

بررسی روش کاربرد نیتروژن در شرایط نیمه خشک و معتدل سرد بر صفات رویشی و ترکیبهای اسانس گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.)

ر. جباری^۱، م. امینی دهقی^۲، س.ع. محمد مدرس ثانوی^۳ و ع.ا. کردنائیج^۲

چکیده

آویشن (*Thymus vulgaris* L.) از مهمترین گیاهان خانواده نعناع و اسانس آن از جمله ده اسانس معروف گیاهان دارویی می باشد. در این پژوهش تأثیر روش کاربرد نیتروژن در دو منطقه با شرایط اقلیمی نیمه خشک و معتدل سرد بررسی شد تا بهترین روش کاربرد نیتروژن در هر رویشگاه با ملحوظ داشتن تمایز تعادلی در رشد (GDB) در تولید رویشی و متابولیت ثانویه آویشن مشخص شود. طرح آزمایش به صورت بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار بود که در دو منطقه در سال زراعی ۱۳۸۷ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش کاربرد نیتروژن (عدم کاربرد (شاهد)، ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت خاکپاش، ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت محلولپاش) و منطقه (شهر ری و کرج) بود. نمونه های آویشن در دو مزرعه برداشت و پس از خشک کردن در سایه، اسانس آن استخراج و جهت تجزیه اسانس از دستگاه GC استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه های جداگانه و تجزیه مرکب نشان داد که کاربرد نیتروژن به صورت محلول پاشی در مزرعه ی تحقیقاتی کرج تأثیر افزایشی بر درصد تیمول (۲/۷۴ درصد) و عملکرد تیمول (۱۹/۵ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد سایه خشک (۲۴۹۸/۲ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۳۸/۰۹ لیتر در هکتار) داشته است. در مزرعه ی تحقیقاتی شهر ری کاربرد نیتروژن به صورت خاکپاش بهتر بود به گونه ای که عملکرد سایه خشک (۲۷۷۲/۷ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد اسانس (۱۹/۱ لیتر در هکتار)، درصد و عملکرد متابولیت های ثانویه (درصد تیمول ۱/۲ درصد) و عملکرد تیمول (۷/۷۲ کیلوگرم در هکتار)، (درصد پی سیمن ۰/۶۸ درصد) و عملکرد پی سیمن (۷/۶۲ کیلوگرم در هکتار) و (درصد کارواکرول ۰/۷۶ درصد) و عملکرد کارواکرول (۰/۸۵ کیلوگرم در هکتار) بیشترین میزان را نشان دادند. تیمول و پی سیمن جزء ترکیب های غالب در هر دو منطقه بودند. همچنین سازگاری آویشن در شرایط معتدل سرد و مرتفع کرج نسبت به آب و هوای نیمه خشک شهر ری به دلیل استقرار سریع تر و افزایش تعداد سرشاخه بیشتر بود. محلول پاشی در مزرعه کرج، نوعی تمایز تعادلی در رشد (GDB) ایجاد نمود که هم تولید رویشی و هم ترکیب تیمول را به عنوان مهم ترین متابولیت ثانویه آویشن افزایش داد. کاهش رطوبت هوا و وزش باد گرم در مزرعه شهر ری سبب کاهش جذب نیتروژن از طریق تغذیه برگی شد.

واژه های کلیدی: آویشن (*Thymus vulgaris* L.)، اسانس، پی سیمن، تیمول، کارواکرول، روش کاربرد

نیتروژن

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد

۲- استادیار دانشکده کشاورزی و مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد

۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

کارواکرول گزارش شده است (۳۲) در حالی که در هند تیمول و در مجارستان، کارواکرول بعنوان ترکیب غالب معرفی شدند (۲۴) در نمونه‌های برداشت شده از آویشن گونه کوچیانوس (*Thymus kotschyanus* L.) در اطراف مشهد ترکیب‌های آلفا ترپینن، کارواکرول و پی‌سیمن را بترتیب در ردیف‌های اول تا سوم گزارش داده‌اند (۲۶). با توجه به این گزارش‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که ترکیب‌های شیمیایی و اسانس از نظر کمی و کیفی در گونه‌های آویشن در آب و هوا و مکان‌های مختلف رویش بسیار متفاوت است (۲۵).

تأثیر عوامل محیطی نظیر نور، آب، درجه حرارت و تغذیه بر عملکرد اسانس، به نوع اندام ذخیره کننده اسانس و ماهیت شیمیایی اسانس بستگی دارد. میزان اسانس نه تنها به مرحله رشد گیاه بستگی دارد، بلکه عواملی چون درجه حرارت، رطوبت، کمیت و کیفیت نور، جریان هوا و بارندگی نیز روی آن اثر می‌گذارند (۱۸). کمیت و کیفیت مواد شیمیایی یک گیاه در رویشگاه‌های مختلف متغیر است و فعالیت‌های متابولیکی گیاه تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۲۸). بعضی از تحقیقات حاکی از تأثیر ژنتیکی بر تنوع فیتوشیمیایی (۲۰) و بعضی دیگر هر دو عامل یعنی محیطی و ژنتیکی را تأثیرگذار می‌داند. تحقیقاتی که روی ژنوتیپ‌های یک گونه آویشن در کشورهای با آب و هوایی سرد انجام شد، ژنوتیپ گیاه را عامل تنوع ژنتیکی در جمعیت گیاه ذکر کردند (۳).

آویشن (*Thymus vulgaris* L.) گیاهی چند ساله از خانواده نعناع است که به صورت زراعی در بخش‌های مختلف جهان کشت می‌شود. اسانس آویشن از جمله ده اسانس معروف می‌باشد که جایگاه خاصی در تجارت جهانی دارد (۲۷). در این خانواده اسانس در غده‌های سپر مانند، ذخیره می‌شود که روی اپیدرم در دو طرف برگ وجود دارد (۲۹). کنترل تولید اسانس می‌تواند توسط آنزیم‌هایی صورت گیرد که نسبت به غلظت اسانسها، حساس هستند و در غلظت معینی فعالیت‌شان آغاز و یا متوقف می‌گردد (۱۷). اهمیت آویشن به سبب ترکیبات فنلی موجود در اسانس آن است. این ترکیب‌ها خواص ضد میکروبی، ضد کرم، ضد سرفه و کاهندگی فشار خون را دارند (۲۳). در آینده پتانسیل قوی این گیاه کمک به شناسایی علائم و حتی درمان خیلی از بیماریها و همچنین در ابعاد وسیع‌تر، حفظ مسائل بهداشتی و درمانی خواهد بود (۱۴).

از طرفی افزایش قابل توجه گرایش به کاربرد گیاهان دارویی در جهان سبب ایجاد تغییراتی در استراتژی کشاورزی و توسعه آن در جوامع گردیده است (۱۲ و ۸). در شرایط اقلیمی گوناگون میزان ترکیب‌ها و غالبیت آنها بسته به شرایط متفاوت است به طوری که در تحقیقی روی گونه وحشی آویشن (*Thymus herba-barona loise* L.) در ارتفاع ۱۰۰۰ متری کشور ایتالیا، ترکیب غالب تیمول و

در ادامه می‌توان اشاره کرد که عوامل اکولوژیکی از جمله نور، آب و هوا، خشکی محیط، ارتفاع از سطح دریا، تنوع ژنتیکی و عوامل زراعی دیگر می‌توانند بر مقدار ماده مؤثره، عناصر تشکیل دهنده اسانس و مقدار تولید وزن خشک گیاه تأثیر بگذارند (۲۰). فعالیت گیاهان در سنتز متابولیت‌های دارویی تحت تأثیر وضعیت مختلف نور تغییر می‌کند (۵). حساسیت گونه‌های گیاهی در برابر کمیت و کیفیت نور، در محیط‌های باز بیشتر از حساسیتی است که همان گونه‌ها در محیط‌های بسته نظیر جنگلها از خود نشان می‌دهد، تحقیقات نشان داده است که تجمع مونوترپنهای یک گیاه دارویی تحت تأثیر نور آبی می‌باشد و همچنین تأثیر همزمان نور و دما بر روی غلظت منتول در گیاه نعناع در کشور سوئد معنی‌دار بوده است (۱۰ و ۳۱). نیازهای کودی از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که بر تولید تأثیرگذار می‌باشند. همچنین مواد مؤثره گیاهان دارویی ممکن است به طور مثبت یا منفی به کودها پاسخ دهند، که دریافتن این موضوع مستلزم انجام مطالعات دقیق تغذیه‌ای می‌باشد (۱۱). عدم کاربرد کود نیتروژن، نمو فنولوژیکی مراحل رویشی و زایشی را به تأخیر انداخته و نیز سرعت گسترش و دوام سطح برگ را کاهش می‌دهد در این شرایط راندمان استفاده از نور خورشید نیز کاهش می‌یابد (۳۱). همچنین عباس‌زاده و همکاران (۱) در پژوهشی به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی کود نیتروژن‌دار بر عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه

(*Melissa officinalis*)، سطوحی از کود نیتروژن خالص به فرم اوره را طی سه تقسیط مساوی روی گیاه محلول‌پاشی نمود، نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود بر عملکرد ماده خشک و ارتفاع گیاه دارای تفاوت معنی‌داری بود. در پژوهش‌های انجام شده توسط درازیک و پاولویک (۹) و همچنین هورنوک (۱۶) نوعی ارتباط بین سطح فتوسنتزی گیاه و میزان اسانس مشاهده شد. در تحقیقی افزایش کاربرد نیتروژن روی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* Mill.) مشاهده شد، ارتفاع بوته، محیط بوته، زیست قوه گیاه و عملکرد خشک افزایش و میزان فنل‌ها کاهش نشان داد (۶). در این پژوهش بررسی روش کاربرد نیتروژن در دو منطقه با شرایط اقلیمی نیمه خشک و معتدل سرد بررسی شد تا روش مناسب کاربرد نیتروژن در دو رویشگاه براساس شرایط اقلیمی بدست آید.

مواد و روشها

این تحقیق در دو منطقه شامل شهر ری (مزرعه پژوهشی گیاهان دارویی دانشگاه شاهد Utm=۳۹۳۴۴۱۳ و ارتفاع ۱۰۴۸ متر از سطح دریا که دارای آب و هوای نیمه خشک (جدول ۱)) و مزرعه تحقیقاتی کرج (جاده کرج چالوس در جبهه‌ی جنوبی البرز مرکزی در منطقه آزادبر که دارای شرایط آب و هوایی معتدل سرد Utm=۳۹۹۹۸۱۸ و ارتفاع ۲۶۳۵ متر از سطح

پوشانده شد. آبیاری در اوایل هر ده روز و بعد از آن که گیاه به شرایط مطلوب سبزینه‌ای رسید، هر دوازده تا چهارده روز تا انتها ادامه پیدا کرد. مهمترین مرحله مبارزه با علف‌هرز قبل از کاربرد تیمارها و برداشت نمونه‌ها بود. برای محلولپاشی سمپاش کالیبره گردید و کود را داخل آب به صورت محلول ۲٪ در آورده و استفاده گردید. برداشت نمونه‌های شهر ری در اواسط تیر ۱۳۸۷ و در کرج شهریور ۱۳۸۷ که اکثر بوته‌ها به گل نشسته بود انجام گردید. البته باد گرم و کمی رطوبت در منطقه شهر ری تأثیر زیادی بر تسریع زمان گلدهی داشت (جدول ۳). از ردیف وسط کرت‌ها نمونه‌گیری انجام و تعداد ۵ بوته از ارتفاع ۱۰ سانتیمتری از سطح خاک برداشت و بدور از نور به مدت سه هفته خشک و عملکرد سایه خشک بدست آمد. جهت استخراج اسانس مقدار ۴۰ گرم از پیکره‌ی رویشی سایه خشک آویشن (شامل برگ‌ها، سرشاخه‌ها و گل‌ها) همراه با ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به درون بالن مخصوص دستگاه کلونجر^۱ 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 قرائت شد و برای جداسازی اسانس در صورت مخلوط شدن با آب از ماده سوپر جاذب آب (Na_2SO_4) استفاده شد اسانس در داخل شیشه کدر و به یخچال با دمای ۴ درجه سانتیگراد منتقل شد (۲ و ۳). برای اندازه‌گیری ترکیبهای

دریا (جدول ۲)) است، در سال ۱۳۸۷ اجرا شد. نحوه‌ی اجرای طرح در قالب بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو منطقه که تأثیر روش کاربرد کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و ماده مؤثره گیاه دارویی آویشن بررسی شد. تیمارهای روش کاربرد نیتروژن (اوره) شامل (عدم کاربرد نیتروژن (شاهد)، ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت خاکپاش، ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت محلولپاش) بود. قبل از کشت آویشن، از خاک مزرعه تحقیقاتی کرج یک نمونه و از مزرعه تحقیقاتی شهر ری دو نمونه جهت انجام تجزیه فیزیکی و شیمیایی برداشت شد (جداول ۳ و ۴). نشاءهای ریشه‌دار آویشن (*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 بعد آبیاری صورت گرفت. زمان کشت در منطقه شهر ری اواخر اسفند ۱۳۸۶ و در مزرعه کرج در اواسط اردیبهشت ۱۳۸۷ انجام شد. عملیات مبارزه با علفهای هرز طی سه مرحله به صورت دستی انجام شد همچنین زمان کاربرد تیمارهای نیتروژن در شهر ری اوایل خرداد ۱۳۸۷ و در کرج در اواسط مرداد ۱۳۸۷ انجام شد. محلول‌پاشی به هنگام عصر در شرایط کم شدن اشعه مستقیم نور خورشید و شرایط بدون باد انجام شد. برای کاربرد خاکپاش کود پس از استقرار گیاه، شیاری در ۵ سانتیمتری پای بوته ایجاد و کود درون آن ریخته و روی آن با خاک

۱- هیتر کلونجر ساخت آلمان و شیشه آن ایرانی و یک سی سی بود.

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 سانتی‌گراد. ۲ دقیقه در ۶۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش دما با سرعت ۸ درجه در دقیقه و سپس ۵ دقیقه در ۱۹۵ درجه سانتی‌گراد، دمای محل تزریق: ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، 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 حاصل شد. استاندارد کارواکرول از کارواکرول آلدیج ۹۸ درصد استفاده شد (۷-).

۱-۵) $(C_{10}H_{14}O)$ (Cat: ۲۸'۲۱۹) - ایزو پروپیل -
 ۲- متیل فنل (۹۸٪) بعد از تزریق، پیک کارواکرول در زمان ۱۱ دقیقه مشاهده شد. غلظت اسانس تزریق شده به GC ۵٪ بود. استاندارد پی‌سیمن از نمونه خالص آلدیج ۹۹ درصد استفاده شد. (Cat: ۱۲'۱۴۵-۲) پیک $(CH_3C_6H_4CH(CH_3)_2)$ بعد از تزریق، پیک پی‌سیمن در زمان ۴/۷ دقیقه مشاهده شد. ابتدا داده‌هایی که به صورت درصد بودند تبدیل جذری شدند، آزمون بارتلت انجام شد و سپس تجزیه مرکب داده و Slice به وسیله نرم افزار SAS 9.2 انجام شد و میانگین‌ها نیز توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P \leq 0.05$) انجام شد.

جدول ۱- گزارش آب و هوایی ایستگاه فرودگاه امام خمینی (نزدیک مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد) (سازمان هواشناسی کشور سال ۱۳۸۷)

روز	ماه	سال	حداقل رطوبت	حداکثر رطوبت	میانگین رطوبت	میزان بارش	حداقل دما	حداکثر دما	میانگین دما
			(درصد)	(درصد)	(میلی‌متر)		(درجه سانتی‌گراد)		
۲۰-۲۹	اسفند	۱۳۸۶	۱۱/۲۸	۴۶	۲۸/۶۴	۰/۰۱	۵/۵۷	۲۲/۲۱	۱۳/۸۹
۱-۱۵	فروردین	۱۳۸۷	۸/۶۶	۳۱	۱۹/۸	۰/۰۲	۱۲/۶۶	۲۸/۰۶	۲۰/۳۶
۱۶-۳۱	فروردین	۱۳۸۷	۱۴/۶۲	۵۴	۳۴/۳۱	۷/۱	۹/۶۲	۲۵/۱۲	۱۷/۳۷
۱-۱۵	اردیبهشت	۱۳۸۷	۱۷/۸۶	۴۱/۵۳	۲۹/۶۹	۰/۰۱	۱۵/۶	۲۸/۷۳	۱۴/۴
۱۶-۳۱	اردیبهشت	۱۳۸۷	۹/۵۶	۳۱	۲۰/۲۸	۰/۴۲	۱۵/۴۳	۳۰/۴۳	۲۳/۹۳
۱-۱۵	خرداد	۱۳۸۷	۸/۸۶	۳۹/۴	۲۴/۱	۵/۴	۱۹/۶	۳۳/۲	۲۶/۴
۱۶-۳۱	خرداد	۱۳۸۷	۸	۴۵/۶	۲۶/۸	۰/۰۲	۱۹/۵	۳۶/۸۷	۲۸/۱۸
۱-۱۵	تیر	۱۳۸۷	۱۲/۳۷	۵۰/۸۱	۳۱/۵۹	۰/۱۱	۲۰	۳۷/۱۲	۲۸/۵۶
۱۶-۳۱	تیر	۱۳۸۷	۱۰/۰۶	۴۲/۷۵	۲۶/۴	۰	۲۲/۹۳	۳۷/۸	۳۰/۳۶
	میانگین دوره		۱۱/۴۲	۴۲/۸	۲۷/۱۱	۱/۳	۱۴/۶۴	۳۰/۱۷	۲۲/۴

جدول ۲- گزارش آب و هوایی ایستگاه سیاه بیشه (نزدیک مزرعه تحقیقاتی کرج) (سازمان هواشناسی کشور سال ۱۳۸۷)

روز	ماه	سال	حداقل رطوبت	حداکثر رطوبت	میانگین رطوبت	میزان بارش	حداقل دما	حداکثر دما	میانگین دما
			درصد	درصد	درصد	میلی متر	درجه سانتی گراد	درجه سانتی گراد	درجه سانتی گراد
۱۶-۳۱	اردیبهشت	۱۳۸۷	۳۳/۱۸	۷۱	۵۲/۰۹	۹/۳	۱۹	۱۴/۰۳	۹/۰۶
۱-۱۵	خرداد	۱۳۸۷	۳۳/۲	۷۱	۵۲/۱	۱۴/۳	۲۳/۴۶	۱۷/۵۸	۱۱/۷
۱۶-۳۱	خرداد	۱۳۸۷	۴۹	۸۳/۲۵	۶۶/۱۲	۳/۸۱	۲۰/۹۳	۱۵/۹۶	۱۱
۱-۱۵	تیر	۱۳۸۷	۷۰/۳	۹۶/۷۳	۸۳/۵۱	۱۸/۹	۱۹/۴	۱۵/۷	۱۲/۱۳
۱۶-۳۱	تیر	۱۳۸۷	۵۶/۱۸	۸۱/۵۶	۶۸/۸۷	۵/۰۱	۲۳/۲۵	۱۸/۷۵	۱۴/۲۵
۱-۱۵	مرداد	۱۳۸۷	۳۹/۳	۷۵	۵۷/۱۵	۵/۲	۲۷/۰۶	۲۱/۰۳	۱۵
۱۶-۳۱	مرداد	۱۳۸۷	۴۲/۵	۷۲/۷۵	۵۷/۶۲	۰/۰۱	۲۵	۱۹/۴۶	۱۳/۹
۱-۱۵	شهریور	۱۳۸۷	۳۳/۲۶	۶۵/۶	۴۹/۴۳	۱/۹	۱۳/۲۷	۲۱/۳۶	۱۵/۶
۱۶-۳۱	شهریور	۱۳۸۷	۳۷/۶۸	۷۳/۶۸	۵۵/۶۸	۲۶/۷۱	۲۲/۲۵	۱۷/۸۷	۱۳/۵
	میانگین دوره		۴۲/۷۷	۷۶/۱۳	۵۹/۴۵	۹/۴۴	۲۱/۲۶	۱۶/۸۹	۱۲/۵۲

جدول ۳- تجزیه شیمیایی خاک مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد

عمق نمونه برداری	بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	نیترژن کل	کربن آلی	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب
				درصد		میلی گرم بر کیلوگرم	میلی گرم بر کیلوگرم
۰-۳۰	لومی شنی	۲/۱۷	۷/۸	۰/۰۳۷	۰/۳۴	۱۵۰	۳/۲
۳۰-۶۰	لومی شنی	۴/۳۴	۷/۶	۰/۰۲۶	۰/۲۳	۱۱۰	۲/۸

جدول ۴- تجزیه شیمیایی خاک مزرعه کرج

عمق نمونه برداری	بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	نیترژن کل	کربن آلی	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب
				درصد		میلی گرم بر کیلوگرم	میلی گرم بر کیلوگرم
۰-۶۰	لومی رسی	۰/۷۷	۷/۲	۰/۱۹۶	۲/۲۹	۴۰۰	۲۹/۲

نتایج و بحث

درصد اسانس ($P \leq 0/01$)، عملکرد اسانس ($P \leq 0/05$)، عملکرد پاراسیمول ($P \leq 0/01$) و درصد کارواکرول ($P \leq 0/01$) معنی دار شد، لذا واریانس اشتباه آزمایشی این دو منطقه برای صفات مذکور ناهمگون می باشند و تجزیه آماری برای این صفات در هر منطقه به طور جداگانه انجام گرفت.

نتایج آزمون بارتلت نشان داد که ارتفاع بوته، درصد تیمول، عملکرد تیمول، درصد پی سیمن و عملکرد کارواکرول معنی دار نشدند (جدول ۵) و لذا تجزیه مرکب داده ها روی این صفات انجام شد. آزمون بارتلت برای صفات تعداد سرشاخه ($P \leq 0/01$)، عملکرد سایه خشک ($P \leq 0/05$).

جدول ۵- نتایج آزمون بارتلت در دو منطقه شهر ری و کرج

ارتفاع بوته	تعداد سر شاخه	عملکرد سایه خشک	درصد اسانس	عملکرد اسانس	درصد تیمول	عملکرد تیمول	درصد پی‌سیمن	عملکرد پی‌سیمن	درصد کارواکرول	عملکرد کارواکرول
۱/۲۵	۷/۰۵**	۴/۹۳*	۹/۵۵**	۵/۳۸*	۰/۲۷	۰/۴۴	۰/۵	۱۰/۲۶**	۷/۰۵**	۱/۷۲

*، **؛ بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

ارتفاع بوته

منطقه ($P \leq 0/01$)، نحوه‌ی کاربرد نیتروژن و همچنین اثر متقابل آن‌ها ($P \leq 0/01$) روی ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری را نشان داد (جدول ۶). کاربرد نیتروژن در مزرعه تحقیقاتی شهر ری تفاوتی بر ارتفاع بوته آویشن

نشان نداد ولی این تیمار در مزرعه تحقیقاتی کرج ارتفاع بوته آویشن را نسبت به شاهد افزایش داد و تفاوتی بین روش‌های کاربرد نیتروژن در هر دو منطقه مشاهده نشد (جدول ۱۰).

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک آویشن در تیمارهای نیتروژن در دو منطقه

منبع تغییرات	$\frac{D}{d}$	ارتفاع بوته	درصد تیمول	عملکرد تیمول	درصد پی‌سیمن	عملکرد پی‌سیمن	درصد کارواکرول	عملکرد کارواکرول
منطقه (L)	۱	۲۶/۳۷**	۰/۱۸۴**	۱۶۷/۵**	۰/۱۹۶**	۰/۴۸**	۰/۴۸**	۰/۴۸**
خطا (منطقه)	۴	۱/۰۷	۰/۰۰۱۱	۰/۳۳	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲
روش کاربرد نیتروژن (N)	۲	۱۴/۱**	۰/۰۵۳**	۸۹/۹**	۰/۰۲۱**	۰/۰۳۵**	۰/۰۳۵**	۰/۰۳۵**
اثر متقابل (L×N)	۲	۵/۸*	۰/۲۲۷**	۱۰۳/۹**	۰/۰۹۱**	۰/۱۳**	۰/۱۳**	۰/۱۳**
خطا	۸	۱/۱۳	۰/۰۰۰۵	۶۱/۸	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳
ضریب تغییرات (/)	-	۳/۹۸	۱/۸۱	۷/۹۹	۲/۴۲	۱۳/۶۴	۱۳/۶۴	۱۳/۶۴

*، **؛ بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

تعداد سرشاخه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تعداد سرشاخه در منطقه کرج و شهر ری ($P \leq 0/01$) تحت تأثیر کاربرد نیتروژن معنی‌دار شد (جدول ۷). تعداد سرشاخه آویشن در کرج بیش از شهر

ری شد (جدول ۹) مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاربرد نیتروژن در دو منطقه نشان داد، محلول‌پاشی در مزرعه‌ی تحقیقاتی شهر ری و کرج تعداد سرشاخه را افزایش داد (جدول ۷).

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و شیمیایی آویشن در منطقه شهر ری و کرج

منطقه	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین		مربعات	
			عملکرد سایه خشک	درصد اسانس	عملکرد عملکرد	عملکرد کارواکرویل
شهر ری	تکرار	۲	۲۳۵۲۳	۰/۰۰۰۷۷	۱/۹۳	۰/۰۰۰۰۱۳
	روش کاربرد نیتروژن (N)	۲	۲۵۱۸۳۹۳/۵**	۰/۰۱۷**	۱۹۳/۶۴**	۰/۰۰۲**
	خطا	۴	۷۱۱۷۰/۴	۰/۰۰۰۰۸	۵/۴	۰/۰۰۰۰۰۳۸
کرج	تکرار	۲	۳۲۱/۷	۰/۰۰۳۸	۰/۴۸	۰/۰۰۰۰۵
	روش کاربرد نیتروژن (N)	۲	۱۴۶۷۷۸۴/۳**	۰/۰۰۰۲۱	۲۸۵/۳۱**	۰/۰۰۲**
	خطا	۴	۵۱۱۶/۷	۰/۰۰۴۴	۰/۳۳	۰/۰۰۰۰۱

*، **: بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۱ و ۰/۵.

عملکرد سایه خشک

روش کاربرد نیتروژن در هر دو منطقه معنی دار ($P \leq 0/01$) شد (جدول ۷). مقایسات میانگین روش کاربرد نیتروژن در مزرعه تحقیقاتی شهر ری نشان داد که حداکثر عملکرد سایه خشک تحت تأثیر روش کاربرد نیتروژن به صورت خاکپاش، در حالی که این تأثیر در کرج تحت تغذیه به صورت محلول پاشی نمایان شد (جدول ۱۰).

درصد اسانس

روش کاربرد نیتروژن روی درصد اسانس در مزرعه تحقیقاتی شهر ری ($P \leq 0/01$) معنی دار شد (جدول ۷). محلول پاشی نیتروژن در شهر ری درصد اسانس را افزایش داد و تفاوتی بین کاربرد و عدم کاربرد در مزرعه کرج مشاهده نشد (جدول ۱۰). درصد اسانس در شهر ری بیشتر از کرج بود (جدول ۶).

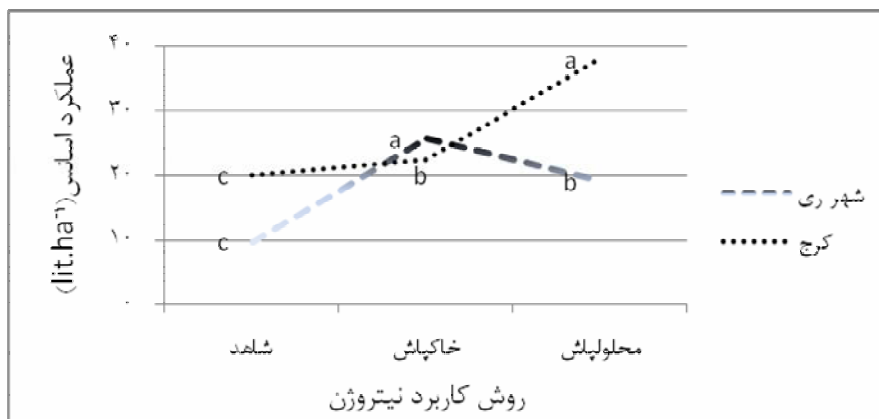
عملکرد اسانس

بررسی نتایج تجزیه واریانس عملکرد اسانس

تحت تأثیر روش کاربرد نیتروژن به صورت جداگانه در هر منطقه سطح معنی داری ($P \leq 0/01$) را نشان داد (جدول ۶). مقایسه روشهای کاربرد نیتروژن نشان داد، محلول پاشی نیتروژن بیشترین عملکرد اسانس را داشته است (جدول ۸) اما بیشترین میزان عملکرد اسانس در مزرعه شهر ری تحت تأثیر کاربرد نیتروژن به صورت خاکپاش و در مزرعه کرج به صورت محلول پاشی بود (شکل ۱).

درصد تیمول و عملکرد تیمول

درصد و عملکرد تیمول تحت تأثیر منطقه، روش کاربرد نیتروژن و اثر متقابل معنی دار ($P \leq 0/01$) شد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل بیشترین درصد و عملکرد تیمول را در استفاده از روش خاکپاش نیتروژن در شهر ری و محلول پاشی نیتروژن در کرج نشان داد (جدول ۱۰).



شکل ۱- عملکرد اسانس تحت تأثیر روش کاربرد نیتروژن و منطقه.

درصد پی‌سی‌سی‌سی و عملکرد پی‌سی‌سی‌سی

درصد پی‌سی‌سی‌سی تحت تأثیر منطقه، روش کاربرد نیتروژن و اثر متقابل آنها ($P \leq 0.01$) معنی‌دار شد (جدول ۶). مقایسات میانگین تیمارها نشان داد حداکثر درصد پی‌سی‌سی‌سی در شهر ری با کاربرد خاکپاش و در تحت تأثیر تیمار کرج عدم کاربرد نیتروژن نمایان شد (جدول ۱۰).

همچنین عملکرد پی‌سی‌سی‌سی با تجزیه جداگانه روی روش کاربرد نیتروژن در هر دو منطقه اثر معنی‌داری را ($P \leq 0.01$) نشان داد (جدول ۷). عملکرد پی‌سی‌سی‌سی در شهر ری تحت تأثیر روش کاربرد خاکپاش نیتروژن و در مزرعه تحقیقاتی کرج با عدم کاربرد نیتروژن بیشترین میزان را نشان داد (جدول ۱۰). بررسی عملکرد کارواکرول حاکی از این مسئله بود که این صفت تحت تأثیر منطقه، روش کاربرد نیتروژن و اثر

درصد کارواکرول و عملکرد کارواکرول

نتایج جدول تجزیه واریانس روی درصد کارواکرول تحت روش کاربرد نیتروژن در دو منطقه شهر ری و کرج ($P \leq 0.01$) معنی‌دار شد (جدول ۷). بیشترین درصد کارواکرول در شهر ری با روش تغذیه خاکپاش نیتروژن حاصل شد ولی در کرج تیمار شاهد (عدم کاربرد) بیشترین درصد کارواکرول را نشان داد (جدول ۱۰) همچنین نتایج جداول منطقه نشان داد که در مزرعه تحقیقاتی کرج درصد کارواکرول بیشتر بود (جدول ۹). بررسی عملکرد کارواکرول حاکی از این مسئله بود که این صفت تحت تأثیر منطقه، روش کاربرد نیتروژن و اثر متقابل ($P \leq 0.01$) معنی‌دار شد (جدول ۶). بیشترین عملکرد کارواکرول در شهر ری تحت تأثیر روش خاکپاش نیتروژن و در کرج تحت تیمار عدم کاربرد قرار گرفت (جدول ۱۰).

متقابل ($P \leq 0/01$) معنی‌دار شد (جدول ۶).
 بیشترین عملکرد کارواکرول در شهر ری تحت
 تأثیر روش خاکپاش نیتروژن و در کرج تحت
 تیمار عدم کاربرد قرار گرفت (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل (روش کاربرد نیتروژن و منطقه) روی برخی صفات مورفولوژیک و شیمیایی آویشن
 (*Thymus vulgaris* L.)

روش کاربرد نیتروژن × منطقه	ارتفاع بوته (Cm)	تعداد سرشاخه	عملکرد سایه خشک (kg.ha ⁻¹)	درصد اسانس (%)	درصد تیمول (%)	عملکرد تیمول (kg.ha ⁻¹)	درصد پی‌سیمن (%)	عملکرد پی‌سیمن (kg.ha ⁻¹)	درصد کارواکرول (%)	عملکرد کارواکرول (kg.ha ⁻¹)
شهر ری	شاهد	۲۶/۷ ^a	۱۳۷/۶ ^c	۰/۸ ^c	۱/۱۷ ^a	۲/۷ ^b	۰/۲۹ ^b	۴/۷۴ ^b	۰/۰۳۵ ^b	۰/۵۷ ^b
	خاکپاش	۲۷/۱ ^a	۱۵۴/۶ ^b	۰/۸۴ ^b	۱/۲ ^a	۷/۷۲ ^a	۰/۶۸ ^a	۷/۶۲ ^a	۰/۰۷۶ ^a	۰/۸۵ ^a
	محلول‌پاشی	۲۹/۷ ^a	۱۶۷/۳ ^a	۰/۹۵ ^a	۱ ^b	۳/۸ ^b	۰/۲۹ ^b	۴/۵۷ ^b	۰/۰۲۶ ^c	۰/۴۱ ^b
کرج	شاهد	۲۳/۳ ^b	۲۳۴/۳ ^c	۰/۵۲ ^a	۱/۲۳ ^c	۵/۱۹ ^c	۰/۲۹ ^a	۱/۰۵ ^a	۰/۰۹۷ ^a	۰/۳۵ ^a
	خاکپاش	۲۷ ^a	۲۹۴/۶ ^b	۰/۵۳ ^a	۱/۵۳ ^b	۷/۹ ^b	۰/۱۱ ^c	۰/۷۱ ^b	۰/۰۴۴ ^c	۰/۱۸ ^b
	محلول‌پاشی	۲۶/۱ ^a	۳۷۸/۶ ^a	۰/۵۲ ^a	۲/۷۴ ^a	۱۹/۵ ^a	۰/۱۵ ^b	۰/۵ ^c	۰/۰۶۹ ^b	۰/۱۸ ^b

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

محیط بوته و عملکرد سایه خشک در گیاه اسطوخودوس را افزایش داد که با نتایج یافته‌های این آزمایش مطابقت دارد. همچنین حبیبی و همکاران (۱۳) نتایج مشابهی را روی آویشن گونه وحشی کوچیانوس (*Thymus kotschyanus* L.) گزارش دادند. اما همانطور که گفته شد شرایط محیطی می‌تواند بسیار روی روش کاربرد نیتروژن تأثیر بگذارد به طوری که در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد در منطقه شهر ری که دارای اقلیم نیمه خشک است، زمان کاشت در اواخر اسفند ماه ۱۳۸۶، رطوبت و بارش کم، وزش بادهای گرم همراه با گرد و خاک سبب تأخیر در استقرار گیاه آویشن شد و این تأخیر تا اندازه‌ای کاهش رشد رویشی آویشن را به همراه داشت. همچنین شرایط آب و

دسترسی به منابع معدنی سبب افزایش عملکرد رویشی گیاهان می‌شود. تغذیه گیاهان دارویی در سطح وسیع یک ضرورت است، زیرا این گیاهان نیز عناصر موجود در لایه‌های خاک را خارج کرده و جهت تولید رویشی و متابولیت‌های ثانویه استفاده می‌کنند. مسیر جذب عناصر غذایی در گیاهان از طریق ریشه و برگ است، که با توجه به نیاز گیاه و شرایط مدیریت و محیطی می‌توان یکی از روشهای کاربرد عناصر غذایی را انتخاب کرد. بررسی نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد نیتروژن روی عملکرد رویشی گیاه آویشن از جمله ارتفاع، تعداد سرشاخه و عملکرد سایه خشک تأثیر افزایشی دارد. در همین راستا یافته‌های بسیادا و همکاران (۶) نشان داد کاربرد نیتروژن ارتفاع و

مقایسه تصاویر بوته آویشن در دو مزرعه نشان می‌دهد که شرایط محیطی بر نحوه‌ی رشد و شکل برگ و رنگ برگها تأثیر می‌گذارد (شکل ۲) علاوه بر اثر آن بر رویش و انتشار گیاهان در سنتز مواد مؤثر گیاهان دارویی نیز تأثیر گذار است (۲۲).

هوایی، درجه حرارت و ارتفاع از جمله عواملی هستند که بر رشد گیاهان تأثیر مستقیم دارند. درجه حرارت یکی از عوامل اکولوژیک محدودکننده رویش گیاهان است (به طوری که شکل برگها و ساقه‌های بعضی از گیاهان معرف درجه حرارت محل رویش آنها می‌باشد) در



(ب)



(الف)

شکل ۲- تأثیر شرایط محیطی بر نحوه‌ی رشد آویشن در منطقه شهر ری (الف) و کرج (ب).

شدن شاخه‌ها، پر رنگ و براق شدن برگ‌ها، افزایش کلروفیل، افزایش غده‌های اسانس، کاهش تنفس روزنه‌ای، کوتیکولی و افزایش پتانسیل فتوسنتزی شد همچنین در این شرایط عملکرد وزن خشک و تولید اسانس افزایش می‌یابد (۲۱) که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. عملکرد اسانس وابسته به میزان عملکرد سایه خشک گیاه و درصد اسانس است. کاربرد خاکپاش نیتروژن در منطقه شهر ری با توجه به شرایط اقلیمی سبب افزایش عملکرد سایه خشک آویشن شد. همچنین همبستگی بالایی بین عملکرد سایه خشک و عملکرد

بررسی نتایج آزمایش نشان داد در مزرعه‌ی تحقیقاتی کرج که دارای آب و هوای معتدل و سرد و ارتفاع ۲۶۳۵ متر از سطح دریا است نسبت به مزرعه‌ی تحقیقاتی شهر ری که دارای آب و هوای نیمه خشک و ارتفاع ۱۰۴۸ متر از سطح دریا است ارتفاع بوته کاهش ولی تعداد سرشاخه آویشن افزایش یافت. افزایش ارتفاع از سطح دریا سبب تشدید نور محیط و سبب کاهش ارتفاع بوته و افزایش تعداد سرشاخه می‌شود. شدت نور بالا در آویشن در مقایسه با نور طبیعی موجب رشد عمومی شاخه‌ها، افزایش تعداد شاخه، افزایش شاخه‌های جانبی ضخیم‌تر

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، درصد و عملکرد تیمول با افزایش دسترسی گیاه آویشن به نیتروژن افزایش یافت به طوری که در شرایط نیمه خشک کاربرد نیتروژن به صورت خاکپاش و در شرایط معتدل و سرد کاربرد نیتروژن به صورت محلول‌پاشی که روی عملکرد سایه خشک و عملکرد اسانس اثر افزایشی داشتند، روی درصد و عملکرد تیمول نیز افزایش را نشان دادند. همچنین نتایج جدول همبستگی نیز تأییدی بر این نتایج می‌باشد، به طوری که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد اسانس با درصد تیمول ($r=0/8^{**}$) و عملکرد تیمول ($r=0/83^{**}$) وجود دارد (جدول ۱۱).

اسانس ($r=0/8^{**}$) وجود دارد و با افزایش عملکرد سایه خشک آویشن، عملکرد اسانس نیز افزایش می‌یابد (جدول ۱۱). متابولیت‌های ثانویه گیاه آویشن در مناطق مختلف جهان متفاوت است، در مناطق مورد آزمایش تیمول و پی‌سیمن از متابولیت‌های ثانویه غالب بودند و میزان کارواکرول کمتری مشاهده شد. دسترسی و عدم دسترسی به عناصر غذایی روی متابولیت‌های ثانویه مختلف، تأثیرهای متفاوتی را نشان داد که با یافته‌های فرانز (۱۸) مطابقت دارد. همچنین خان و همکاران (۱۹) در بررسی تأثیر محلول‌پاشی و روش کاربرد خاکپاش نیتروژن روی رازیانه مشاهده کردند که میزان ترکیب‌های تحت تأثیر روش کاربرد کود متفاوت است.

جدول ۱۱- ضریب همبستگی روش کاربرد نیتروژن و منطقه بر آویشن (*Thymus vulgaris* L.)

عملکرد	ارتفاع بوته (Cm)	تعداد سر شاخه	عملکرد سایه خشک ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	درصد اسانس (%)	درصد تیمول (%)	عملکرد تیمول ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	درصد پی‌سیمن (%)	عملکرد پی‌سیمن ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	درصد کارواکرول (%)	عملکرد کارواکرول ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
عملکرد اسانس	۰/۸۸**	۰/۷۷**	۰/۸**	-۰/۴	۰/۸**	۰/۸۳**	۰/۱۵	-۰/۰۷	۰/۳۹	۰/۰۵

*، **: بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، ثوری GDB (حالت مدیریت گیاه بین رشد و تولید متابولیت ثانویه) به سمت تولید رویشی سوق می‌یابد و با تخصیص مواد فتوسنتزی به تولید پروتئین گرایش پیدا می‌کند ولی در شرایط نامساعد و فقیر محیطی که عناصر غذایی مانند نیتروژن محدود می‌شود GDB به سمت تولید متابولیت‌های ثانویه اختصاص پیدا می‌کند تا با

براساس فرضیه‌ی هرمس و ماتسون (۳۰) و برایانت (۷) نسبت کربن به سایر عناصر غذایی، دسترسی به عناصر غذایی، متابولیت‌های ثانویه گیاهان را محدود می‌کند، به ویژه که تراکم و تجمع مواد در بافتهای گیاهی بالا می‌رود و بعد از آن منابع به طور مستقیم در مسیرهای بیوشیمیایی، تخصیص داده می‌شود. وقتی شرایط محیطی مساعد باشد عناصر غذایی کافی

معتدل و سرد سبب موفقیت محلول‌پاشی و افزایش عملکرد گیاه در این منطقه شد. تعیین روش کاربرد عناصر غذایی در هر منطقه که گیاه بتواند در آن شرایط عناصر غذایی را جذب کند و با شرایط آن سازگار شود سبب کاهش مصرف نهاده‌ها و انرژی می‌شود.

شرایط محیطی از قبیل نور، ارتفاع، درصد رطوبت و درجه حرارت از جمله مهمترین عوامل تأثیرگذار بر رشد رویشی آویشن و همچنین تعیین متابولیت‌های ثانویه غالب در آن شرایط می‌شود. از طرف دیگر این شرایط می‌تواند در تعیین روش کاربرد عناصر غذایی تأثیر مستقیم داشته باشد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی نیتروژن در مزرعه تحقیقاتی کرج و کاربرد خاکپاش نیتروژن در مزرعه تحقیقاتی شهر ری (دانشگاه شاهد) بیشترین عملکرد رویشی و عملکرد متابولیت ثانویه را به همراه داشت.

ذخیره سازی بتواند در مراحل بعد در دفاع و رفع خطرات محیطی آن را به کار گیرد (۲۱ و ۱۵). درصد و میزان ترکیب‌ها بسته به شرایط محیطی می‌تواند متفاوت باشد به طوری که میزان ترکیب‌های کارواکرول و پی‌سیمن در شرایط نیمه خشک بیشتر بود. تأثیر نور بر میزان تولید این متابولیت‌ها بسیار حائز اهمیت است به طوری که برخی محققین طیف نور قرمز را عامل افزایش معنی‌دار غلظت ترکیب‌های شیمیایی بخصوص کامفور دانسته و معتقدند فرکانس نور بر افزایش یا کاهش تنوع مونوترپنها مؤثر است تا جائیکه سازگاری گیاه به نور محیط را نتیجه شکل‌گیری این ترکیب‌ها می‌دانند (۳۰ و ۳۳). کشت آویشن در مزرعه‌ی تهران در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۷ مصادف با گرما و رطوبت بسیار کم منطقه، سبب شد تا کاربرد نیتروژن به صورت محلول‌پاشی روی گیاه تأثیر مثبت نداشته باشد و جذب از طریق ریشه مؤثرتر باشد (جدول ۱) ولی سازگاری آویشن با شرایط

منابع

1. Abbaszadeh, B., A. Sharifi Ashourabadi, M. Ardakani, M. Lebaschi, F. Safikhani and M. Naderi Hadjibagher Kandi. 2006. Effect of application methods of nitrogen fertilizer on essential oil content and composition of balm (*Melissa officinalis* L.) under greenhouse condition. Iran. J. Med. Aro. Pla., 21: 216-207.
2. Al-Bayati, F.A. 2008. Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. Journal of Ethno pharmacology. 116: 403-406.
3. Andrzej, L., E. Dawidowicz 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.
4. Baser, K., T. Ozek, M. Kurkcuglu and G. Tuemen. 1993. The occurrence of three chemotype of *Thymus longicaulis* C. Presl. Subsp. *longicaulis* in the same population. J. Essent. Oil Res., 5: 291-295. Bernath, J. 1986. Production on ecology of secondary plants products. Herb, Spices and Medicinal Plants. Oryxpress, Arizona. Vol. (1): 234-185.
5. Biesiada, A.N., A.N. Sokol-Letoweska and A.L. Kucharska. 2008. The effect of nitrogen fertilization on yielding and antioxidant activity of Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). Acta Sci. Pol., Hort. Cul., 7(2): 33-40.
6. Bryant, J.P., F.S. Chapin and D. Klein. 1983. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herb ivory Oikos. 40: 357-368.
7. Dragland, S., B.S. Paulsen and J.K. World. 1994. In: Production of Herbs, Spices and Medical Plants in the Nordic Countries. Proc. Njf. Seminar no 840. Scandina Vian Assoc. of Agri. Sci: (NJF), Helsinki, Finland, p: 36-39.
8. 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, F.R. Yugoslavia. 31: 1-4.
9. Fahlen, A., M. Welander and R. Wennersten. 1997. Effects of light temp Regimes on plant growth and essential oil yield of selected aromatic plants. J. Sci. Food. Agric., 73: 111-1190.
10. Franz, C. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta Horticulturae. 132: 203-215.
11. Firas, A. and Al-Bayati. 2008. Synergistic antibacterial activity between *Thymus vulgaris* and *Pimpinella anisum* essential oils and methanol extracts. Journal of Ethno pharmacology. 116: 403-406.
12. Galambosi, B. 1993. Consideration and experience regarding the cultivation of medicinal wild flowers in Finland. Aquilo ser. Botanica, 31: 161-166.
13. Habibi, H., D. Mazaheri, N. Majnon Hosseini, M.R. Chaechi, M. Fakhr Tabatabaee and M. Bigdeli. 2008. Effect of organic and inorganic fertilizer on plant growth, essential oil and the composition of wild and cultivated *Thymus* Spp. Thesis presented for the degree of doctor. Tehran University. 133-152.
14. Halcon, A. and L. Linda. 2002. Aromatherapy therapy therapentic applications of plant essential oils. Minnesota Medicine. 7: 85.

15. Herms, D.A. and W.J. Mattson. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. Q. Rev. Biol., 67: 283-335.
16. Hornok, L. 1986. Effect of environmental factors on growth, yield and on the active principles of some spice plants. Acta Horticulturae. 188: 169-179.
17. Jeannot, M. and F. Cantwell. 1996. ANAL. Chemistry. 68: 2236.
18. Kastner, G. 1970. The dependence of yield and quality of thyme grown a two-year crop on date of harvesting a cutting high in the autumn of sowing. Horticultural abstracts.40: 1841.
19. Khan, M., S. Afag and M. Afidi. 1992. Yield and quality of fenugreek (*Foeniculum vulgare* Mill) in relation to basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. Journal of Plant Nutrition, 15(11): 2502-2515.
20. Lebot, V. and Y. Leveque. 1996. Genetic control of camphor chemotypes *pipermethycticum* cultivars. Phytochemistry. 43(2): 397-403.
21. Letchamo, W. and A. Gosselin. 1995. Photosynthetic potential of *thymus vulgaris* selection under two light regimes and three soil water levels. Scientia horticulturae, 62: 89-101.
22. Letchamo, W. and A. Gosselin. 1995. Variation in photosynthesis and essential oil in thyme, J., Plant Physiol., 147: 29-37.
23. Leung A.Y. and S. Foster. 1996. Encyclopedia of Common natural ingredients: used in food, drugs, and cosmetics. A Wiley Interscience Publication- John Wiley and Sons. 649 pp.
24. Loziene, K., J. Vaiciuniene and P.R. Venskutonis. 1998. Chemical composition of the essential oil of creeping thyme (*Thymus serpyllum*) growing wild in Lithuania. Planta Medica 64(8): 772-775.
25. McGimpsey, J.A., M.H. Douglas, J.W. Van Klink, D.A. Beauregard and N.B. Perry. 1994. Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized *Thymus vulgaris* L. in Newzealand. Flavour Fragr. J., 347-352.
26. Miri, R., M. Ramezani, K. Javadnia and L. Ahmadi. 2002. Composition of the volatile oil of *Thymus Trans caspicus* Klokov from Iran. Flavour Fragr. J., 17: 245-246.
27. Naghdi Badi, H.A. and M. Makkizadeh. 2003. Review of common thyme. Journal Medicinal Plant. 7: 1-12.
28. Omidbagi, R. 2005. Production and processing of medicinal plants. Published Qods Razavi. Beh Nashr. Iran. 158.
29. Stahl-Biskup, E. 2002. Thyme: the genus *Thymus*. Hamburg. Taylor and Francis, London, UK. 1: 13.
30. Tanaka, S., T. Yamura, R. Shigenito and M. Tabata. 1989. Phytochrome mediated production of monoterpenes in thyme seedlings. Photochemistry 28: 2955-2957.
31. Uhart, S. and F. Andriani. 1995. Nitrogen deficiency in maize: Effects on crop growth development, dry matter partitioning and kernel set. Crop Science. Vol: 35.
32. Usai, M., A. Atzei, G. Pintore and L. Casanova. 2003. Composition and variability of the essential oil of Sardinian *Thymus herba-barona* Loisel. Flavour and Fragr. J., 18(1): 21-25.
33. Wendy, A.P. and J. Langenheim. 1998. Influence of phytochrome on leaf monoterpene variation. Biochem Syst Ecol., 26: 25-34.

Effects of Application Methods of Nitrogen Fertilizer in Semi Arid and Moderate Cool Conditions on Morphological and Composition on Thyme (*Thymus vulgaris* L.)

R. Jabbari¹, M. Amini Dehaghi², M.A. Modares Sanavy³ and A. Kordenaeej²

Abstract

Thyme (*Thymus vulgaris* L.) is an important plant of family Lamiaceae and its essential oil is famous among 10 essential oil of medicinal plant. In present study, effects of nitrogen application methods was evaluated at two moderate and semi arid zones for distinguishing the best nitrogen application method in each habitat considering the growth differentiation balance (GDB) for vegetative production and secondary metabolites. The experiment was conducted into a randomized complete blocks design with 3 replications in two regions Shahr e ray and Karadj in 2008. Treatments were included nitrogen application methods (no application as the control), 50 kg.ha⁻¹ soil application and 50 kg.ha⁻¹ foliar applications. Fresh samples of thyme plants were taken at two experimental farms and after drying in the shade, oil was extracted and the essence was analyzed by the GC apparatus. The results of independent and combined analyses showed that the foliar application of nitrogen at Karadj significantly increased plant height, percentage of thymol (2.74%) and thymol yield (19.5 kg.ha⁻¹), dry shade yield (2498.2 kg.ha⁻¹) and essential oil (38.9 lit.ha⁻¹) as well. In contrast, the highest values for dry shade (2772.7 kg.ha⁻¹), yield essential oil (19.1 lit.ha⁻¹), yield and percentage of secondary metabolites i.e. percentage of Thymol (1.2%) and thymol yield (7.72 kg.ha⁻¹) percentage of P-cymene (0.68%) and P-cymene yield (7.62 kg.ha⁻¹) and percentage of carvacrol (0.076%) and carvacrol yield (0.85 kg.ha⁻¹) (measured under the soil application of nitrogen on the experimental filed of Shahr e Ray). Thymol and P-cymene were the representative compounds at two experimental locations. It was concluded that better adaptation of thyme plant under the moderate cool and high altitude in Karadj rather than the semi arid condition in Shahr e Ray was due to the faster establishment and increase of the number of branches. Foliar application of nitrogen in Karadj resulted in a kind of growth differential balance (GDB) and increased both vegetative production and thymol composition as the most important secondary metabolites of thyme. Declined humidity and warm wind, in the experimental farm of Shahr e Ray reduced nitrogen absorption through the leaf feeding.

Keywords: Thyme (*Thymus vulgaris* L.), Essential oil, P-cymene, Thymol, Carvacrol, Application method of nitrogen

1- M.Sc. Student, College of Agriculture, Shahed University, Tehran

2- Assistant Professor, College of Agriculture and Research Center of Medicinal Plant, Shahed University, Tehran

3- Professor, College of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran