارواکرویل (%) Carvacrol	پارا سیمن (%) P-cymen	تیمول (%) Thymol	نحوه کاربرد Application method
	سیمن (کیلوگرم در هکتار) P-cymen yield (kg ha ⁻¹)	تیمول (کیلوگرم در هکتار) Thymol yield (kg ha ⁻¹)				
0.42a	1.16a	3.15c	0.08a	0.22a	0.82c	Control
0.18c	0.33c	5.7b	0.03c	0.07c	1.34b	Soil application N
0.28b	0.68b	16.8a	0.05b	0.12b	2.11a	Foliar application N

† Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using DMRT.

† میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

درصد کارواکرول و پارا سیمن در تراکم ۱۰ بوته بیشترین و با افزایش تراکم کاهش یافت به طوری که تراکم ۱۶ بوته در متر مربع کمترین درصد ترکیب‌ها را نشان داد (جدول ۵). مقایسه برهمکنش‌های نشان داد که تیمار شاهد با ۱۰ بوته در متر مربع در هر ۲ ترکیب کارواکرول و پارا سیمن بالاترین سطح را ایجاد کرد، در حالی که کمترین درصد پارا سیمن در روش دست پاش با تراکم ۱۶ بوته و محلولپاشی با ۱۶ بوته در متر مربع مشاهده شد و کمترین درصد کارواکرول در کاربرد دست پاش با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع بود (جدول ۷). ضریب‌های همبستگی ساده بین ویژگی‌های آویشن در جدول ۸ آمده است.

جدول ۷- برهمکنش روش‌های سطوح کاربرد نیتروژن و تراکم بر ماده مؤثره آویشن دارویی (*Thymus vulgaris* L.)

Table 7. Interaction effect of nitrogen application method and plant density on thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition.

عملکرد کارواکرول (کیلوگرم در هکتار) Carvacrol yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد پارا سیمن (کیلوگرم در هکتار) P-cymen yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد تیمول (کیلوگرم در هکتار) Thymol yield (kg ha ⁻¹)	کارواکرول (%) Carvacrol	پارا-سیمن (%) P-cymen	تیمول (%) Thymol	روش کاربرد نیتروژن N application	Density
0.37a	1.05a	5.07c	0.097a	0.29a	1.24c	Control	10
0.15c	0.7b	8.15b	0.04c	0.11c	1.77b	Soil N application	
0.3b	0.5c	19.57a	0.07b	0.15b	2.56a	Foliar N application	
0.47a	1.27a	1.2c	0.062a	0.16a	0.39c	Control	16
0.22b	0.67b	3.35b	0.03c	0.025c	0.92b	Soil N application	
0.27b	0.17c	12.6a	0.04b	0.08b	1.66a	Foliar N application	

† Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using DMRT.

‡ میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۸- ضریب همبستگی ساده بین ویژگی های آویشن (*Thymus vulgaris L.*)

Table 8. Simple correlation coefficients between traits of thyme (*Thymus vulgaris L.*).

	Oil percentage درصد اسانس	Fresh yield عملکرد وزن تر	Dry shade yield عملکرد سایه خشک	Dry matter yield عملکرد ماده خشک	essential oil yield عملکرد اسانس	Thymol (%) درصد تیمول	P-cymen (%) درصد پاراسیمن	Carvacrol (%) درصد کارواکرول	Thymol quantity میزان تیمول	P-cymen quantity میزان پاراسیمن
Fresh yield عملکرد وزن تر	-0.038									
Dry shade yield عملکرد سایه خشک	-0.044	0.91**								
Dry matter yield عملکرد ماده خشک	-0.091	0.91**	0.99**							
essential oil yield عملکرد اسانس	-0.106	0.71	0.99**	0.91**						
Thymol (%) درصد تیمول	0.54	0.43	0.62	0.59	0.83*					
P-cymen (%) درصد پاراسیمن	-0.084	-0.71	-0.34	-0.45	-0.13	0.011				
Carvacrol (%) درصد کارواکرول	-0.066	-0.59	0.36	-0.36	-0.04	0.05	0.96*			
Thymol quantity میزان تیمول	0.28	0.57	0.79	0.76	0.94**	0.94**	-0.06	0.047		
P-cymen quantity میزان پاراسیمن	-0.68	-0.53	-0.32	-0.29	-0.17	-0.31	0.77	0.72	-0.2	
Carvacrol quantity میزان کارواکرول	0.77	-0.34	-0.29	-0.26	-0.25	-0.5	0.58 ^{ns}	0.62	-0.3	0.88*

† *, ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

† **, * و = معنی دار در سطح ۱٪، ۵٪.

بحث

تغذیه برگ می تواند ضمن افزایش عملکرد گیاه موجب کاهش آلودگی های ناشی از کاربرد زیاد کودهای نیتروژنی شود. محلولپاشی نیتروژن ضمن برطرف کردن کمبود نیتروژن برگ ها (۲۵)، افزایش فتوسنتز (۱۶) و دوام سطح برگ را به همراه داشته و به دنبال آن پیری برگ ها را به تأخیر می اندازد (۳۱). محلولپاشی نیتروژن عملکرد پیکره رویشی آویشن را افزایش داد و نیتروژن بیشتری از طریق سرشاخه ها و تغذیه برگ گیاه جذب کرد. کاربرد دست پاش نیز نسبت به شاهد عملکرد شاخساره را افزایش داد ولی این افزایش به اندازه کاربرد محلولپاشی نیتروژن نبود و نشان از جذب کمتر نیتروژن توسط ریشه به نسبت تغذیه برگ دارد. حبیبی و همکاران (۴) نیز تأثیر نیتروژن روی وزن تر و سایه خشک آویشن گونه وحشی کوچیانوس (*Thymus kotschyanus*) معنی دار گزارش دادند. همچنین نتایج نشان داد با افزایش تراکم به طور میانگین ۱/۲۱٪ بیشترین شاخساره آویشن (وزن تر، وزن سایه خشک، وزن ماده خشک) را به همراه داشت. در تراکم های بالاتر به دلیل قرار گرفتن تعداد بوته زیاد در واحد سطح عملکرد تر و خشک گیاه افزایش یافت. همسان این نتایج توسط دالوز و همکاران (۲۱) و حیدری و همکاران (۵) روی نعنای فلفلی گزارش شده است. همچنین در ادامه بررسی ها برهمکنش محلولپاشی و تراکم ۱۶ بوته بیشترین شاخساره آویشن را نشان داد. نتایج این آزمایش با داده های آراباسی و بایرام (۱۳) روی ریحان، تأثیر کود نیتروژن و تراکم بیشتر را افزایشی گزارش دادند، مطابقت دارد.

همچنین نتایج این پژوهش با گزارش های شلابی و رزین (۳۵) که تیمار کودی روی درصد اسانس *Thymus vulgaris* و همچنین حبیبی و همکاران (۴) که تأثیر نیتروژن را روی *Thymus kotschyanus* بررسی کردند و نیز آرباسی و بایرام (۱۳) که تأثیر تراکم را بر درصد اسانس ریحان غیر معنی‌دار گزارش کردند همسان است.

تغذیه برگ‌گی سبب افزایش عملکرد اسانس در هکتار شد. افزایش عملکرد اسانس، در اثر افزایش عملکرد شاخساره آویشن می‌باشد زیرا همبستگی بالایی بین عملکرد سایه خشک و عملکرد اسانس آویشن وجود دارد ($r=0.99$). افزایش جذب نیتروژن عملکرد شاخساره را افزایش داد و از طرفی موجب افزایش میزان اسانس در هکتار شد. در تراکم کمتر آویشن مشاهده شد که عملکرد اسانس به میزان ۱/۱۸٪ کاهش یافت. با توجه به این که در تراکم‌های کمتر رقابت بین بوته‌ها پایینتر از تراکم دیگر بوده و در ضمن فضای بیشتری در اختیار هر بوته قرار گرفته، گسترش بوته و تعداد سرشاخه‌ها به اطراف بیشتر شده و فرصت بیشتری برای رشد تک بوته به وجود آمد. بنابراین تعداد سرشاخه و برگ بیشتر در تراکم کمتر تولید می‌شود و به طبع آن میزان اسانس تولیدی در تراکم کمتر افزایش یافت. از طرفی لتچامو و همکاران (۲۹) گزارش کردند که میزان اسانس گیاهان، زیر شرایط نور اضافی بیشتر از گیاهان زیر شرایط نور معمولی است و بیوسنتز اسانس بستگی زیادی به رژیم‌های نوری دارد. در آویشن علاوه بر برگ، سرشاخه‌های یکساله نیز نقش مؤثری در افزایش اسانس دارد. در پژوهش‌های انجام شده توسط درازیک و پاولویک (۲۱) و هورنوک (۲۷) نوعی ارتباط بین سطح فتوسنتزی گیاه و میزان اسانس مشاهده شد. در تراکم کمتر بوته در واحد سطح با افزایش میزان فتوسنتز، میزان اسانس نیز افزایش می‌یابد. در آویشن سرشاخه‌ها و برگ از نظر فیزیولوژیکی دارای اهمیت است، زیرا پژوهش‌ها ارتباط مستقیم بین فتوسنتز، تولید فرآورده‌های فتوسنتزی با تولید اسانس را نشان می‌دهند. در تراکم بیشتر به دلیل کاهش نور دریافتی سرشاخه‌ها و برگ، فتوسنتز کم شده و سبب کاهش میزان اسانس می‌شود. عملکرد اسانس در برهمکنش محلولپاشی نیتروژن و تراکم ۱۰ بوته بیشترین بود ولی با محلولپاشی در تراکم بیشتر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که حاکی از این است که محلولپاشی، عملکرد اسانس را بیش از تراکم زیر تأثیر قرار می‌دهد. افزایش جذب و کاربرد نیتروژن سبب افزایش عملکرد اسانس می‌شود، نتایج مشابهی نیز توسط رضایی‌نژاد و همکاران (۶) روی آویشن، اکبری‌نیا (۱) روی گشنیز، شریفی عاشورآبادی و همکاران (۷) روی بادرنجبویه، پراسزنا و برنات (۳۴) روی نعناع و شلابی و رزین (۳۵) روی آویشن گزارش شده است.

از مهمترین ترکیب های اسانس آویشن تیمول و کارواکرول و پارا سیمن است. تغذیه برگ‌گی درصد و میزان تیمول را افزایش داد، ولی از درصد و میزان کارواکرول و پارا سیمن نسبت به شاهد کاست. درصد و میزان پارا سیمن و کارواکرول در عدم کاربرد نیتروژن بیشترین میزان را نشان دادند و همچنین همبستگی بین پارا سیمن و کارواکرول نشان می‌دهد که مسیر سنتز آن‌ها در یک راستا است. تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بیشترین درصد ترکیب های اسانس آویشن را نشان داد. ترکیب محلولپاشی و تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بیشترین درصد تیمول را نشان داد. ولی بیشترین میزان کارواکرول و پارا سیمن در عدم کاربرد نیتروژن و تراکم ۱۶ بوته مشاهده شد که نشان می‌دهد میزان ماده مؤثره زیر تراکم‌های مختلف افزایش و یا کاهش نشان می‌دهند و این تأثیر به درصد ماده مؤثره و عملکرد سایه خشک گیاه وابسته است. خان و همکاران (۲۸) در بررسی تأثیر محلولپاشی و روش کاربرد دست پاش روی شاخساره رازیانه مشاهده کردند که میزان ترکیب های زیر تأثیر روش کاربرد کود متفاوت است، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. بیشترین درصد پارا سیمن و

کارواکرویل نیز در شاهد و تراکم ۱۰ بوته مشاهده شد. میزان نور جذبی سایه سار^۱ آویشن روی میزان ترکیب های اسانس تأثیر دارد به طوری که با نوسان نور درون سایه سار در تعداد بوته متفاوت در واحد سطح و جذب نور توسط بخش رویشی گیاه درصد و میزان ترکیب های اسانس متفاوت است. کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی اگرچه بیشتر زیر هدایت فرآیندهای ژنتیکی گیاه می باشد ولی عوامل محیطی نیز نقش عمده ای دارند و سبب بروز تغییرهایی در رشد گیاهان دارویی و میزان ماده مؤثره می شوند. عزیزی و امیدبیگی (۱۰) افزایش میزان ماده مؤثره هایپرسیسین را در گل راعی (*Hypeicum perforatum L.*) زیر تأثیر افزایش کاربرد نیتروژن گزارش دادند. البته در آزمایشی روی آویشن گزارش شد که نیتروژن تأثیری روی ماده مؤثره نداشته است (۱۵) که مشابه همین نتایج در این آزمایش به دست آمده است. هر چند ترکیب های گیاهان بیشتر زیر تأثیر عوامل ژنتیکی می باشند ولی ویژگی های کیفی چون توسط ژن های زیادی کنترل می شوند سبب تأثیر عوامل محیطی بر آن ها نیز می شود. همبستگی بین میزان تیمول و عملکرد اسانس ($r=0.94$) گویای این مطلب است که با افزایش عملکرد اسانس، تیمول افزایش می یابد. عملکرد اسانس زیر تأثیر افزایش سطح فتوسنتزی (عملکرد سایه خشک) آویشن می باشد و همچنین افزایش جذب نور روی اسانس و ترکیب های ثانویه تأثیر معنی داری دارد. تأثیر فضای بیشتر برای جذب نور با تعداد بوته کمتر و افزایش سطح فتوسنتزی گیاه با جذب بیشتر نیتروژن، سبب افزایش درصد تیمول شد. در آزمایشی که روی بابونه زیر تأثیر نیتروژن انجام شد نتایج نشان داد که افزایش مقدار تغذیه ای نیتروژن بر کیفیت اسانس تأثیرگذار بود (۱۹). همچنین تأثیر افزایش نیتروژن بر ماده مؤثره فاگوپیروم (روتین) گزارش شد (۳۲). در گیاهان دارویی مدیریت تغذیه ای بسیار حساس است زیرا افزایش و کاهش دسترسی گیاه به عناصر غذایی مسیر فعالیت گیاه را به سمت عملکرد رویشی سوق می دهد.

نتیجه گیری

با توجه به این که در کشت گیاهان دارویی ترکیبی از کمیت و کیفیت مهم است در مشاهده های این آزمایش محلولپاشی عملکرد پیکره رویشی، عملکرد اسانس و درصد تیمول (که از مهمترین ترکیب های اسانس است) را افزایش داد، و بهترین نحوه کاربرد کود نیتروژن می باشد. با افزایش تراکم عملکرد شاخساره در واحد سطح افزایش می یابد ولی عملکرد اسانس و درصد ترکیب های ثانویه کاهش می یابد و تراکم ۱۰ بوته در متر مربع مناسبترین تراکم برای آویشن تعیین شد. از طرفی چون آویشن گیاه چند ساله است فضای مناسب برای گیاه اجازه انجام عملیات داشت را فراهم می کند تا کیفیت محصول افزایش یابد.

REFERENCES

منابع

۱. اکبری نیا، ا.، ج. دانشیان و ف. محمدبیگی، ۱۳۸۵. اثر کود نیتروژن و تراکم بر عملکرد بذر، اسانس و روغن گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum L.*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۴۱۹-۴۱۰: ۳۴.
۲. امیدبیگی، ر. ۱۳۷۴. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد اول، انتشارات فکر روز.
۳. امیدبیگی، ر. ۱۳۷۳. کشت گیاهان دارویی و نکاتی مهم پیرامون آن، مجله رازی ۵ و ۷، ص ۲۹ و ۳۹.

۴. حبیبی، ح.، د. مظاهری، ن. مجنون حسینی، م.ر. چایی‌چی، م. طباطبایی و م. بیگدلی، ۱۳۸۶. ارزیابی چگونگی تأثیر منابع آلی (بیولوژیک) و معدنی نیتروژن‌دار (اوره) بر عملکرد و میزان متابولیت‌های ثانویه دو گونه وحشی و زراعی آویشن (*Thymus spp.*). دانشگاه تهران. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت.
۵. حیدری، ف.، س. زهتاب‌سلماسی، ع. جوان‌شیر، ه. آلیاری. م. دادپور، ۱۳۸۷، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران بهار ۹-۱: ۳۱.
۶. رضایی‌نژاد ع.ح.، ر. امیدییگی و ک. خادمی، ۱۳۷۹. بررسی تأثیر کود نیتروژنه و زمان برداشت در میزان اسانس و تیمول آویشن (*Thymus vulgaris L.*)، پژوهش کشاورزی تابستان ۲۰-۱۳: ۲.
۷. شریفی عاشورآبادی، ا.، ا. متین، م.ح. لباسچی، و ب. عباس‌زاده، ۱۳۸۳. در تأثیر نحوه کود نیتروژنی بر عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis*)، فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷۶-۳۶۹: ۲۰.
۸. صالحی، م.ح. و غ. امین، ۱۳۷۷. دیدگاه‌های جهانی، گیاهان دارویی و داروهای گیاهی. مجله رازی ۳۸-۳۳: ۳.
۹. عباس‌زاده، ب.، ا. شریفی عاشورآبادی، م.ر. اردکانی و ف. پاک‌نژاد، ۱۳۸۴. بررسی تأثیر محلول‌پاشی کود نیتروژن‌دار بر عملکرد گیاه دارویی *Melissa officinalis L.* تحت شرایط گلخانه‌ای. ۱۳۸۴. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران: ۲۱۶-۲۰۷: ۲۱.
۱۰. عزیززی، م. و ر. امیدییگی، ۱۳۸۰. بررسی اثرات مختلف نیتروژن و فسفر بر رشد و نمو، عملکرد و میزان ماده مؤثره هیپرسیسین در گل راعی (*Hypercicum perforatum L.*). مجله علوم کشاورزی انتشارات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۷۲۵-۷۱۹: ۳۲.
۱۱. ملکوتی، م.ج. و م.م. طهرانی، ۱۳۷۹. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و عناصر فرو با تأثیر مکان، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۲۹۹ص.
12. Andrzej, L.D. Dawidowicz, E. Rado, D. Wianowska, M. Mardarowicz and J. Gawdzik, 2008. Application of PLE for the determination of essential oil components from *Thymus vulgaris L.* Talanta 76:878-884.
13. Arabasi, O. and E. Bayram, 2004. The effect of nitrogen fertilization and diferent plant densities on some agronomic and technologic characteristics of basil (*Ocimum basilicum L.*). J. Agron. 3:255-262.
14. Ball, R.A., L.C. Purcell, E.D. Vories, 2000. Optimizing soybean plant population for a short-season production system in the southern USA. Crop Sci. 757-764.
15. Baranauskiene, R., P.R. Venskutonis, P. Viskelis and E. Dambrauskiene, 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). J. Agr. food Chem. 51-26:7751-7758.
16. Barel, D., Black, C.A. 1979. Foliar application of P.I. screening of various inorganic compounds. II yield response of corn and soybean sprayed with various considered phosphate and P.N. compounds in greenhouse and field experiments. Argon J. 71:5-25.
17. Bentley, R. and H. Trimen. 1991. Medicinal Plant. Vol. 3, Jowhar offset press, India, No. 205.
18. Bruneton, J. 1995. Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants. Lavoisier publishing, Paris. 283 and 287.
19. Default, R.J., J. Rushing, R., Hassall, B.MC. Shepard, G., Cutcheon and B. Ward, 2003. Influence of fertilizer on growth and marker compound of field. grown *Echinacea* species and fever few. Sci. Hort. 98:61-69.

20. Delaluz, L.A., F. Fiallo, C.R. Ferrada and G.M. Borrego, 2002. Investigacions agricolas an especies de uso frecuente enia medicina tradicionl) L L L. Toronjil de mentha (*Mentha piperita* L.) Revcub plants. Medicinales 702:1-4.
21. Drazic, S. and S. Pavlovic. 2005. Effect of vegetation space on productive traits of peppermint (*Mentha piperita* L.). Institute for Medicinal Plants Research Dr Josif Pancic, Tadusa Kosciuska 1, 1100 Belgrade, FR Yugoslavia. 31:1-4.
22. Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley and sons. Pub .68-97.
23. Firas, A., Al-Bayati. 2008. Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. J. Ethno Pharmacol. 116:403-406.
24. Franz, C. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta Hort. 132:203-215.
25. Garcia, R. and J. Hanway, 1979. Foliar fertilization of soybean during the seed filling period. Agron. J. 68:653-657.
26. Goldschmidt, E. and A. Golomb, 1982. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:206-208.
27. Hornok, L. 1991. Effect of environmental factors on the production of some essential oil plants. Hort. Abst. No. 3075.
28. Khan, M.M.A., S. Afag, and M.M.R.K. Afidi, 1992. Yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare*. Mill) in relation to base and Foliar application to nitrogen and phosphorus. Journal of Plant Nutrition, 15:2502-2515.
29. Letchamo, W., Gosselin, A. 1995. Photosynthetic potential of *Thymus vulgaris* selection under two light regimes and three soil water levels. Sci. Hort. 62:89-101
30. Loescher, W., H.T. Mccamant and J.D. Keller, 1990. Carbohydrate reserves, translocation and storage in woody plant roots. Hortscience 25:274-281.
31. Mehrabadi, H.R. 1995. Effect of time of foliar application of urea on growth indices yield, yield components and qualitative parameters of two grain corn cultivars. M.Sc. Thesis. Mashhad University. (In Persian with English summary).
32. Omidbaigi. R., J., Bernath and H. Zakizadeh, 2002. Nitrogen fertilization efficiency of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) grown at various plant densities (in Hungarian), Novenytermals 51:315-321.
33. Prakash, V. 1990. Leafy Spices. CRC Press. 114 p.
34. Praszena, L. and J. Bernath, 1993. Comparison between the limited level of nutrition and the essential oil production of peppermint. Acta Hort. 307:278-283.
35. Shalaby, A.S. and A.M. Razin, 1992. Dense cultivation and fertilization for higher yield of Thyme (*Thymus vulgaris*). J. Agron. Crop Sci. 168:243-248.
36. Uhart, S.A. and F.H. Andrare, 1995. Nitrogen deficiency in maize: Effects on crop growth development, dry matter partitioning and Kernal set. Crop Sci.