



نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد نهم، شماره یکم، بهار ۹۵
۱۰۹-۱۲۵
<http://ejcp.gau.ac.ir>



تأثیر سطوح تنش خشکی و کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)

المیرا خیراندیش^۱، محسن رشدی^۲ و *سعید یوسفزاده^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی،

^۲استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی،

^۳استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۲

چکیده

سابقه و هدف: خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است که تقریباً تولید ۲۵ درصد اراضی جهان را محدود ساخته است. تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی به وسیله عوامل محیطی تغییر می‌یابد و تنش رطوبتی نیز عامل مؤثری در رشد و هم‌چنین سنتز ترکیبات طبیعی این گیاهان می‌باشد. مدیریت مواد غذایی در شرایط تنش خشکی و بررسی اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات گیاه بادرشبو به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کود نیتروژنه در شرایط تنش خشکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبو می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه، بر تعدادی از خصوصیات کمی و کیفی بادرشبو، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه‌ای تحقیقاتی واقع در منطقه فیروزق از توابع شهرستان خوی در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳ اجرا گردید. تیمارها شامل آبیاری I₁: عدم قطع آبیاری (شاهد)، I₂: قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، I₃: قطع آبیاری در اوایل گل‌دهی) و کود نیتروژنه F₁: عدم مصرف کود نیتروژن از منبع اوره (شاهد)، F₂: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، F₃: ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار و F₄: ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. در این تحقیق صفاتی نظیر ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه

*مسئول مکاتبه: Syosefzadeh@yahoo.com

گل‌دهنده، تعداد شاخه فرعی و گل‌دهنده، وزن خشک کل، درصد اسانس، عملکرد اسانس و بذر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کاربرد تیمارهای آبیاری بر کلیه صفات (به‌جز درصد اسانس) و کاربرد تیمارهای کود نیتروژنه بر تعداد شاخه فرعی، وزن خشک کل، عملکرد اسانس و بذر اثر معنی‌داری داشتند. تنش خشکی در مرحله ساقه‌دهی و گلدهی تمامی صفات گیاه را کاهش داد. قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی کمترین عملکرد اسانس (۶/۱۷ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژنه تأثیر مثبتی بر صفات اندازه‌گیری شده نداشت. بیشترین تعداد شاخه گل‌دهنده (۱۷/۱۱)، وزن خشک کل (۲۴۸۴/۴۴ کیلوگرم در هکتار)، درصد اسانس (۰/۳۹)، عملکرد اسانس (۹/۶۲ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بذر (۱۴۹۳/۱۱ کیلوگرم در هکتار) از کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: تنش خشکی در مرحله ساقه‌دهی و گلدهی موجب کاهش ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه بادرشبو گردید و کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژن تأثیری مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه بادرشبو نداشت. در مجموع عدم قطع آبیاری و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار به عنوان تیمار برتر برای حصول به بالاترین عملکرد کمی و کیفی بادرشبو توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: گیاهان دارویی، متابولیت‌های ثانویه، عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است که تقریباً تولید ۲۵ درصد اراضی جهان را محدود ساخته است. تنش طولانی مدت آب در تمام فرآیندهای متابولیکی گیاه اثر می‌گذارد و در نتیجه موجب کاهش تولید محصول در گیاه می‌گردد. از آنجا که تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی به وسیله عواملی محیطی تغییر می‌یابند و تنش رطوبتی نیز عامل مؤثری در رشد و هم‌چنین سنتز ترکیبات طبیعی این گیاهان می‌باشد، بنابراین ارائه روش‌هایی که بتواند گیاهی با ماده مؤثره بیشتر تولید نماید، ضروری به نظر می‌رسد (۷). در بررسی لباس‌چی و شریفی عاشورآبادی (۲۰۰۲) روی گیاهان اسفرزه (*Plantagopsyllium*)، بومادران (*Achilleamillefolium*)، مریم‌گلی (*Salvia officinalis*)، همیشه بهار (*Calendula officinalis*) و بابونه (*Matricariachamomilla*) تنش خشکی، وزن اندام هوایی و ارتفاع بوته را در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش داد (۱۸). مطالعات حسنی و همکاران (۲۰۰۳) روی گیاه دارویی بادرشبو نشان دادند که با کاهش مقدار آب خاک، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، عملکرد ماده تر و خشک در گلدان و عملکرد اسانس این گیاه کاهش یافت (۱۳).

قابلیت دسترسی عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تأثیر تنش خشکی تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (۲۰). گیاهی که خوب تغذیه شده و مقدار کافی عناصر غذایی را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت و در این راستا کمیت و کیفیت محصول نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. شناخت بهتر نقش عناصر غذایی در مقاومت گیاهان به خشکی، با مدیریت کود در مناطق خشک و نیمه‌خشک در ارتباط است (۱۷). نیتروژن عنصری ضروری در تغذیه گیاهان به حساب می‌آید، زیرا یکی از اجزای مهم ترکیبات آلی مانند پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و کلروفیل می‌باشد. در سیستم‌های تولید گیاهان زراعی قابلیت دسترسی نیتروژن در خاک یکی از عوامل مهم و محدودکننده رشد، نمو و عملکرد گیاهان می‌باشد (۸)، از این رو شناخت میزان و نسبت مصرف کود از اهمیت زیادی برخوردار است.

برای نیل به نتایج مطلوب‌تر، توصیه‌های کودی برای یک محصول معین باید بر پایه آگاهی قبلی از نیاز گیاه، کمیت مواد غذایی در خاک و امکان تغییر آن‌ها در طول دوره رشد انجام گیرد. بنابراین الگوهای جذب نیتروژن برای هر محصول باید به دقت مشخص شود (۲۶). صفی‌خانی (۲۰۰۶) نشان داد در گیاه بادرشبو مصرف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد منجر به افزایش تعداد شاخه‌های

جانبی، گلدهی زودرس، افزایش طول سرشاخه‌های گل‌دار، وزن هزار دانه و درصد جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شد (۲۲). در پژوهشی روی گل محمدی (*Rosa damascena*) مشاهده شد که با افزایش مصرف نیتروژن تعداد شاخه‌های گل‌دهنده به میزان $33/4$ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت و بیشترین عملکرد گل با مصرف نیتروژن به مقدار 150 کیلوگرم در هکتار به دست آمده است (۲۷). بادرشبی با نام علمی *Dracocephalum moldavica* L گیاهی است علفی و یکساله از تیره Lamiaceae که بومی آسیای مرکزی و اهلی شده در مرکز و شرق اروپاست (۹). اسانس بادرشبی دارای خاصیت ضد میکروبی و باکتریایی بوده و التیام‌دهنده زخم و جراحات می‌باشد. اسانس این گیاه در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و عطرسازی، کاربردهای فراوانی دارد (۲۱). مدیریت مواد غذایی در شرایط تنش خشکی و بررسی اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات گیاه بادرشبو به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کود نیتروژنه در شرایط تنش خشکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبو در شرایط آب و هوایی خوی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت مزرعه‌ای در مزرعه‌ای واقع در منطقه فیروزق از توابع شهرستان خوی در سال ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. بر اساس آمار هواشناسی، متوسط بارندگی سالیانه این منطقه 280 میلی‌متر بوده و با داشتن زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک و متوسط درجه حرارت سالیانه $12/4$ درجه سانتی‌گراد دارای رژیم آب و هوایی نیمه خشک بود. آزمایش به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمار (I) شامل: تیمار آبیاری (I₁: عدم قطع آبیاری (شاهد)، I₂: قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، I₃: قطع آبیاری در اوایل گل‌دهی) و تیمار نیتروژن (F) شامل (F₁: عدم مصرف نیتروژن (شاهد)، F₂: 150 کیلوگرم در هکتار، F₃: 225 کیلوگرم در هکتار، F₄: 300 کیلوگرم در هکتار) بود. با در نظر گرفتن سطوح هر یک از عوامل مورد بررسی و تعداد تکرارها، آزمایش دارای ۱۲ تیمار و مشتمل بر ۳۶ واحد آزمایشی بود. هر کرت مشتمل بر پنج ردیف کاشت به فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر، فاصله بین هر بوته ۱۵ سانتی‌متر و به طول ۳ متر در نظر گرفته شد (۲۹). علاوه بر این، بین هر کرت با کرت مجاور که از نظر سطح دریافت کودی متفاوت بودند، دو پشته به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. در زمستان سال ۱۳۹۱ پس از شخم، زمین دیسک زده شد و

عملیات تسطیح زمین و تهیه جوی و پشته انجام گردید. میزان کودهای مصرفی با توجه به نیاز غذایی گیاه و آزمون خاک تعیین شد. دو هفته قبل از کاشت از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه برداری شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Some of the Soil physical and chemical properties

هدایت	اسیدیته	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل	پتاسیم قابل
بافت خاک	الکتریکی	Organic carbon (%)	Total N (%)	دسترس	دسترس
Texture	EC (dS m ⁻¹)	pH		Available P (mg kg ⁻¹)	Available K (mg kg ⁻¹)
رسی (clay)	0.65	7.4	0.06	12.37	325

بذر گیاه از اداره جهاد کشاورزی شهرستان ارومیه تهیه گردید. قبل از کاشت بذور به مدت ۲ هفته در یخچال در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. سپس بذور گیاه با تراکم بالاتر از مطلوب در تاریخ ۲۳ خرداد به صورت جوی و پشته در عمق ۲-۱ سانتی متر کشت گردیدند. عملیات وجین علف‌های هرز نیز در سه مرحله و به صورت دستی انجام شد. بعد از کاشت یک مرحله آبیاری برای استقرار بوته‌ها صورت پذیرفت و تا زمان استقرار بوته‌ها (مرحله ۴-۶ برگی) هر سه روز یکبار آبیاری انجام شد. بعد از آن به فاصله تقریبی هر شش روز یکبار آبیاری به صورت نشتی تکرار گردید. قطع آبیاری برای تیمارهای آزمایش در مراحل ذکر شده انجام شده اعمال گردید. در مرحله ۴-۶ برگی تیمارهای نیتروژن با مقادیر ۱۵۰ (مقدار مطلوب توصیه شده)، ۲۲۵ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره به خاک اضافه و بلافاصله آبیاری انجام گردید (۲۱ و ۲۹). زمانی که ۸۰ درصد گیاهان در اوایل شهریور به مرحله گلدهی کامل رسیدند، عملیات برداشت انجام گردید. عملیات برداشت طی دو مرحله برداشت اندام هوایی و همچنین بعد از رسیدگی بذور انجام گرفت. برداشت بوته‌ها و اندام هوایی در اوایل شهریور زمانی که ۸۰ درصد گیاهان به مرحله گلدهی کامل رسیدند، انجام شد و تمامی صفات مورد مطالعه به جز عملکرد بذر در این مرحله مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. در اول مهر ماه و بعد از رسیدگی کامل دانه‌ها و قهوه‌ای شدن بوته‌ها و غلاف‌ها و ریزش برگ‌ها، بذرها برداشت شدند. در این تحقیق ویژگی‌هایی از قبیل ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه گل دهنده از سطح زمین، تعداد شاخه فرعی، تعداد شاخه گل دهنده، وزن خشک کل، بازده و عملکرد اسانس و عملکرد بذر بادرشبو مورد بررسی قرار گرفتند. برای نمونه برداری از دو خط کناری و نیم متر ابتدا و انتهای خطوط وسط

به لحاظ رعایت اثرات حاشیه‌ای صرف نظر شد. به منظور تعیین مقدار اسانس از سرشاخه‌های جوان، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۵۰ گرمی تهیه و با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر اسانس‌گیری به عمل آمد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه آماری SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد، استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: با توجه به نتایج حاصل از تحقیق آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته داشت (جدول ۲). تیمارهای عدم قطع آبیاری (شاهد) و قطع آبیاری در اوایل ساقه‌دهی به ترتیب دارای بیشترین (۸۴/۳۳ سانتی‌متر) و کمترین (۷۶/۰۳ سانتی‌متر) ارتفاع بوته بودند (جدول ۳). به طوری که قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی در مقایسه با شاهد حدود ۱۱ درصد ارتفاع بوته را کاهش داد. علی‌رغم معنی‌دار نشدن اثر کود نیتروژن بر ارتفاع بوته نتایج مقایسات میانگین نشان داد کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن ارتفاع بوته را (۸۳/۶۴ سانتی‌متر) در مقایسه با تیمار شاهد (۷۷/۰۲ سانتی‌متر) حدود ۹ درصد افزایش داد و بیشترین ارتفاع بوته از کاربرد این تیمار کودی به دست آمد. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به ویژه در ساقه و برگ‌ها است. با کاهش رشد سلول اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی بر روی گیاهان را می‌توان از اندازه کوچکتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (۱۶). نتایج این آزمایش با نتایج حسنی (۲۰۰۷) و صفی‌خانی (۲۰۰۶) در گیاه بادرشبو مطابقت داشت (۱۴ و ۲۲). در این راستا یافته‌های لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۲۰۰۴) نیز نشان داد با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته را در اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه بهار و بابونه کاهش یافت (۱۸). نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاهان می‌باشد به طوری که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۸). مصرف نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و ارتفاع گیاه می‌گردد. در این راستا بررسی نتایج حاصل از آزمایش علیزاده سهرابی و همکاران (۲۰۰۷) بر روی گیاه دارویی مرزه، مشاهده شد که مقادیر ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به ترتیب بیشترین و تیمارهای ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و عدم مصرف نیتروژن کمترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند (۲).

جدول ۲- میانگین مربعات اثر آبیاری و کود نیتروژن بر خصوصیات رشد و عملکرد بادرسبو.
 میانگین مربعات (*Dracocephalum moldavica* L.)
 (mean squares)

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (df)	ارتفاع بوته (Plant height)	ارتفاع اولین شاخه گل دهنده (Distance between the first flower and ground)	تعداد شاخه فرعی (Number of lateral branches)	شاخه گلدهنده (Number of flowering branches)	وزن خشک کل (Total dry weight)	درصد اسانس (Percentage of essential oil)	عملکرد اسانس (Essential oil yield)	عملکرد بذر (Seed yield)
تکرار	2	40.541	6.126	13.330	13.935	58169.444	0.003	1.292	76067.885
آبیاری	2	216.910*	53.216**	169.786**	54.572*	680286.111**	0.013 ^{ns}	27.382**	509201.948**
نیتروژن	3	74.911 ^{ns}	3.439 ^{ns}	51.276**	25.919 ^{ns}	461474.074**	0.012 ^{ns}	22.953**	466979.832**
آبیاری × نیتروژن	6	60.411 ^{ns}	12.312 ^{ns}	18.037 ^{ns}	17.370 ^{ns}	126929.63**	0.002 ^{ns}	^{ns} 1.591	24364.412 ^{ns}
Nitrogen × Irrigation									
اشتباه آزمایشی	12	39.457	7.910	9.224	8.996	30935.354	0.006	2.811	44755.884
ضریب تغییرات (CV) (%)		7.89	24.67	21.93	20.54	8.05	21.83	22.20	18.33

ns, *and**: not significance and significance at the P value of 0.01 and 0.05, respectively.
 ns و ** و *** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات آزمایشی تحت تاثیر آبیاری و کود نیتروژن

Table 3. Mean comparison experimental traits affected by irrigation and nitrogen fertilizer

فاکتورهای آزمایشی Experimental factors	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	ارتفاع اولین شاخه گل (سانتی متر) (Distance between the first flower and ground) (cm)	تعداد شاخه فرعی (Number of lateral branches)	شاخه گل دهنده (Number of flowering branches)	وزن خشک کل (کیلوگرم در هکتار) (Total dry weight (kg/ha)	درصد اسانس (Percenta ge of essential oil) (%)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) (Essential oil yield) (kg/ha)	عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) (Seed yield) (kg/ha)
آبیاری (Irrigation)								
Unstressed (control) (شاهد) عدم قطع آبیاری	84.33 ^a	13.69 ^a	11.18 ^a	17.06 ^a	2452.50 ^a	0.37 ^a	9.16 ^a	1369.64 ^a
With holding irrigation during stem elongation قطع آبیاری در مرحله ساقدهی	76.03 ^b	10.96 ^b	11.34 ^b	13.33 ^b	1997.50 ^b	0.31 ^b	6.17 ^b	1132.99 ^b
With holding irrigation during early flowering stages قطع آبیاری در اوایل گل دهی	78.58 ^b	9.55 ^b	12.03 ^b	13.42 ^b	2103.33 ^b	0.34 ^{ab}	7.33 ^b	959.26 ^b
مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen rate (Kg/ ha)								
صفر (0)	77.02 ^b	10.58 ^a	13.41 ^b	13.89 ^b	1945.56 ^c	0.30 ^b	5.89 ^c	1077.09 ^b
۱۵۰ (150)	79.73 ^{ab}	12.02 ^a	17.34 ^a	17.11 ^a	2484.44 ^a	0.39 ^a	9.62 ^a	1493.11 ^a
۲۲۵ (225)	78.20 ^{ab}	11.68 ^a	12.42 ^b	13.36 ^b	2203.33 ^b	0.35 ^{ab}	7.86 ^b	1035.79 ^b
۳۰۰ (300)	83.64 ^a	11.32 ^a	12.22 ^b	14.05 ^b	2104.44 ^{bc}	0.31 ^{ab}	6.84 ^{bc}	1009.87 ^b

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% of probability level. در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

تعداد شاخه فرعی: تیمارهای آبیاری و کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه ثانویه در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). عدم قطع آبیاری بیشترین (۱۸/۸) و قطع آبیاری در اوایل ساقه‌دهی کمترین (۱۱/۳۴) تعداد شاخه ثانویه را تولید کرد (جدول ۳). تیمار قطع آبیاری در اوایل ساقه‌دهی ۶۶ درصد تعداد شاخه فرعی را در مقایسه با شاهد کاهش داد. هم‌چنین کاربرد تیمار ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب بیشترین (۱۷/۳۴) و کمترین (۱۲/۲۲) تعداد شاخه فرعی را ایجاد کردند (جدول ۲). به طوری که کاربرد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۴۲ درصد تعداد شاخه فرعی را افزایش داد. به نظر می‌رسد که تنش کم‌آبی به علت تأثیر منفی بر رشد و گسترش شاخه‌های جانبی، تعداد کل شاخه‌های جانبی را کاهش داده است. بدین ترتیب، کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در شرایط کم‌آبی احتمالاً به‌عنوان یک مکانیسم سازگاری برای گیاه بادرشبو در نظر گرفته شده است. در این راستا کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه آویشن (*Thymus vulgaris*) در شرایط تنش خشکی توسط بابایی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است که با نتایج این آزمایش مطابق داشت (۶). وجود نیتروژن زیاد موجب افزایش مقدار اکسین در گیاه می‌گردد (۲۵). احتمالاً وجود مقادیر بالای نیتروژن با تأثیر بر تعداد و اندازه سلول‌ها موجب رشد طولی ساقه شده و در نتیجه فعالیت جوانه‌های جانبی را کاهش می‌دهد. مصرف کمتر نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) هم‌زمان با تأثیر بر طول ساقه و جوانه انتهایی توانست با تأثیر بر جوانه‌های جانبی تعداد شاخه‌های جانبی گیاه را افزایش دهد. مردانی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایشی روی گیاه اسطوخودوس (*Lavandula officinalis* L.) نشان دادند که اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر تعداد ساقه‌های فرعی اسطوخودوس معنی‌دار بود (۱۹).

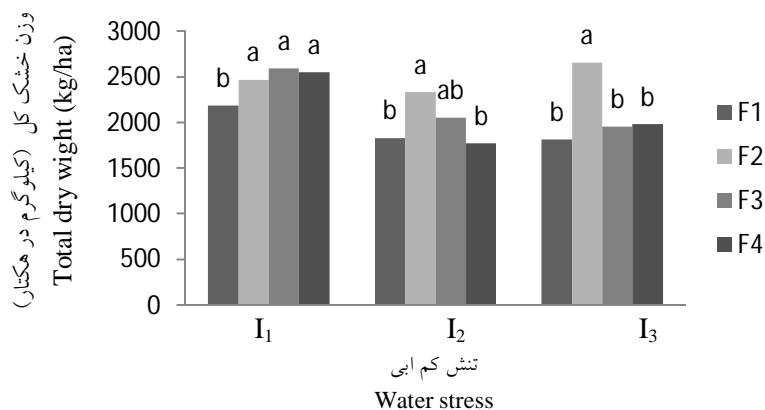
ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده: نتایج نشان داد که فقط تیمار آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده داشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده در تیمار عدم قطع آبیاری و قطع آبیاری در اوایل گل‌دهی به‌دست آمد (جدول ۳). ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین صفتی مطلوب در برداشت محصول به‌صورت مکانیزه می‌باشد. با توجه به ارتفاع مطلوب برداشت در بادرشبو (۳۵-۴۰ سانتی‌متر) ارتفاع بیشتر اولین شاخه گل‌دهنده از سطح زمین شاید در کاهش تلفات اسانس مؤثر باشد، زیرا بیشترین میزان اسانس در گل‌ها و برگ‌های جوان بادرشبو وجود دارد (۱۰). به نظر می‌رسد که ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده تابعی از ارتفاع کل بوته

باشد. بنابراین، با توجه به نتایج این تیمار نیز با نتایج صفت ارتفاع بوته رابطه مستقیمی دارد ($r=59^{**}$) و تیمارهایی که دارای بیشترین ارتفاع بوته بودند ارتفاع اولین شاخه گل‌دهنده آن‌ها بیشتر بود (داده‌های جدول همبستگی ارائه نشده است).

تعداد شاخه گل‌دهنده: نتایج نشان داد که تنها تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد شاخه گل‌دهنده داشت (جدول ۲). بیشترین (۱۷/۰۶) و کمترین (۱۳/۳۳) تعداد شاخه گل‌دهنده در تیمارهای عدم قطع آبیاری و قطع آبیاری در اوایل ساقه‌دهی به‌دست آمد (جدول ۳). به نحوی که قطع آبیاری در اوایل ساقه‌دهی ۲۸ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت با توجه به کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در تنش خشکی کاهش تعداد شاخه‌های گل‌دهنده در اثر اعمال تنش خشکی منطقی به‌نظر می‌رسد. از طرف دیگر، تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی یکی از دلایل مهم کاهش تعداد شاخه گل‌دهنده در گیاه بود. مصرف مقادیر بالای نیتروژن موجب افزایش رشد رویشی و کاهش رشد زایشی در گیاهان می‌گردد. هرچند که در این آزمایش اثر مصرف نیتروژن معنی‌دار نشد، اما نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن ۲۳ درصد در مقایسه با شاهد تعداد شاخه گل‌دهنده را افزایش داد. عدم مصرف نیتروژن و افزایش مقادیر کود به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه گل‌دهنده را کاهش داد. افزایش کود نیتروژن به‌دلیل افزایش رشد رویشی و کاهش تعداد شاخه‌های فرعی تعداد شاخه گل‌دهنده را کاهش داده است. در این راستا، علیزاده سهرابی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نسبت به سایر سطوح کودی (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و ۵۰،۰) بیشترین مقدار سرشاخه گل‌دار را در گیاه مرزه به‌خود اختصاص داد (۲). نقش نیتروژن در افزایش تعداد شاخه گل‌دهنده قابل توجه است. در گیاه بادرشبو به‌دلیل بالا بودن میزان اسانس در گل‌ها نسبت به سایر قسمت‌های گیاه، تعداد گل‌ها در افزایش درصد و عملکرد اسانس دارای اهمیت می‌باشد. با توجه به بررسی‌های دوموکوشو همکاران (۱۹۹۴) بیشترین اسانس در گل، برگ و سرشاخه‌های جوان مشاهده شد (۱۰). بنابراین افزایش مقدار نیتروژن بیش از مقدار مطلوب اثر منفی بر تعداد شاخه گل‌دهنده داشته است.

وزن خشک کل: تیمار آبیاری، نیتروژن و اثر متقابل این دو عامل بر وزن خشک کل، در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل تیمار آبیاری و نیتروژن نتایج شکل ۱ نشان داد در شرایط آبیاری کامل و عدم مصرف کود نیتروژن (۲۱۹۰ کیلوگرم در هکتار)

به‌طور معنی‌داری، وزن خشک کل را کاهش داد. در شرایط تنش خشکی در مرحله ساقه‌دهی و گل‌دهی کاربرد تیمار F₂، به‌ترتیب با تولید ۲۳۳۳ و ۲۶۵۵ کیلوگرم ماده‌خشک در هکتار بالاترین وزن خشک کل را به خود اختصاص داد. به عبارت دیگر کاربرد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط تنش در مرحله اوایل ساقه‌دهی و گلدهی به‌ترتیب با افزایش ۲۷ و ۴۶ درصدی در مقایسه با شاهد اثر مثبتی را در افزایش وزن خشک کل داشت، در حالی که مقادیر پایین و بالاتر کود باعث کاهش عملکرد ماده خشک گردید. در این راستا محققین گزارش کردند که کاربرد مقادیر اضافی نیتروژن همیشه نقش مثبتی در تخفیف اثرات تنش روی رشد گیاهان نخواهد داشت، ولی نقش نیتروژن به‌عنوان یک تعدیل‌کننده پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی و به‌ویژه در ارتباط با کارایی مصرف آب و تحمل تنش خشکی، کاملاً آشکار است (۲۸). براساس نتایج تنش خشکی موجب کاهش وزن خشک کل در گیاه شد. این مسئله احتمالاً نتیجه اختلال در فتوسنتز، تنفس، تعرق و فرآیندهای متابولیکی گیاه است (۲۴). صفی‌خانی (۲۰۰۶) در تحقیق خود روی گیاه دارویی بادرشبو گزارش کرد که تنش خشکی در حد ۴۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه، موجب کاهش ارتفاع و عملکرد اندام هوایی شد (۲۲). نتایج آزمایش اردکانی و همکاران (۲۰۰۷) در بادرنج بویه (*Melissa officinalis* L.) نیز حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد اندام هوایی را در تیمار شاهد (بدون تنش) به‌دست آمد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (۳). کمبود نیتروژن در بیشتر گیاهان باعث کاهش رشد رویشی، زایشی و در نهایت عملکرد می‌شود (۱۱). مطالعات نشان دادند که گیاهان تایک آستانه مشخص نیازمند کود می‌باشند و چنانچه روند افزایش کود ادامه یابد، در ابتدا روند افزایش عملکرد ثابت شده و با تکرار این روند، عملکرد کاهش می‌یابد (۱). در این راستا آرگانوسا و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند در گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مقایسه با سایر سطوح کودی (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰) به‌دست آمد، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (۴). با توجه به نتایج کاربرد سطوح بالای نیتروژن در مقایسه با سطح دوم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) تأثیر کاهشی بر وزن خشک کل داشت. احتمالاً کودپذیری کم گیاه بادرشبو نسبت به مقادیر بالای نیتروژن یکی از دلایل این نتیجه باشد. همچنین به‌نظر می‌رسد در این تحقیق حد مطلوب کود نیتروژن برای افزایش تجمع ماده خشک ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل دو جانبه تیمار کود و آبیاری بر وزن خشک کل بادرشبو.

Figure 1. Means comparison of two way interaction between fertilizers and irrigation treatments on total dry weight of dragonhead.

آبیاری شامل: I₁: عدم قطع آبیاری (شاهد)، I₂: قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، I₃: قطع آبیاری در اوایل گل‌دهی و کود نیتروژن شامل: F₁: عدم مصرف نیتروژن (شاهد)، F₂: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، F₃: ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار و F₄: ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) برای هر سطح نیتروژن میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

I₁: (unstressed (control), I₂: with holding irrigation during stem elongation, I₃: with holding irrigation during early flowering stages) and Nitrogen fertilizer: (F₁: without nitrogen (control), F₂: 150kg N ha⁻¹ and F₃: 300 kg N ha⁻¹). For each level of nitrogen means within the same letter are statistically different at $\alpha=0.05$.

درصد اسانس: تیمارهای آبیاری و نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر درصد اسانس تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). با این وجود مقایسات میانگین تیمارها نشان داد که تیمار عدم قطع آبیاری توانست بالاترین (۰/۳۷) درصد اسانس را تولید کند (جدول ۳). همچنین تنش آبیاری در مرحله اوایل گل‌دهی در مقایسه با مرحله ساقه‌دهی نیز درصد اسانس بیشتری تولید کرد. هر چند این افزایش معنی‌دار نبود. حسنی (۲۰۰۷) نشان داد که تنش کم‌آبی تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس گیاه بادرشبو نداشت (۱۴). گزارشات فرزانه و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داد اعمال تنش شدید در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در مقایسه با تنش ملایم درصد اسانس را کاهش داد (۱۲). به نظر می‌رسد دلیل عدم معنی‌دار شدن درصد اسانس کاهش معنی‌دار تعداد شاخه گل‌دهنده در مراحل تنش آبیاری (ساقه‌دهی و گلدهی) در مقایسه با تیمار شاهد باشد. با توجه به این‌که بیشترین میزان اسانس در گل‌ها بوده و گیاه در مرحله گل‌دهی کامل دارای بیشترین اسانس می‌باشد، کاهش تعداد گل‌ها احتمالاً درصد اسانس گیاه را کاهش داده است. همچنین شرایط اقلیمی مانند دما و بارندگی هم نیز می‌تواند از عوامل تأثیرگذار باشد. در این

راستا عدم مصرف نیتروژن درصد اسانس را کاهش داد و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین درصد اسانس را تولید کرد. با افزایش مقدار مصرف نیتروژن درصد اسانس کاهش یافت. با توجه به تحقیقات عزیزی و همکاران (۲۰۰۹) کاربرد مقادیر بالای نیتروژن باعث کاهش درصد اسانس در گیاه مرزنجوش وحشی (*Origanum vulgare L.*) شد (۵). در این رابطه آن‌ها اذعان داشتند، نیتروژن زیاد به علت افزایش اندازه سلول‌های حاوی اسانس و کاهش غلظت اسانس در اندام‌های گیاهی باعث کاهش درصد اسانس می‌شود. به نظر می‌رسد که افزایش میزان نیتروژن به حد بالاتر از توصیه شده با تأثیر در تولید عملکرد بیولوژیک مانع از افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاه شده و در نتیجه درصد اسانس تغییر قابل توجهی نخواهد داشت.

عملکرد اسانس: تیمار آبیاری و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر صفت عملکرد اسانس داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که تیمار عدم قطع آبیاری با ۹/۱۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار قطع آبیاری در اوایل ساقه‌دهی با ۶/۱۷ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد اسانس را تولید کردند (جدول ۳). با توجه نتایج بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به ترتیب در اثر کاربرد تیمارهای ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با ۹/۶۲ کیلوگرم در هکتار و شاهد با ۵/۸۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). ارتفاع گیاه و تعداد شاخه فرعی از نظر افزایش پیکر رویشی و تعداد برگ، جهت استحصال اسانس یک خصوصیت مهم به‌شمار می‌آید. با توجه به نتایج عملکرد اسانس بیشتر تحت تأثیر عملکرد ماده خشک بوده و کمتر متأثر از تغییرات درصد اسانس بود. کاهش عملکرد اسانس در نتیجه کاهش رطوبت خاک ممکن است ناشی از اثر زیان‌آور تنش آبی بر رشد و عملکرد پیکر رویشی گیاه باشد. با توجه به بالا بودن عملکرد ماده خشک و تعداد شاخه گل‌دهنده در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و همبستگی عملکرد اسانس با عملکرد ماده خشک این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد.

نتایج علیزاده سهرابی و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه مرزه (*Satureja hortensis L.*) نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به ترتیب در اثر کاربرد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تیمار عدم کاربرد نیتروژن (شاهد) به دست آمد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (۲). کاربرد نیتروژن در گیاهان دارویی و معطر با افزایش فتوسنتز، میزان کلروفیل، فعالیت آنزیم رایبوسکو، بیوماس و رشد و توسعه برگ عملکرد اسانس را افزایش می‌دهد. افزایش میزان اسانس در اثر مصرف

کود نیتروژن به دلیل نقش مهم نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس، کانال‌های اسانس، مجاری ترشحی و کرک‌های غده‌ای می‌باشد (۲۳).

عملکرد بذر: نتایج جدول (۲) نشان داد که تیمار آبیاری و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. بیشترین و کمترین عملکرد بذر به ترتیب در تیمار عدم قطع آبیاری و قطع آبیاری در اوایل گل‌دهی به دست آمد (جدول ۳). بیشترین و کمترین عملکرد بذر به ترتیب در اثر کاربرد تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با ۱۴۹۳/۱۱ کیلوگرم در هکتار و تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با ۱۰۰۹/۸۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش معنی‌دار تعداد شاخه گل‌دهنده یکی از عوامل کاهش عملکرد بذر باشد. با توجه به این‌که تیمار تنش در مرحله گل‌دهی تأثیر مستقیمی بر باروری دانه‌های گرده دارد و اکثر گیاهان در این مرحله حساسیت شدیدتری به کمبود آب از خود نشان می‌دهند. طبیعی است که کاهش شدیدتر عملکرد دانه با قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی گیاه اتفاق بیفتد. نتایج این آزمایش با نتایج حیدری و جهان تیغی در سیاه‌دانه و صفی‌خانی (۲۰۰۶) در بادرشبو مطابقت داشت (۱۵ و ۲۲). تحقیقات نشان می‌دهد که گیاهان تا یک آستانه مشخص نیازمند کود می‌باشند و چنان‌چه روند افزایش کود ادامه یابد، در ابتدا روند افزایش عملکرد ثابت شده و با تکرار این روند عملکرد کاهش می‌یابد (۱). به نظر می‌رسد نیتروژن با مقادیر ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار با افزایش رشد رویشی عملکرد بذر را کاهش داده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد تنش خشکی در مرحله ساقه‌دهی و گل‌دهی موجب کاهش ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه بادرشبو گردید. تنش خشکی در مرحله گل‌دهی تأثیر جزئی در افزایش درصد اسانس داشت ولی عملکرد اسانس به شدت کاهش یافت. کاربرد مقادیر بالای کود نیتروژن تأثیری مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه بادرشبو نداشت و تیمار F₂ (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) علاوه بر کاهش قابل ملاحظه در مصرف کود بالاترین خصوصیات کمی و کیفی را تولید کرد.

منابع

1. Abbas Zadeh, B. 2005. Nitrogen different levels effect and application methods on amount of essential oil in *Melissa officinalis* L. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch. 127p. (In Persian)

2. Ali ZadehSohrabi, A., Sharifi Ashorabadi, A.H., Shrani Rad, A.R., ValadAbadi, H., Abadi Farahani, A., and Abas Zadeh, B. 2007. Effect of methods and levels of nitrogen on essential oil yield in summer savory. *Iran. J. Med. Arom. Plants.* 23(3): 416- 431. (In Persian)
3. Ardakani, M.R., Abbas Zadeh, B., SharifiAshorabadi, A., Labaschi, M., and Paknajad, F. 2007. Study of water deficient on quality and quantity of *Melissa officinalis* L. *Iran. J. Med. Arom. Plants.* 23(2): 251- 261. (In Persian)
4. Arganosa, G.C., Sosulski, F.W., and Slikard, A.E. 1998. Effect of nitrogen levels and harvesting management on quality of oil in *Calendula officinalis*. *Indian. Perfum. J.* 33(3): 182- 195.
5. Azizi, A., Yan, F., and Honermeier, B. 2009. Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Ind. Crop. Prod.* 29: 554–561.
6. Babai, K., Amini Dehagi, M. Modares-Sanavi, S.A.M., and Jabbari, R. 2010. Effect of water stress on morphological characteristics, content of proline and thymol in thyme. *Iran. J. Med. Arom. Plants.* 26 (2): 251- 239. (In Persian)
7. Baher, Z.F., Mirza, M., Ghorbani, M., and Rezaii, M.B. 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Saturejahortensis* (L.). *Flavour Frag. J.* 17: 275- 277.
8. Bredemeier, C. 2005. Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. Ph.D. Thesis. Technical University, Munich.
9. Dastmalchi, K., Dorman, H.G., Kosar, M., and Hiltunen, R. 2007. Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of a water soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. *Food. Sci. Tech.* 40: 239-248.
10. Domokos, J., Peredi, J., and Halasz-Zelnik, K. 1994. Characterization of seed oils of Dragon head (*Dracocephalum moldavica*) and catnip (*Nepetacataria* var. *citriodora* Balb.). *Ind. Crop. Prod.* 3: 91-94.
11. Dordas, C.A., and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Ind. Crop. Prod.* 27: 75- 85.
12. Farzaneh, A., Ghani, A., and Azizi, M. 2010. The effect of water stress on morphological characteristic and essential oil content of improved sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *J. Plant. Prod.* 17(1): 103-111.
13. Hasani, E. Omid-Beygi, R., and Heydari-Sharifabad, H. 2003. Evaluation some of drought resistance indices in basil. *J. Agric. Sci. Nat Res.* 10(4): 65-74. (In Persian)

14. Hasani, A. 2007. Effect of water stress on growth, yield and essential oil content *Dracocephalum moldavica* L. Iran. J. Med. Arom. Plants. 22(3): 251-261. (In Persian)
15. Heydari, M., and Jahantigi, H. 2013. Effects of water stress and nitrogen fertilizer on yield and yield components, essential oil and herbal Thymoquinone of *Nigella sativa* L. Environ. Stress Crop Sci. 5(1): 33-40.
16. Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology. 24: 519-570.
17. Lal, P., Chhipa, B.R., and Kumar, A. 1993. Salt Affected Soil and Crop Production: A Modern Synthesis. Agro Botanical Publishers, India. 375p
18. Lebaschi, M.H., and Sharifi-Ashoorabadi, A. 2004. Growth indices some of the medicinal plants in different drought stress conditions. Iran. J. Med. Arom. Plants. 20(3): 261-249. (In Persian)
19. Mardaninejad, S.H., Khalatbarin, B., Sadat, Y.A., Moradshahi, A., and Vazirpoor, M. 2001. Effect of ammonium nitrate on shoot and essential oil content in lavender. National Conference on Medicinal Plants, Tehran. 24-26 January. P: 57-59. (In Persian)
20. Munne, S., and Alegre, L. 1999. Role of dew on the recovery of water stressed *Melissa officinalis* (L.). J. Plant. Physiol. 154(5): 759-766.
21. Nasrabadi, B., Omid Baygi, R., and Sfidkon F. 2007. Effect of sowing time on biological growth yield and essential oil content in dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iran. J. Med. Arom. Plants. 23(3): 307-314. (In Persian)
22. Safi Khani, F. 2006. Study of physiological resistance on drought stress in *Dracocephalum moldavica* L. Ph.D. Thesis, Shahid Chamran University Ahvaz. 114pp. (In Persian)
23. Salehi, A. 2012. Effect of bio-fertilizers, vermicompost and zeolite on the yield and quality of German chamomile in order to achieve a sustainable agricultural system. Thesis Submitted for the Degree of Philosophy (Ph.D.) in Agronomy Department of Agronomy Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian)
24. Sarker, B.C., Hara, M., and Uemura, M. 2005. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. Sci. Hortic. 103: 387-402.
25. Sarmadniya, G.H. 1993. The importance of environmental stress in agriculture. Key papers in the First Congress of Agronomy and Plant Breeding, Karaj, Iran. 5-7 September. Pp: 157-169. (In Persian)
26. Sterenson, F.C., Jonnsron, A.M., Beckie, H.J., Brandt, S.A., and Townley-Smith, L. 1998. Cattle manure as a nutrient source of barley and oil seed crops in zero and conventional tillage systems. Can. J. Plant Sci. 78: 409-416.

27. Tajuddin, A., Yaseen, M., Sharma, S., Saproo, M.L., and Husain, A. 1995. Effects of fertilizer application on the flowering pattern of *Rosa damascena*. *Curr. Res. Med. Arom. Plant.* 17: 173-176.
28. Tan, W., and Hogan, G.D. 1997. Physiological and morphological responses to nitrogen limitation in jack pine seedlings: Potential implications for drought tolerance. *New. Forest. J.* 14: 19- 31.
29. Yousefzadeh, S., Modarres-Sanavy, S.A.M., Sefidkon, F., Asgarzadeh, A., and Ghalavand, A. 2011. Effects of different harvest time on essential oil content and composition of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Iran. J. Med. Arom. Plants.* 26(4): 561-573. (In Persian)

