

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران  
جلد ۳۰، شماره ۳، صفحه ۴۶۲-۴۵۳ (۱۳۹۳)

## تأثیر تنش کم آبی و سطوح نیتروژن بر رشد و عملکرد میوه و اسانس در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

سید مهدی موسوی<sup>۱</sup>، سید غلامرضا موسوی<sup>۲\*</sup> و محمدجواد ثقه‌الاسلامی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند

۲- نویسنده مسئول، استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، پست الکترونیک: s\_reza1350@yahoo.com

۳- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۱

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۰

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش کم آبی در دوره رشد زایشی و مقادیر نیتروژن بر صفات ریختی، درصد و عملکرد اسانس و نیز بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس میوه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) آزمایشی در سال ۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند اجرا گردید. در این تحقیق آبیاری در سه سطح (آبیاری مطلوب، تنش قطع آبیاری در مرحله گلدهی و مرحله پرشدن دانه) به عنوان عامل اصلی و مقدار نیتروژن مصرفی در چهار سطح (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به عنوان عامل فرعی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پرشدن دانه نسبت به تیمار آبیاری مطلوب ارتفاع بوته را به ترتیب ۱۶/۲٪ و ۵/۲٪، عملکرد میوه را به ترتیب ۶۹/۷٪ و ۵۲/۶٪، عملکرد اسانس را به ترتیب ۷۲/۹٪ و ۳۱/۴٪ و بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس میوه را به ترتیب ۶۹/۱٪ و ۴/۵٪ کاهش داد. همچنین با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد انشعابات ساقه اصلی و عملکرد میوه به ترتیب ۵/۸٪، ۱۲٪، ۱۵/۵٪ و ۲۴/۳٪ افزایش یافت. البته بیشترین عملکرد اسانس و بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس میوه با کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. به طور کلی براساس نتایج این تحقیق می‌توان تیمار آبیاری مطلوب و کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را به علت داشتن بیشترین قابلیت تولید اسانس و لزوم رعایت مسائل زیست محیطی برای زراعت رازیانه در بیرجند توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، کم آبی، نیتروژن، عملکرد، صفات ریختی، اسانس.

### مقدمه

گیاهان دارویی از جایگاه ویژه‌ای در تأمین بهداشت و سلامت انسان‌ها برخوردار بوده و نقش بسزایی در درمان و پیشگیری از بروز بیماریها ایفاء می‌کنند، بنابراین توجه به تأثیر عوامل محیطی بر قابلیت تولید این گیاهان حائز اهمیت می‌باشد.

رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare* Mill. به تیره چتریان (Apiaceae) تعلق دارد. مقدار متوسط اسانس میوه و برگ‌های آن ۱٪ تا ۱/۵٪ و در ریشه

۰/۶٪ تا ۰/۷٪ درصد است، در حالی که مقدار آن تنها در میوه به ۲٪ تا ۶٪ می‌رسد (امیدبیگی، ۱۳۸۲). درصد اسانس رازیانه متغیر بوده و به بخش‌های مختلف گیاه و عوامل بوم‌شناختی بستگی دارد. رازیانه به لحاظ دارویی و غذایی در اروپا، آسیا، ایالات متحده آمریکا و بسیاری از کشورهای آفریقایی و نیز برزیل و آرژانتین در سطح وسیعی کشت می‌شود (Damato et al., 1994; Kapoor et al., 2004).

عملکرد اسانس از مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. همچنین Valadabadi و همکاران (۲۰۱۰) بیشترین عملکرد و درصد اسانس زیره سبز را از کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آوردند، در حالی که در مطالعه دیگری عملکرد اسانس زیره سبز با افزایش مصرف کود تا ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت ولی در سطوح بالاتر مصرف نیتروژن، عملکرد اسانس کاهش یافت (Azizi & Kahrizi, 2008).

در مناطق خشک نظیر خراسان جنوبی که کمبود آب، به ویژه از اواسط فصل رشد به بعد در طول فصل تابستان، یکی از عوامل اصلی محدودکننده سطح زیر کشت و یا عملکرد در واحد سطح می باشد، مطالعه اثر تنش آبی در مرحله زایشی گیاهان و مدیریت صحیح مصرف کود اهمیت بسزایی می یابد و از این رو تحقیق حاضر با هدف کلی چگونگی واکنش صفات ریختی و کیفی رازیانه به تنش خشکی در مرحله زایشی و سطوح مختلف کود نیتروژن در بیرجند انجام شد.

### مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۸۹ به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند واقع در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ۱۴۸۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. بافت خاک مزرعه آزمایشی لومی، pH آن برابر ۸/۴۱، هدایت الکتریکی ۶/۳۵ میلی موس بر سانتی متر، میزان کربن آلی و نیتروژن کل در عمق ۰-۳۰ سانتی متر خاک به ترتیب ۰/۱۴٪ و ۰/۱۵٪ و میزان فسفر و پتاسیم خاک به ترتیب ۵/۲۹ و ۲۳۱ پی پی ام بود. میانگین بلند مدت حداقل و حداکثر دما در بیرجند به ترتیب ۴/۶ و ۲۷/۵ درجه سانتی گراد، میانگین بارندگی سالیانه ۱۶۹ میلی متر و میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی به ترتیب ۲۳/۵٪ و ۵۹/۶٪ است و اقلیم منطقه بیابانی گرم و خشک می باشد.

تنش کم آبی در سه سطح شامل عدم تنش (آبیاری مطلوب) و اعمال تنش در مرحله گلدهی و مرحله پرشدن دانه به عنوان عامل اصلی و مقادیر کود نیتروژن در چهار سطح شامل کاربرد مقادیر ۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم

یکی از عوامل مهم مؤثر بر رشد گیاه، عناصر غذایی موجود در خاک به خصوص نیتروژن است که جذب آن توسط گیاه مستلزم وجود آب کافی در خاک است. آب و نیتروژن به دلیل اهمیت و تعدد وظایفی که در فرایندهای حیاتی گیاه بر عهده دارند، از جمله مهمترین عوامل محیطی مؤثر در زراعت گیاهان محسوب می شوند. Mohamed و Abdu (۲۰۰۴) گزارش کردند که تنش کم آبی ارتفاع گیاه، تعداد شاخه در ساقه اصلی و عملکرد میوه رازیانه را به طور معنی داری کاهش داد و نتایج تحقیق Osman (۲۰۰۹) نیز نشان داد که با افزایش میزان آبیاری، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و عملکرد میوه رازیانه افزایش معنی داری پیدا کرد. همچنین مشخص شده که در گیاه گشنیز قطع آبیاری در مرحله گلدهی بیشترین کاهش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه در ساقه اصلی و عملکرد اسانس را بدنبال دارد (Kumar et al., 2008). نخزری مقدم (۱۳۸۸) در بررسی تأثیر تنش کم آبی در مراحل مختلف رشد زیره سبز گزارش کرد که این تنش خصوصاً در اوایل دوره رشد زایشی باعث کاهش عملکرد میوه گردید. همچنین در مطالعه دیگری مشخص شد که بیشترین کاهش عملکرد دانه شوید در شرایط تنش خشکی شدید در مراحل گلدهی و پرشدن دانه رخ داد (Ghassemi-Golezani et al., 2008). در این تحقیق با افزایش شدت کمبود آب درصد اسانس گل ها و دانه ها افزایش یافت و بیشترین عملکرد اسانس در واحد سطح در شرایط تنش متوسط در مراحل گلدهی و پرشدن دانه ها بدست آمد. زهتاب سلماسی و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی اثرات اکوفیزیولوژیک آبیاری و تاریخ کاشت در انیسون نشان دادند که کارایی مصرف آب برای تولید اسانس تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار نگرفت.

Raj و Thakral (۲۰۰۸) در مقایسه کاربرد مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اظهار داشتند که حداکثر ارتفاع و عملکرد میوه در رازیانه به ترتیب با مصرف مقادیر ۱۰۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست می آید. باوجود این Nese و Bunyamin (۲۰۰۵) عدم تأثیر سطوح کود نیتروژن را بر ارتفاع گشنیز گزارش کردند. شهبازیان و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی اثر مقادیر صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در انیسون به این نتیجه رسیدند که بالاترین

گرفت و برای این منظور تعداد ۸ بوته به طور تصادفی از دو خط میانی هر کرت و با رعایت اثر حاشیه‌ای انتخاب گردید و ارتفاع بوته از سطح زمین تا چتر شاخه اصلی با خط‌کش فلزی برحسب سانتی‌متر، قطر ساقه با استفاده از کولیس از فاصله حدود ۲ سانتی‌متر بالای خاک برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین تعداد انشعاب از ساقه اصلی نیز شمارش گردید.

برای تعیین عملکرد در واحد سطح بعد از بوجاری میوه‌های حاصل از ۲۰ بوته برداشت شده از هر کرت (مساحت ۲ مترمربع)، میوه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن گردید.

برای بدست آوردن درصد اسانس، مقدار ۱۰۰ گرم میوه بوجاری شده از هر کرت را در آزمایشگاه توزین و به روش تقطیر با آب به مدت ۱۸۰ دقیقه، اسانس آن جدا و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. همچنین از حاصل ضرب درصد اسانس میوه و عملکرد میوه، عملکرد اسانس محاسبه گردید و بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس در هر کرت نیز از تقسیم عملکرد اسانس بر میزان آب مصرفی بدست آمد (ایران‌نژاد و رسام، ۱۳۸۱).

در پایان تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام گردید و برای رسم شکل‌ها نیز از برنامه Excel استفاده شد.

## نتایج

### صفات ریختی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که آبیاری، صفات ارتفاع بوته و قطر ساقه و کود نیتروژن، صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد انشعابات ساقه اصلی را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد، اما اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفات معنی‌دار نبود (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنش کم‌آبی تأثیر منفی بر صفات ریختی داشته است، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد انشعاب ساقه اصلی از تیمار آبیاری مطلوب (بدون تنش کم‌آبی) بدست آمد و با اعمال تنش خشکی در مراحل گلدهی و پرشدن دانه، ارتفاع

نیتروژن در هکتار به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی، از شروع گلدهی گیاه (۲۱ خرداد) تا شروع پرشدن دانه‌ها (۷ تیر) به کرت‌های مورد نظر آب داده نشد و در تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه‌ها نیز از شروع پرشدن دانه تا برداشت رازیانه (۲۵ مرداد) آبیاری انجام نشد، اما در تیمار آبیاری مطلوب در کل دوره رشد آبیاری با فواصل زمانی ۷ تا ۹ روز انجام گردید.

زمین مورد نظر سال قبل آیش بود. برای آماده‌سازی ابتدا عملیات شخم انجام شد و در اواخر اسفند ۱۳۸۸ پس از دو دیسک عمود بر هم، تسطیح زمین انجام گردید، سپس با استفاده از تراکتور و فاروئر، زمین به‌صورت جوی و پشته آماده شد و نقشه طرح پیاده گردید.

هر کرت آزمایشی دارای ۶ ردیف کشت به طول ۶ متر بود. براساس آزمایش خاک مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، قبل از عملیات خاک‌ورزی و کشت مصرف گردید. بذرهای رازیانه در ۶ فروردین ۱۳۸۹ در دو طرف پشته‌های عریض با فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر و در عمق ۲-۱/۵ سانتی‌متری به‌صورت دستی کشت گردید.

برای سبز شدن یکنواخت، آبیاری در تمام تیمارها به فاصله هر ۴-۵ روز تا سبز شدن کامل انجام شد. نیمی از نیتروژن مورد نیاز هر کرت برحسب سطوح نیتروژن در اولین آبیاری پس از تنک کردن نهایی بوته‌ها با استفاده از منبع کود اوره تأمین گردید و نیم دیگر نیتروژن در اواسط خرداد هم‌زمان با شروع فاز زایشی گیاه همراه آبیاری داده شد. به‌منظور محاسبه حجم آبیاری در هر کرت آزمایشی، آبیاری با استفاده از سیستم تحت فشار مجهز به شیلنگ و کنتور انجام شد. لازم به ذکر است که در هر کرت انتهای جوی‌های آبیاری بسته بود و در هر نوبت آبیاری، جوی‌ها جهت اطمینان از تأمین آب کافی در ناحیه فعالیت ریشه طبق عرف منطقه پر آب شد. حجم آب ورودی به کرت‌های آزمایشی در تیمارهای آبیاری مطلوب و اعمال تنش در مرحله گلدهی و مرحله پرشدن دانه به ترتیب ۱۱۲۸۰، ۹۸۸۰ و ۸۱۰۰ مترمکعب در هکتار بود.

در این تحقیق صفات ریختی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد انشعاب از ساقه اصلی مورد بررسی قرار

اثر متقابل آبیاری و نیتروژن در سطح ۵٪ عملکرد میوه رازیانه را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنش کم آبی به شدت باعث کاهش عملکرد اقتصادی رازیانه می‌شود، به طوری که بیشترین عملکرد میوه از تیمار آبیاری مطلوب بدست آمد که به ترتیب ۳/۳ و ۲/۱ برابر عملکرد در تیمارهای تنش کم آبی در مرحله گلدهی و دانه بندی بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های عملکرد میوه در سطوح مختلف کود نیتروژن نشان دهنده تأثیر مثبت کاربرد این کود تا سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر قابلیت تولید میوه می‌باشد، به طوری که افزایش کود مصرفی از صفر به ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد میوه رازیانه را به ترتیب ۲۰/۷٪، ۲۴/۳٪ و ۸/۸٪ افزایش داد (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل آبیاری و نیتروژن بر عملکرد میوه رازیانه نشان داد که بیشترین عملکرد میوه از تیمار آبیاری مطلوب با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار آن از تیمار تنش مرحله گلدهی و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (شکل ۱).

بوته به ترتیب ۱۶/۲٪ و ۵/۲٪، قطر ساقه به ترتیب ۱۸/۲٪ و ۲۳/۳٪ و تعداد انشعاب ساقه اصلی به ترتیب ۲۷/۷٪ و ۱۳/۸٪ کاهش پیدا کرد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها بیانگر آنست که با افزایش کاربرد کود از صفر به ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ارتفاع بوته به میزان ۵/۸٪ افزایش یافت، ولی افزایش نیتروژن از ۱۲۰ به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش ارتفاع بوته را بدنبال نداشت (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر به ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، قطر ساقه به ترتیب ۶/۲٪، ۱۲٪ و ۲/۳٪ افزایش پیدا کرد (جدول ۳). نتایج این تحقیق حکایت از آن داشت که هر چند با افزایش مصرف کود از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار قابلیت تولید شاخه فرعی در رازیانه ۹/۴٪ و به طور معنی دار افزایش یافت، اما بین تیمارهای ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳).

عملکرد میوه و صفات مربوط به اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییر در آبیاری و مقدار نیتروژن مصرفی به طور معنی دار و در سطح ۱٪ و

جدول ۱- میانگین مربعات مربوط به اثر سطوح آبیاری و نیتروژن بر صفات ریختی، عملکرد میوه و صفات مربوط به اسانس رازیانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد انشعابات ساقه اصلی	عملکرد میوه	درصد اسانس	عملکرد اسانس	بازدهی مصرف آب تولید اسانس
تکرار	۲	۲۴/۷۵۴ ns	۰/۴۰۶ ns	۰/۶۹۱ ns	۵۲۹۳۷/۱۵۲ ns	۰/۱۴۶ ns	۴۲/۲۷۶ ns	۰/۴۵۲ ns
آبیاری	۲	۱۵۶/۷۴۲*	۴/۰۳۴**	۹/۳۹۰ ns	۱۴۱۱۷۸۴/۹۲۵**	۱/۶۸۰*	۲۴۶/۹۵۶*	۲/۱۸۰*
خطای a	۴	۱۴/۱۲۵	۰/۲۱۷	۱/۹۱۰	۳۱۵۴۹/۲۲	۰/۱۴۰	۱۸/۴۳۷	۰/۱۸۸
نیتروژن	۳	۱۴/۰۵۸**	۰/۴۰۲**	۱/۰۳۸**	۲۷۲۳۱/۹۶۴**	۰/۱۵۷ns	۱۹/۴۳۳*	۰/۱۹۸*
آبیاری × نیتروژن	۶	۱/۶۵۱ ns	۰/۰۷۲ ns	۰/۲۱۶ ns	۱۰۹۴۰/۹۵۵ *	۰/۰۲۶ ns	۸/۸۷۶ ns	۰/۰۴۳ ns
خطای b	۱۸	۲/۲۲۵	۰/۰۲۸	۰/۱۷۹	۳۸۱۲/۵۷۱	۰/۰۶۰	۵/۶۸۰	۰/۰۵۲
ضریب تغییرات (%)		۳/۱۰	۴/۰۹	۷/۷۰	۱۱/۰۴	۱۶/۹۴	۲۹/۴۵	۲۷/۴۶

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات ریختی، عملکرد میوه و صفات مربوط به اسانس رازیانه تحت تأثیر

## اثر ساده آبیاری

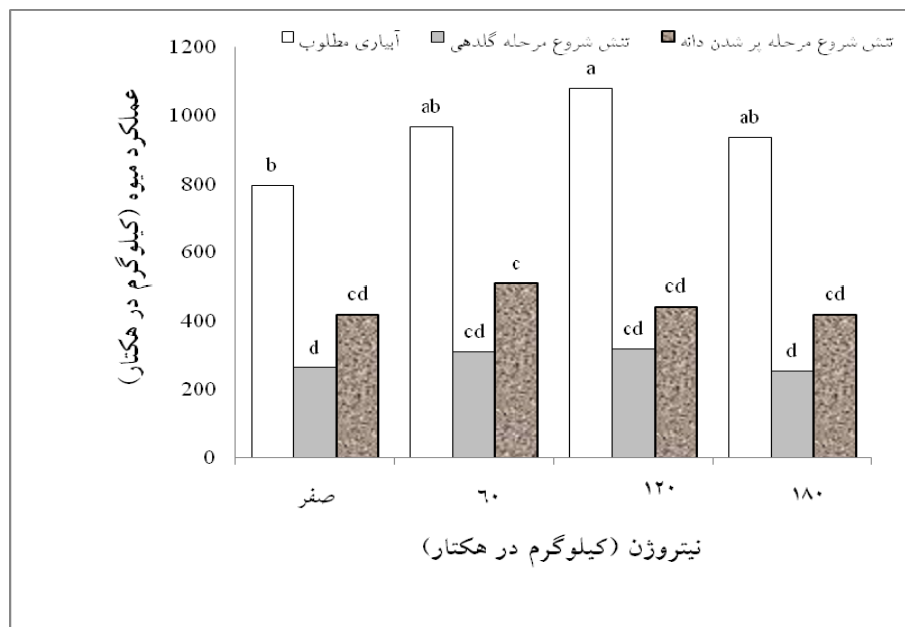
سطوح آبیاری	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد انشعابات ساقه اصلی	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (لیتر در هکتار)	بازدهی مصرف آب (میلی‌لیتر اسانس بر مترمکعب)
آبیاری مطلوب	۵۱/۲۸ a	۴/۷۲ a	۶/۳۸ a	۹۴۴/۲۳ a	۱/۲۹ b	۱۲/۴۱ a	۲۳۱/۶۸ a
تنش خشکی در مرحله گلدهی	۴۴/۱۵ b	۳/۸۶ b	۴/۶۱ b	۲۸۶/۰۲ b	۱/۱۷ b	۳/۳۴ b	۸۳/۸۹ b
تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه	۴۸/۷۷ a	۳/۶۲ b	۵/۵۰ ab	۴۴۷/۷۳ b	۱/۸۷ a	۸/۵۱ a	۱۸۵/۷۷ a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات ریختی، عملکرد میوه و صفات مربوط به اسانس رازیانه در سطوح مختلف نیتروژن

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد انشعابات ساقه اصلی	عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (لیتر در هکتار)	بازدهی مصرف آب (میلی‌لیتر اسانس بر مترمکعب)
صفر	۴۶/۶۹ c	۳/۸۶ c	۵/۰۲ b	۴۹۳/۰۵ c	۱/۴ b	۶/۷۴ b	۰/۷ b
۶۰	۴۷/۳۸ bc	۴/۱۱ b	۵/۴۹ a	۵۹۴/۸۸ ab	۱/۶۴ a	۱۰/۱۷ a	۱/۰۴ a
۱۲۰	۴۹/۴۱ a	۴/۳۴ a	۵/۸۰ a	۶۱۳/۰۹ a	۱/۳۵ b	۷/۹۴ ab	۰/۸۱ b
۱۸۰	۴۸/۷۸ ab	۳/۹۵ bc	۵/۶۷ a	۵۳۶/۲۹ bc	۱/۳۹ b	۷/۵۴ b	۰/۷۷ b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر عملکرد دانه رازیانه

داد، در حالی که تنش مرحله پرشدن دانه با میانگین ۱/۰۵ میلی‌لیتر بر مترمکعب اسانس با تیمار آبیاری مطلوب در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین‌ها در سطوح مختلف نیتروژن در جدول ۳ نشان می‌دهد که افزایش کاربرد کود نیتروژن از سطح صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار بازدهی مصرف آب را برای تولید اسانس به مقدار ۴۸/۶٪ افزایش داده‌است، اما کاربرد سطوح بالاتر کود نیتروژن کاهش بازدهی مصرف آب اسانس را در پی داشت.

### بحث

کاهش ارتفاع نهایی گیاه، قطر ساقه و تعداد انشعاب ساقه اصلی در تیمار تنش مرحله گلدهی را احتمالاً می‌توان به اختلال در فتوسنتز و کاهش محصولات فتوسنتزی جهت انتقال به بخش‌های در حال رشد گیاه و همچنین کاهش تورژسانس ناشی از تنش کم‌آبی نسبت داد. Cabuslay و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی تأثیر آبیاری بر برنج اظهار داشتند که علت کاهش ارتفاع، کاهش فشار تورژسانس و متعاقب آن کاهش تقسیم و بزرگ شدن سلولی در شرایط تنش خشکی می‌باشد. نتایج این تحقیق با یافته‌های برخی محققان در رازیانه از قبیل کوچکی و همکاران (۱۳۸۵)، Mohamed و Abdu (۲۰۰۴) و Osman (۲۰۰۹) که بیان داشتند ارتفاع گیاه و تعداد انشعاب ساقه اصلی در شرایط تنش کم‌آبی کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. همچنین نتایج مشابهی توسط Safikhani و همکاران (۲۰۰۷) در بادرشبو مبنی بر کاهش قطر ساقه، Laribi و همکاران (۲۰۰۹) در زیره سیاه و Esfandiari و همکاران (۲۰۱۰) در زیره سبز در مورد کاهش تعداد انشعاب ساقه اصلی گیاه در شرایط تنش کم‌آبی گزارش شده‌است. لازم به ذکر است که کاهش معنی‌دار قطر ساقه در تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه احتمالاً به علت کاهش فتوسنتز جاری و افزایش انتقال مجدد مواد از ساقه به دانه‌ها در شرایط تنش کمبود آب می‌باشد.

کاهش شدید عملکرد میوه در شرایط اعمال تنش کم‌آبی را می‌توان به تأثیر منفی تنش بر رشد رویشی و به‌ویژه اجزای عملکرد مربوط دانست، زیرا بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فشار تورژسانس سلول‌های گیاهی در شرایط کمبود آب، می‌تواند قابلیت رشدی، فتوسنتزی و زایشی گیاه و در

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر آبیاری بر درصد اسانس میوه رازیانه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود اما تغییر در مقدار نیتروژن مصرفی و اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفت تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها بیانگر آنست که بالاترین درصد اسانس میوه رازیانه با میانگین ۱/۸۷٪ مربوط به تیمار تنش، در مرحله پرشدن دانه می‌باشد که به ترتیب ۴۵٪ و ۵۹/۸٪ نسبت به تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش مرحله گلدهی افزایش نشان داد (جدول ۲). هر چند نتایج تجزیه واریانس حکایت از عدم تأثیر نیتروژن بر درصد اسانس میوه رازیانه داشت، اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر درصد اسانس سطوح نیتروژن مصرفی در دو گروه آماری متفاوت قرارگرفتند (جدول ۳).

براساس نتایج این تحقیق تغییر در آبیاری و نیتروژن عملکرد اسانس رازیانه را به‌طور معنی‌دار و در سطح ۵٪ تحت تأثیر قرار داد اما اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد اسانس رازیانه گردید، به‌طوری که در مقایسه با تیمار تنش مرحله پرشدن دانه و تیمار آبیاری مطلوب به ترتیب ۵۳/۳٪ و ۲۶۹/۳٪ کاهش عملکرد داشته است (جدول ۲). همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاربرد نیتروژن تا مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد اسانس میوه رازیانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داده ولی مقادیر بالاتر آن عملکرد اسانس را کاهش داد. به‌طوری که بیشترین عملکرد اسانس با کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که نسبت به تیمارهای عدم مصرف نیتروژن و کاربرد ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۵۰/۹٪، ۲۸/۱٪ و ۳۴/۹٪ برتری داشت (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس در سطح ۵٪ تحت تأثیر آبیاری و سطوح نیتروژن قرار گرفت، اما اثر متقابل این دو فاکتور بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها حکایت از تأثیر نامطلوب تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی بر بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس رازیانه داشت، به‌طوری که این تیمار با میانگین تولید ۰/۳۴ میلی‌لیتر اسانس به ازای هر مترمکعب آب، کمترین بازدهی مصرف آب را داشته و کاهش ۲۲۳/۵ درصدی نسبت به تیمار آبیاری مطلوب نشان

سایه‌اندازی و تنفس گیاه، فتوسنتز خالص را کاهش داده و در نتیجه کاهش معنی‌دار عملکرد میوه را باعث شده است. نتیجه حاصل با نتایج Raj و Thakral (۲۰۰۸) در رازیانه، محمدیگی و همکاران (۱۳۸۵) در گشنیز، افشاری و همکاران (۱۳۸۷) در زیره سبز و Ezz El-Din و همکاران (۲۰۱۰) در زیره سیاه مطابقت دارد. توحیدی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۷) نیز در بررسی تأثیر کود نیتروژن بر بابونه اظهار داشتند که کود نیتروژن عاملی است که تعداد میانگرها را افزایش داده و موجب تحریک رشد و ارتفاع بیشتر گیاه می‌گردد.

Azizi و Kahrizi (۲۰۰۸) نیز در زیره سبز افزایش معنی‌دار درصد اسانس را با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش نمودند و اظهار داشتند که هر چند با افزایش مصرف نیتروژن تا ۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد اسانس نیز افزایش می‌یابد اما کاربرد مقادیر بالاتر نیتروژن کاهش این صفت را بدنبال خواهد داشت که نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کند.

به نظر می‌رسد کاهش شدید بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس در تیمار تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی نسبت به تیمار آبیاری مطلوب را با وجود کاهش میزان آب مصرفی، می‌توان به کاهش زیاد عملکرد اسانس در این تیمار مربوط دانست. همچنین در سطوح مختلف نیتروژن علت اصلی اختلاف در بازدهی مصرف آب برای تولید اسانس با وجود ثابت بودن میزان آب مصرفی، تفاوت در عملکرد اسانس این تیمارها می‌باشد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که براساس نتایج این تحقیق بروز تنش کم‌آبی در هر یک از مراحل زایشی رازیانه می‌تواند تأثیر نامطلوبی بر قابلیت عملکرد میوه و اسانس داشته باشد، اما تأثیر تنش در مرحله گلدهی به‌مراتب بیشتر از مرحله پرشدن میوه می‌باشد. همچنین به نظر می‌رسد که این گیاه دارویی به مصرف مقادیر زیاد نیتروژن پاسخ مثبتی نداشته و در مجموع می‌توان تیمار آبیاری مطلوب و کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را به علت داشتن بیشترین قابلیت تولید اسانس و لزوم رعایت مسائل زیست محیطی برای زراعت رازیانه در بیرجند توصیه کرد. همچنین بررسی تأثیر زمان مصرف نیتروژن برای تعیین دقیق‌تر واکنش این گیاه دارویی به مقدار نیتروژن مصرفی پیشنهاد می‌گردد.

نهایت عملکرد اقتصادی رازیانه را کاهش دهد. کاهش عملکرد میوه در شرایط تنش کم‌آبی با نتایج تحقیقات Mohamed و Abdu (۲۰۰۴) و Osman (۲۰۰۹) در رازیانه، Ghassemi-Golezani و همکاران (۲۰۰۸) در شوید، Kumar و همکاران (۲۰۰۸) در گشنیز و نخزری‌مقدم (۱۳۸۸) و Esfandiari و همکاران (۲۰۱۰) در زیره سبز مطابقت دارد.

Olle و Bender (۲۰۱۰) بیان کردند که افزایش درصد اسانس در میوه گیاهان دارویی خانواده چتریان می‌تواند یک مکانیسم سازگاری گیاه در برابر تنش کم‌آبی باشد. پژوهشگران دیگری نیز تأثیر مثبت تنش خشکی را بر افزایش درصد اسانس رازیانه (Buntain & Chung, 1994)؛ (Mohamed & Abdu, 2004)، شوید (Ghassemi-Golezani et al., 2008)، بادرنجبویه (عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶) و انیسون (زهتاب سلماسی و همکاران، ۱۳۸۲) گزارش کردند.

از آنجا که عملکرد اسانس حاصل‌ضرب عملکرد میوه و درصد اسانس می‌باشد، کاهش معنی‌دار عملکرد اسانس در تیمار تنش مرحله گلدهی عمدتاً مربوط به کاهش شدید عملکرد میوه می‌باشد و عدم اختلاف معنی‌دار عملکرد اسانس در تیمار تنش مرحله پرشدن دانه نسبت به تیمار آبیاری مطلوب را با وجود کاهش ۱۱۰/۹ درصدی عملکرد دانه، می‌توان به افزایش قابل تأمل درصد اسانس در این تیمار مربوط دانست. گزارش تحقیق Rezaei Nejad (۲۰۱۱) در زیره سبز و آرزمجو و همکاران (۱۳۸۹) در بابونه آلمانی نیز بیانگر کاهش معنی‌دار عملکرد اسانس در شرایط تنش کم‌آبی می‌باشد که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد.

بنابراین به نظر می‌رسد مصرف کود نیتروژن از طریق افزایش شاخص و دوام سطح برگ باعث تحریک رشد رویشی گیاه و افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد انشعاب ساقه اصلی شده و توانسته است بهره‌گیری رازیانه از نور خورشید و سایر منابع را افزایش داده و زمینه لازم برای افزایش تولید مواد فتوسنتزی و تعداد واحد زایشی در بوته و در نتیجه عملکرد میوه را بدنبال داشته باشد. البته باید توجه داشت که مصرف تجملی کود (بیش از ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) نه تنها افزایش عملکرد را بدنبال نداشته است بلکه احتمالاً به دلیل افزایش

## منابع مورد استفاده

- آرزمجو، ا.، حیدری، م. و قنبری، ا.، ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی و نوع کود بر عملکرد و کیفیت بابونه آلمانی. علوم زراعی ایران، ۱۲(۲): ۱۱۱-۱۰۰.
- افشاری، م.ع.، ولدآبادی، م.، دانشیان، ج. و اکبری‌نیا، ا.، ۱۳۸۷. مطالعه خصوصیات زراعی توده‌های محلی زیره سبز در شرایط کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن. یافته‌های نوین کشاورزی، ۲(۳): ۲۲۳-۲۱۳.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۲. رازیانه. انتشارات دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی، دفتر امور گل و گیاهان زینتی، دارویی و قارچ‌های خوراکی وزارت جهاد کشاورزی، ۱۵ صفحه.
- ایران‌نژاد، ح. و رسام، ق.، ۱۳۸۱. بررسی تأثیر مقادیر مختلف ازت و فسفر بر عملکرد و میزان اسانس دانه گیاه انیسون. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۹(۱): ۹۳-۱۰۱.
- توحیدی‌نژاد، ع.، کورکی، م.، محمدی‌نژاد، ق.، مجیدی، م.م. و احمدی‌افزادی، م.، ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی بابونه. الکترونیک کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، ۱۱(۱): ۲۴-۱۵.
- زهتاب سلماسی، س.، جانشیر، ع.، امیدبیگی، ر.، آلیاری، ه.، قاسمی گلعدانی، ک. و افشار، ج.، ۱۳۸۲. اثر تاریخ کاشت و حذف آبیاری بر میزان اسانس و آنتول در گیاه دارویی انیسون. دانش کشاورزی، ۱۳(۲): ۴۷-۵۶.
- شهبازیان، ن.، ایران‌نژاد، ح.، عرب، م. و پیری، پ.، ۱۳۸۵. مطالعه عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون با مقدار متفاوت کودهای نیتروژنه و فسفره. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه ابوریحان، دانشگاه تهران، ۵ تا ۷ شهریور: ۵۸۷.
- عباس‌زاده، ب.، شریفی عاشورآبادی، ا.، اردکانی، م.ر. و علی‌آبادی فراهانی، ح.، ۱۳۸۶. تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). مجموعه خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم‌شناختی ایران، گرگان، ۲۵ تا ۲۶ مهر: ۶۱.
- کوچکی، ع.ر.، نصیری محلاتی، م. و عزیزی، گ.، ۱۳۸۵. اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو توده بومی رازیانه. پژوهش‌های زراعی ایران، ۴(۱): ۱۳۹-۱۳۱.
- محمدبیگی، ف.، اکبری‌نیا، ا. و دانشیان، ج.، ۱۳۸۵. اثر کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد
- دارویی گشنیز. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه ابوریحان، دانشگاه تهران، ۵ تا ۷ شهریور: ۵۹۸.
- نخزری‌مقدم، ع.، ۱۳۸۸. اثر تراکم بوته و مرحله تنش آبی بر عملکرد و اجزای آن در زیره سبز. علوم گیاهان زراعی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۴۰(۳): ۶۹-۶۳.
- Azizi, K. and Kahrizi, D., 2008. Effect of nitrogen levels, plant density and climate on yield quantity and quality in cumin (*Cuminum cyminum* L.) under the conditions of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences*, 7(8): 710-716.
- Buntain, M. and Chung, B., 1994. Effects of irrigation and nitrogen on the yield components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34(6): 845-849.
- Cabuslay, G.S., Ito, O. and Alejal, A.A., 2002. Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit. *Plant Science*, 163(4): 815-827.
- Damato, G., Bianco, V.A. and Laterza, M., 1994. First results of plant density and nitrogen rate on yield and quality of florence fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. Var. azoricum) seeds. *Acta Horticulturae*, 362: 67-73.
- Esfandiari, T., Saberi, M. and Mollafilabi, A., 2010. Effects of planting date and irrigation date on qualitative and quantitative characteristics of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Acta Horticulturae*, 853: 47-52.
- Ezz El-Din, A.A., Hendawy, S.F., Aziz, E.E. and Omer, E.A., 2010. Enhancing growth, yield and essential oil of caraway plant by nitrogen and potassium fertilizers. *International Journal of Academic Research*, 2(3): 192-197.
- Ghassemi-Golezani, K., Andalibi, B., Zehtab-Salmasi, S. and Saba, J., 2008. Effects of water stress during vegetative and reproductive stages on seed yield and essential oil content of dill (*Anethum graveolens* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6(3): 282-284.
- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mil on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93(3): 307-311.
- Kumar, A., Singh, R. and Chhillar, R.K., 2008. Influence of omitting irrigation and nitrogen levels on growth, yield and water use efficiency of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Acta Agronomica Hungarica*, 56(1): 69-74.
- Laribi, B., Beltaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A. and Marzouk, B., 2009. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. *Industrial Crops and Products*, 30(3): 372-379.
- Mohamed, M.A.H. and Abdu, M., 2004. Growth and oil production of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.): effect of irrigation and organic fertilization. *Biological Agriculture and Horticulture*, 22: 31-39.



- Rezaei Nejad, A., 2011. Productivity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) as affected by irrigation levels and row spacing. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(3): 151-157.
- Safikhani, F., Heydari sharifabad, H., Syadat, S.A., Sharifi ashorabadi, E., Syednedjad, S.M. and Abbaszadeh, B., 2007. The effect of drought on yield and morphologic characteristics of *Deracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 23(2): 183-194.
- Valadabadi, S.A.R., Aliabadi Farahani, H. and Moaveni, P., 2010. Investigate effect of nitrogen application on essential oil content and seed yield in different cumin (*Cuminum cyminum* L.) populations at Qazvin zone. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 26(3): 348-357.
- Nese, O. and Bunyamin, Y., 2005. Effects of different row spacing and nitrogen doses on certain agronomic characteristics of coriander. Pakistan Journal of Biological Sciences, 8(6): 901-904.
- Olle, M. and Bender, I., 2010. The content of oils in umbelliferous crops and its formation. Agronomy Research, 8(Special Issue III): 687-696.
- Osman, Y.A.H., 2009. Comparative study of some agricultural treatments effects on plant growth, yield and chemical constituents of some fennel varieties under Sinai conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(4): 541-554.
- Raj, H. and Thakral, K.K., 2008. Effect of chemical fertilizers on growth, yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller). Journal of Species and Aromatic Crops, 17(2): 134-139.

## Effect of drought stress and nitrogen levels on growth, fruit and essential oil yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

S.M. Moosavi<sup>1</sup>, S.G.R. Moosavi<sup>2\*</sup> and M.J. Seghatoleslami<sup>3</sup>

1- MSc. Student, Azad University, Birjand Branch, Iran

2\*- Corresponding author, Islamic Azad University, Birjand Branch, , Iran E-mail: s\_reza1350@yahoo.com

3- Islamic Azad University, Birjand Branch, Iran

Received: December 2011

Revised: July 2012

Accepted: August 2012

### Abstract

In order to study the effect of drought stress at different growth reproductive stages and N fertilizer rates on some morphological and quantitative traits and water use efficiency (WUE) of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), an experiment was conducted as a split-plot based on a Randomized Complete Block Design with three replications, at Research Field of Islamic Azad University of Birjand Branch in 2010. The main plot included irrigation at three levels (irrigation stop at start of flowering, and seed-filling stages, and optimum irrigation) and the sub-plot was N fertilizer at four rates (0, 60, 120 and 180 kg N/ha). Results showed that irrigation stop at start of flowering and seed-filling stages decreased plant height by 16.2 and 5.2%, fruit yield by 69.7 and 52.6%, essential oil yield by 72.9 and 31.4%, and WUE for essential oil production by 69.1 and 4.5%, respectively as compared to optimum irrigation treatment. Moreover, the increase in rate of nitrogen application from 0 to 120 kg N/ha significantly increased plant height, stem diameter, branch number of main stem and fruit yield, 5.8, 12, 15.5 and 24.3%, respectively. However, the highest yield and WUE for essential oil production was observed in 60 kg N/ha application treatment. In general, according to the results of current study, optimum irrigation with 60 kg N/ha application treatment can be recommended to achieve high essential oil yield of fennel in Birjand, Iran.

**Key words:** Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), water deficit, nitrogen, yield, morphological traits, essential oil.