مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۷ ، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴

مجله پژوهش‌های به زراعی

تاثیر کم آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)

عابد واحدی[1]، داود اکبری نودهی[2]*

۱- استادیار و عضو هیات علمی، گروه زراعت، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، ایران
۲- استادیار و عضو هیات علمی، گروه آبیاری، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تنش خشکی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر گیاه رزماری آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کاملاً تصادفی در سه تکرار به صورت گلدانی در سال زراعی ۱۳۹۴ اجرا گردید. سطوح مختلف تنش خشکی در چهار سطح (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۳۵ درصد رطوبت در ظرفیت مزرعه) و نیتروژن در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بر روی خصوصیات مورفولوژیکی و برخی متابولیت‌های ثانویه گیاه دارویی رزماری اعمال گردید. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی، فنل کل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدانت و درصد سینئول بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای تنش خشکی و نیتروژن اثر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد بررسی داشت. با افزایش تنش خشکی خصوصیات رشدی و مورفولوژیکی کاهش نشان داد. اما با افزایش تنش خشکی میزان فنل کل، فلاونوئید، آنتی اکسیدانت و درصد سینئول افزایش یافت. همچنین با افزایش مقدار کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، پارامترهای رشدی و مورفولوژیکی رزماری افزایش پیدا کردند. اما بیشترین میزان فنل کل، فلاونوئید، آنتی اکسیدانت و درصد سینئول مربوط به استفاده از تیمار ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن در کیلوگرم خاک بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر ارتفاع بوته (۱۰۵/۷۸سانتی‌متر)، بیشترین تعداد شاخه جانبی (۱۲۷/۷۱) و بیشترین میزان وزن تر (۱۸۵/۳۳ گرم) و وزن خشک اندام هوایی (۷۰/۶۶ گرم) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و نیتروژن ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بیشترین میزان فنل کل (۰/۶۶۳ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک)، بیشترین میزان فلاونوئید (۰/۲۲۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و بیشترین میزان آنتی اکسیدانت (۳۷/۵۰ درصد مهار رادیکال آزاد) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۳۵ درصد ظرفیت زراعی و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کود نیتروژن بود. همچنین بیشترین میزان سینئول موجود در اسانس رزماری (۲۸/۹۸ درصد) هم مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و نیتروژن ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، متابولیت‌های ثانویه، خصوصیات مورفولوژیک

* نگارنده مسئول (d.akbarin@qaemiau.ac.ir)

مقدمه

گیاه رزماری (Rosemary) با نام علمی (*Rosmarinus officinalis* L.) گیاهی از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) بوده و بومی مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد. رشد و عملکرد گیاه در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده متعدد محدود می‌گردد. یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محیطی موثر در زندگی گیاهان آب می‌باشد. آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر رشد و نمو و مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد. کمبود آب در جریان تولید گیاهان می‌تواند صدمات سنگینی به رشد و نمو و همچنین بر مواد مؤثره گیاهان دارویی وارد نماید. برای اندازه‌گیری میزان اثر کمبود آب یکی از رایج‌ترین روش‌ها، اندازه‌گیری عملکرد محصول و یا رشد در شرایط خشکی در مقایسه با شاهد می‌باشد (پاک نژاد، ۱۳۸۴). صفی خانی (۱۳۸۵) در تحقیقات خود با اعمال تیمارهای ۴۰، ۶۰ و۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بر روی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) نتیجه گرفت که تنش خشکی (۴۰٪ ظرفیت زراعی) موجب کاهش ارتفاع، طول و عرض برگ، طول میانگره، عملکرد اندام هوایی و عملکرد اسانس نسبت به تیمارهای دیگر گردید. همچنین نامبرده نتیجه گرفت که تنش خشکی موجب افزایش درصد اسانس نسبت به تیمار بدون تنش گردید. اثر سه رژیم رطوبتی (۵۰، ۷۰ و۹۰ درصد ظرفیت زراعی) بر گیاه آویشن (*Thymus vulgaris*) بررسی و مشاهده شد که بالاترین مقدار (درصد) و عملکرد اسانس در شرایط ۷۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای بدست آمد و بین رژیم‌های رطوبتی ۹۰٪ و ۵۰٪ اختلاف معنی‌داری از این نظر وجودداشت (Letchamo and Marquard,1993).بر اساس اظهارات احیائی و همکاران (۱۳۸۹) در سه گونه مهم از گیاهان دارویی خارمریم (*Silybum marianum*)، همیشه بهار (*Calendula officinalis*) و سیاه دانه (*Nigella sativa*) در تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه بیشترین و در تیمار ۲۵٪ ظرفیت مزرعه

کمترین صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده (ماده خشک تولیدی، ارتفاع گیاهان، تعداد برگ، تعداد دانه، وزن دانه در تک بوته، وزن ساقه و وزن بوته) به دست آمد. بابایی و همکاران (۱۳۸۵) اعلام کردند که در گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.). تنش خشکی اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشدی، عملکرد اندام رویشی و انباشت پرولین و درصد تیمول دارد. با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن خشک و وزن تر اندام رویشی، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه کاهش نشان داد ولی درصد تیمول و میزان پرولین افزایش یافت. براساس نتایج تحقیق موسوی و همکاران (۱۳۹۱) و با در نظر گرفتن بازده مصرف آب، تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای دستیابی به عملکرد دانه قابل قبول برای گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) پیشنهاد گردید. بر مبنای گزارشات اردکانی و همکاران (۱۳۸۶) در گیاه دارویی بادرنجبویه بیشترین عملکرد اندام هوایی خشک در تیمار بدون تنش بدست آمد و همچنین بیشترین عملکرد اسانس و بالاترین درصد اسانس به ترتیب در تیمارهای ۶۰٪ ظرفیت زراعی و۲۰٪ ظرفیت زراعی حاصل گردید. لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۱۳۸۳) ضمن بررسی سطوح مختلف تنش خشکی (۱۰۰، ۷۵ ،۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) روی گیاهان اسفرزه (*Plantago psyllium*)، بومادران (*Achillea millefolium*)، مریم گلی (*Salvia officinalis*)، همیشه بهار (*Calendula officinalis*) و بابونه (Matricaria chamomilla) گزارش کردند که با تشدید تنش خشکی، وزن اندام‌های هوایی و ارتفاع بوته در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. در پژوهش صورت گرفته توسط مددی بناب و همکاران (۱۳۹۱) مشخص شد که در گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) تیمار شاهد آبیاری بیشترین درصد اسانس را داشت و کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای دستیابی به حداکثر درصد اسانس با کاربرد کمترین میزان کود شیمیایی مؤثر است. در

یک تحقیق مزرعه‌ای بر روی مرزه که با استفاده از چهار سطح کودی نیتروژن (۵۰،۰،۱۰۰و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) مشخص شد که با افزایش میزان نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد تر و خشک گیاه افزایش می‌یابد (Babalar *et al.*, 2010). همچنین با بررسی پنج سطح صفر، ۳۰ ،۶۰ ،۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بر عملکرد گیاه شوید مشخص گردید که با افزایش نیتروژن مصرفی از صفر تا ۹۰ کیلوگرم عملکرد اندام هوایی گیاه به حداکثر می‌رسد، ولی ادامه مصرف بالاتر از این حد عملکرد را کاهش می‌دهد (Randhava & Sing, 1991). در آزمایشی اثرات تیمارهای تنش آبی (۸۰ ، ۶۰ و ۴۰ درصد آب در دسترس) و سطوح کود نیتروژن (۰ ، ۰/۶ ، ۰/۹ و ۱/۲ گرم سولفات آمونیوم) روی وزن تر و اسانس پونه کوهی بررسی گردید. طبق نتایج حاصل تیمار ۸۰ درصد آب در دسترس خاک و با ۱/۲ گرم نیتروژن در گلدان در افزایش بخش‌های علفی و میزان عملکرد اسانس مؤثر بود. افزایش کود نیتروژنی موجب افزایش عملکرد رویشی و تولید اسانس پونه کوهی تحت شرایط آبی مناسب (۸۰ درصد رطوبت در دسترس) شد (Said-Al Ahl *et al.*, 2009). در تحقیقات فرهودی و مکی و تفتی زاده (۱۳۹۱) با اعمال سطوح تنش خشکی شامل بدون تنش، تنش متوسط (۷۵٪ ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۵۵٪ ظرفیت زراعی) بر سه رقم بابونه مشخص شد، تنش خشکی تأثیر معنی-داری بر درصد کامازولن اسانس بابونه داشت. به‌طوری‌که افزایش تنش خشکی باعث افزایش درصد کامازولن در اسانس ارقام بونه گردید. بیشترین درصد کامازولن در تیمار تنش شدید (۵۵٪ ظرفیت مزرعه) مشاهده شد. در گیاهان دارویی تنش خشکی باعث افزایش مواد مؤثره آن‌ها می‌گردد. بررسی اثر تنش خشکی بر گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) مشخص شد، کمبود آب عملکرد اسانس را تغییر داد ولی بر کیفیت و ترکیب‌های اسانس تأثیری نداشت (Singh & Ramesh, 2000). در یک تحقیق روی گیاه درمنه نتیجه

گرفتند که با افزایش سطوح کود نیتروژن محتوای اسانس افزایش می‌یابد و بالاترین میزان اسانس از ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمده است Ozgüven (*et.al.*, 2008). زینلی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثرات کود نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و زمان برداشت بر روی اسانس و منتول نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) گزارش کردند که بیشترین درصد اسانس و بالاترین میزان منتول در سطح مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و درزمان ۵۰ درصد گلدهی بدست آمده است. حیدری و جهان تیغی (۱۳۹۱) با بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی شاهد (آبیاری کامل)، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن تا گلدهی قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا شروع پر شدن دانه‌ها و قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا انتهای پر شدن دانه‌ها و مقادیر مختلف کود نیتروژن (چهار سطح کود نیتروژن از منبع نیتروژن شامل: شاهد (بدون مصرف هیچ نوع کود ، ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) گزارش نمودند اثر متقابل تنش خشکی و کود نیتروژن بر درصد اسانس و میزان تیموکینون دانه دارای تأثیر معنی‌داری می‌باشد. در تحقیق موسوی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی گیاه همیشه بهار افزایش مصرف نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد دانه و بیوماس داشت، در حالی که در تیمار تنش رطوبتی شدید، عملکرد دانه و بیوماس در سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت. این وضعیت احتمالا ناشی از اختلال در فرآیند جذب نیتروژن توسط گیاه درشرایط تنش رطوبتی شدید می باشد.

در آزمایشی اثرات تیمارهای تنش آبی (۸۰ ، ۶۰ و ۴۰ درصد آب در دسترس) و سطوح کود نیتروژن (۰ ، ۰/۶ ، ۰/۹ و ۱/۲ گرم سولفات آمونیوم) روی وزن تر و اسانس پونه کوهی بررسی گردید. طبق نتایج حاصل تیمار ۸۰ درصد آب در دسترس خاک و با ۱/۲ گرم نیتروژن در گلدان در افزایش بخش‌های علفی

و میزان عملکرد اسانس مؤثر بود. افزایش کود نیتروژنی موجب افزایش عملکرد رویشی و تولید اسانس پونه کوهی تحت شرایط آبی مناسب (۸۰ درصد رطوبت در دسترس) شد (Said-Al Ahl *et al.*, 2009). در این تحقیق نیز تاثیر تنش خشکی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و ترکیبات ثانویه گیاه رزماری مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

این تحقیق در یک سال زراعی ۱۳۹۴ در شهرستان ساری واقع در استان مازندران اجرا گردید. منطقه مورد نظر در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی (شرقی) ۵۳ درجه و ۳ دقیقه و ارتفاع ۲۳ متر پائین‌تر از سطح دریا آزاد قرار دارد. خاک مورد آزمایش دارای بافت شنی لومی می‌باشد. جدول (۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۱ - نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک

عمق cm	بافت	هدایت الکتریکی $EC\times10^{-3}$	اسیدیته گل اشباع pH	درصدمواد خنثی شونده ٪ C.C.E	درصد ماده آلی ٪ OM
۰-۳۰	SL	۰/۵۲	۷/۲۳	۱۵	۱/۴۱

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۴ سطح تیمار تنش آبی و ۳ سطح تیمار کود نیتروژن از منبع نیتروژن و در ۳ تکرار و مجموعاً در ۳۶ گلدان اجرا گردید. تیمارهای آبی شامل، I_1 : آبیاری براساس ۱۰۰ درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (FC)، I_2 : آبیاری براساس ۷۵ درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (FC)، I_3 : آبیاری براساس ۵۰ درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (FC)، I_4 : آبیاری براساس

۳۵ درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (FC) تیمارهای کود ازت (نیتروژن) شامل، N1 : تیمار صفر (بدون استفاده از کود نیتروژن)، N2 : ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن و N3 : ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن در گلدان در سه مرحله به فاصله ۲۱ روز می‌باشد. ۳۶ گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ سانتی-متر و ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر تهیه شده و قبل از کاشت مقدار مساوی شن در گلدان‌ها جهت انجام زهکشی ریخته شد. پس از آماده کردن خاک مورد استفاده در این آزمایش، نهال‌های ریشه‌دار شده رزماری در داخل گلدان‌های پلاستیکی به همراه خاک مورد نظر کاشته شد. نهال‌های رزماری بلافاصله پس از کاشت در گلدان‌ها آبیاری شدند تا ضمن حفظ شادابی نهال‌ها، به راحتی و به طور مناسب در خاک گلدان‌ها مستقر شوند. سپس گلدان‌های رزماری به محیطی انتقال داده شد تا بارش مستقیم در آن صورت نگیرد. مراقبت‌های لازم و آبیاری به طور منظم تا استقرار و پایداری کامل نهال‌های رزماری در داخل گلدان‌ها انجام گردید. در نهایت پس از این‌که نهال‌های رزماری به طور مناسب و کامل در گلدان‌ها مستقر شدند و با شرایط جدید سازگاری پیدا کردند تیمارهای مورد نظر برای هر گلدان اعمال شد. تیمارهای تنش آبی بر اساس محاسبه درصد وزنی رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه (FC) اعمال شدند. برای محاسبه ابتدا یکی از گلدان‌ها به صورت تصادفی انتخاب شده و به طور کامل آبیاری گردید. پس از این که آب ثقلی از گلدان خارج شد، رطوبت خاک اندازه‌گیری که این رطوبت معادل رطوبت در ظرفیت مزرعه لحاظ گردید. تیمارهای تنش خشکی بر اساس مقدار رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه محاسبه گردید. به منظور اعمال تیمارهای تنش خشکی گلدان-های رزماری به صورت روزانه به وسیله ترازو توزین شدند. سپس بر اساس کسر رطوبت و کاهش وزن گلدان‌ها در اثر تیمارهای اعمال شده، گلدان‌های رزماری آبیاری شدند و در نهایت تنش خشکی به این صورت بر گیاه رزماری اعمال شد. با توجه به این‌که افزایش رشد گیاه باعث می‌شود تا در حین قرائت رطوبت افزایش وزن بوته نیز لحاظ شود، لازم

است مقدار رطوبت در ظرفیت مزرعه به صورت هفتگی ثبت شود تا تغییرات وزن گلدان‌ها موقع قرائت و ثبت رطوبت با خطا مواجه نشود. خصوصیات ظاهری و مورفولوژیکی گیاه از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی اندازه‌گیری گردید. جهت آنالیز و تجزیه و تحلیل اثر تیمارها بر روی ترکیبات و متابولیت‌های ثانویه، نمونه‌برداری از گیاهان رزماری بدین ترتیب انجام گرفت که ابتدا از هر گلدان سرشاخه‌های برگ‌دار رزماری برداشت شده و سپس از این سرشاخه‌ها برگ‌های رزماری جمع‌آوری گردید. ابتدا وزن تر نمونه‌های برگ رزماری برای هر تکرار به وسیله ترازو اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس نمونه‌ها در هوای آزاد و در سایه به دور از نور مستقیم خورشید قرار گرفته تا کاملاً خشک شدند. نمونه ای خشک شده برگ رزماری به میزان یک گرم از هر نمونه برای اندازه‌گیری میزان آنتی اکسیدان، فنول کل و ترکیبات فلاونوئیدی برداشته و همچنین میزان ۵۰ گرم از هر نمونه برای استخراج اسانس از برگ‌های خشک رزماری تهیه گردید. استخراج اسانس رزماری به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر در آزمایشگاه انجام گرفت.

برای تعیین غلظت و درصد نسبی ترکیبات موجود در نمونه‌های اسانس رزماری از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) مدل Agilent (Technologies 6890 N) استفاده شد. بر این اساس از استاندارد ۱و۸ ـ سینئول (1,8-Cineol) استفاده گردید. پس از تعیین غلظت‌های سینئول موجود در نمونه‌های اسانس رزماری، با استاندارد سینئول موجود مقایسه شده و به این ترتیب اثر تیمارهای اعمال شده بر درصد میزان سینئول موجود در نمونه‌های اسانس رزماری مورد آنالیز و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اندازه‌گیری درصد آنتی‌اکسیدان، فنول کل و فلاونوئید موجود در گیاه رزماری از طریق روش Ebrahimzadeh *et al* (2008) و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Camspec M501) انجام شد. میزان درصد مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) یا همان اندازه‌گیری میزان آنتی

اکسیدان، از روش پیشنهادی Ebrahimzadeh *et al* (2008) استفاده شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها و نتایج تجزیه و تحلیل آن از طریق نرم افزار SAS صورت گرفت. نتایج تجزیه واریانس با استفاده از آزمون F و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

بررسی اثر متقابل سطوح مختلف رطوبت و نیتروژن بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات متقابل سطوح مختلف رطوبت و نیتروژن بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشتند.

جدول ۲ -تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیکی تحت تأثیر تیمارهای مختلف سطوح رطوبت و نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی
بلوک	۲	۱۶/۸۵۵^{ns}	۳۲۳/۶۹۴^{ns}	۱۲۳/۱۶۲^{ns}	۲۳/۸۷۱^{ns}
رطوبت	۳	۱۷/۵۷۴*	۲۲۳/۹۲۱*	۱۴۶/۳۲۰*	۵۴/۷۶۵*
نیتروژن	۲	۲۲/۳۲۵*	۱۵۴/۴۲۴*	۱۳۸/۹۸۵*	۲۴/۱۲۴*
رطوبت× نیتروژن	۶	۱۹/۰۹۸*	۱۴۴/۵۲۳*	۱۲۲/۲۹۵*	۷۶/۲۹۱*
خطا	۱۵	۱۴/۶۷۲	۴۵/۶۷۶	۱۱/۶۵۲	۱۲۴/۶۹۲
ضریب تغییرات (%)		۸/۶۵۷	۲/۴۹۲	۷/۶۵۲	۱/۹۵۲

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، $^{n.s}$ عدم وجود اختلاف معنی‌داری

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، حداکثر ارتفاع بوته (۱۰۵/۷۸سانتی‌متر) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و نیتروژن ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، بیشترین تعداد شاخه جانبی (۱۲۷/۷۱) وزن تر (۱۸۵/۳۳ گرم) و وزن خشک اندام هوایی (۷۰/۶۶ گرم) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و نیتروژن ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بررسی سطوح مختلف تنش خشکی در گیاهان دارویی شوید، گشنیز و رازیانه توسط امیری ده

احمـدی و همکـاران (۱۳۹۱) نشـان داد کـه سطوح مختلف تنش خشکی تـأثیر معنـی‌داری بر ارتفاع، تعداد شاخه جانبی و وزن خشـک در گیاهان دارویی مورد مطالعه داشـت. بیشـترین ارتفاع مربوط بـه تیمـار ۱۰۰٪ FC و کمتـرین میزان ارتفاع مربـوط بـه تیمـار ۲۵٪ FC بـود. به‌طـور کلـی در دسـترس بـودن آب از طریـق افزایش میانگره‌ها و تعداد گره‌ها ارتفاع گیاهـان را تحت تأثیر قرار مـی‌دهـد بـا افـزایش شـدت تنش خشکی از رشد رویشی کاسته می‌شـود و استراتژی گیاه این اسـت کـه بـا حـداقل رشـد رویشی وارد فاز زایشی شود و سریع دوره رشـد خود را به اتمام برساند و بنابراین تعداد شـاخه-های جانبی روند کاهشی پیدا می‌کنـد. لـذا بـه نظر می‌رسد در تیمارهایی که آب کافی دریافت کرده‌اند به دلیل رشد بهتر اندام هوایی و تأمین سطوح فتوسنتزی کارآمد، تولید ماده خشک به نحو مطلوبی صورت گرفته است.

جدول ۳ مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح رطوبت و نیتروژن بر صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه

تیمار رطوبتی (در FC)	کود نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی
٪۱۰۰	۰	۹۱/۹۶ b	۱۰۵ b	۱۷۱/۶۷ b	۶۵/۶۰ a
٪۱۰۰	۵۰	۹۵/۲۳ b	۱۱۴/۶۶ b	۱۷۶/۸۲ b	۶۷/۷۵ a
٪۱۰۰	۱۰۰	۱۰۵/۷۸ a	۱۲۷/۷۱ a	۱۸۵/۳۳ a	۷۰/۶۶ a
٪۷۵	۰	۷۹/۱۳ c	۸۳ c	۱۶۳/۳۴ b	۶۲/۲۴ b
٪۷۵	۵۰	۸۴/۳۰ b	۸۹/۳۳ b	۱۶۶/۶۸ b	۶۳/۴۴ b
٪۷۵	۱۰۰	۸۹/۱۶ b	۹۷/۶۶ b	۱۶۹/۲۰ b	۶۴/۴۳ b
٪۵۰	۰	۶۹/۳۳ d	۶۳ d	۱۵۴/۳۳ c	۵۵/۳۴ c
٪۵۰	۵۰	۷۴/۰۳ c	۷۳ c	۱۵۵/۹۶ c	۵۷/۲۶ c
٪۵۰	۱۰۰	۷۵/۴۰ c	۷۶/۳۳ c	۱۵۸/۰۷ c	۵۸/۹۵ c
٪۳۵	۰	۵۹/۱۳ e	۴۵ e	۱۴۷/۷۸ d	۵۰/۰۵ d
٪۳۵	۵۰	۶۳/۲۰ d	۵۷ d	۱۵۱/۰۵ c	۵۳/۵۵ c
٪۳۵	۱۰۰	۶۴/۲۳ d	۵۹ d	۱۵۳/۳۰ c	۵۴/۲۰ c

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

صفی خانی(۱۳۸۵) در تحقیقات خود با اعمال تیمارهای بر روی گیاه دارویی بادرشبو نتیجه گرفت که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع، طول، عرض برگ، طول میانگره، عملکرد اندام هوایی و عملکرد اسانس گردید.

بابایی و همکاران (۱۳۸۹) با اعمال سطوح مختلف تنش خشکی بر گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.)اعلام کردند که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشدی و عملکرد اندام رویشی دارد. با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن خشک و وزن تر اندام رویشی، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه کاهش نشان داد.

بررسی تأثیر خشکی بر گیاه دارویی مریم گلی نشان داد تنش خشکی روی ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی اثر معنی داری داشت. به طوری که این تأثیر در تنش شدید بیشتر مطرح شد. در این تحقیق افزایش تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع، کاهش سطح برگ و کاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه گردید (Bettaieb *et.al.*, 2009).

بر اساس تحقیقات انجام گرفته توسط زارع و همکاران (۱۳۹۲) در اثر کاربرد کود نیتروژن شامل مشخص شد که مقادیر مختلف نیتروژن اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی و عملکرد وزن خشک گیاه دارد. به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن تمامی صفات مذکور افزایش یافتند.

با توجه به این‌که نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و از طرفی مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش پروتئین‌ها، گیاه به توسعه سطح برگ، تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه می‌پردازد که افزایش این صفات افزایش مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد (رحمانی و همکاران، ۱۳۸۷). با کاربرد کود نیتروژنه ارتفاع بوته افزایش می‌یابد که دلیل این امر را به افزایش طول میانگره و افزایش شاخ و برگ در گیاه ارتباط می‌دهند (Moghaddam *et al.*, 1997). ازآنجایی که نیتروژن نقش موثری در نمو یاخته‌های جدید دارد، باعث

افزایش رشد رویشی، ارتفاع گیاه و تعداد شاخساره‌های فرعی در گیاه می‌شود (Meawad *et al.*, 1984). نقش نیتروژن در افزایش ماده خشک و افزایش طول دوره رشد می‌باشد. نیتروژن با افزایش تقسیم و افزایش تورژسانس سلول‌های مریستمی سبب افزایش رشد رویشی و شاخه‌دهی درگیاهان می‌شود (حق پرست تنها، ۱۳۷۱). همچنین زمانی که مقدار کافی نیتروژن در خاک موجود باشد، میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد و موجب می شود گیاه رشد سریعی داشته و بیوماس قابل توجهی تولید نماید. کمبود نیتروژن مانع ساخته شدن پارانشیم و اسکلرانشیم شده و در نتیجه گیاه خاصیت ارتجاعی خود را از دست داده و در اثر کاهش این خاصیت، طول رگبرگ‌ها و قطر برگ‌ها افزایش یافته و بر تعداد روزنه‌ها افزوده می‌شود و در نهایت ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (حق پرست تنها، ۱۳۷۱).

دلیل دیگر تأثیر کودها بر افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که با مصرف کود، گیاهان آسان‌تر به عناصر غذایی دسترسی داشته و بهتر استقرار می‌یابند. بنابراین نیازی ندارند که حجم ریشه را افزایش دهند، در نتیجه انرژی زیادتری بر ای توسعه بخش‌های هوایی صرف می‌کنند.

اثر سطوح مختلف رطوبت و نیتروژن بر برخی از متابولیت‌های ثانویه رزماری

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر متغیر-های اندازه‌گیری شده داشت، به طوری که تأثیر سطوح مختلف رطوبت و نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر میزان فنل، فلاونوئید، آنتی اکسیدان و مقدار سینئول موجود در اسانس رزماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

جدول ۴-تجزیه واریانس برخی از متابولیت‌های ثانویه تحت تأثیر تیمارهای مختلف سطوح رطوبت و نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	فنل کل	فلاونوئید کل	آنتی اکسیدانت کل	سینئول
بلوک	۲	۰/۲۳۴^{ns}	۰/۰۷۳^{ns}	۵۴/۰۲۱^{ns}	۲۳/۰۶۶۴^{ns}
رطوبت	۳	۰/۴۳۲*	۰/۰۹۶**	۵۹/۱۳۵*	۳۴/۱۹۵*
نیتروژن	۲	۰/۵۴۳*	۰/۰۷۷**	۳۹/۷۹۸*	۲۹/۷۳۸*
رطوبت×نیتروژن	۶	۰/۱۸۸*	۰/۰۹۳*	۵۸/۳۹۸*	۲۸/۳۵۵*
خطا	۱۵	۱۸/۸۷۶	۶/۳۶۹	۶۵/۸۷۲	۱۳۴/۳۸۷
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۵۴۸	۸/۲۲۴	۵/۶۰۳	۷/۶۲۳

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، $^{n.s}$ عدم وجود اختلاف معنی‌داری

طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵)، بیش‌ترین میزان فنل کل (۰/۶۶۳ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک)، میزان فلاونوئید کل (۰/۲۲۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و آنتی اکسیدانت (۳۷/۵۰ درصد مهار رادیکال آزاد) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۳۵ درصد و نیتروژن ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵)، بیشترین میزان سینئول موجود در اسانس رزماری (۲۸/۹۸ درصد) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و نیتروژن ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در اثرات متقابل رطوبت و نیتروژن بین دو تیمار ۵۰ درصد و ۳۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده نشد. در تحقیق ستایش مهر و گنجعلی (۱۳۹۲) نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که مقدار ترکیبات فنلی موجود در بخش هوایی و ریشه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند. به طور کلی با افزایش تنش خشکی، ترکیبات فنلی بخش هوایی و ریشه افزایش یافت. از جمله مکانیسم‌های آنتی اکسیدانی گیاهان تحت تنش خشکی، افزایش سطوح ترکیبات فنلی است، چرا که این گونه ترکیبات به عنوان پالاینده‌های گونه‌های واکنش گر اکسیژن عمل

کرده و در نتیجه سبب ثبات غشاهای سلولی و مانع از پراکسیداسیون لیپیدها می شود (Chang *et al.*, 2002). یکی از مکانیسم-های دفاع غیرآنزیمی برای مقابله با تنش اکسیداتیو القاء شده توسط خشکی درگیاهان، تجمع ترکیبات فنلی است. ترکیبات فنلی به عنوان گیرنده رادیکال‌های آزاد عمل کرده و سبب مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های اکسیداتیو می‌شوند (Schaller & Kieber, 2002).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح رطوبت و نیتروژن بر متابولیت‌های ثانویه مورد مطالعه

تیمار رطوبتی (درصد FC)	کود نیتروژن (گرم)	فنل کل	فلاونوئید	آنتی اکسیدانت	سینئول
۱۰۰٪	۰	۰/۳۰۷ f	۰/۰۵۷ f	۱۶/۸۷ f	۱۴/۷۷ e
۱۰۰٪	۵۰	۰/۳۷۹ e	۰/۰۷۹ e	۲۱/۲۲ e	۱۷/۸۵ d
۱۰۰٪	۱۰۰	۰/۳۷۱ e	۰/۰۷۵ e	۲۰/۳۴ e	۱۷/۴۳ d
۷۵٪	۰	۰/۳۹۳ e	۰/۰۸۶ e	۲۲/۰۵ e	۲۰/۳۳ c
۷۵٪	۵۰	۰/۴۴۵ d	۰/۱۱۷ d	۲۶/۶۳ d	۲۳/۷۵ b
۷۵٪	۱۰۰	۰/۴۳۶ d	۰/۱۱۲ d	۲۶/۰۷ d	۲۳/۲۶ b
۵۰٪	۰	۰/۵۰۹ c	۰/۱۵۸ c	۳۰/۴۳ c	۲۴/۸۰ b
۵۰٪	۵۰	۰/۵۷۸ b	۰/۲۱۴ a	۳۳/۵۴ b	۲۸/۹۸ a
۵۰٪	۱۰۰	۰/۵۷۲ b	۰/۱۹۲ b	۳۳/۰۶ b	۲۷/۹۴ a
۳۵٪	۰	۰/۵۸۸ b	۰/۱۹۸ b	۳۴/۲۱ b	۲۴/۵۲ b
۳۵٪	۵۰	۰/۶۶۳ a	۰/۲۲۹ a	۳۷/۵۰ a	۲۷/۶۲ a
۳۵٪	۱۰۰	۰/۶۴۶ a	۰/۲۲۲ a	۳۶/۸۱ a	۲۷/۰۹ a

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

طبق آزمایشات قربانلی و همکاران (۱۳۹۰) میزان آنتوسیانین، ترکیب‌های فنلی و پرولین در گیاه دارویی کتان (*Linum usitatissimum*) با افزایش تنش خشکی افزایش یافت و این افزایش معنی‌دار بود. بنابراین ترکیبات آنتی اکسیدان همانند آنتوسیانین، مشتقات سیناپوئیل، بتاکاروتن و لیکوپن و غیره برای ممانعت و جلوگیری از خسارات ناشی از رادیکال‌های آزاد در گیاه تجمع می‌یابند و برای بقاء گیاه در شرایط خشکی مفید هستند. در ارتباط با تنش‌های زیستی و غیر زیستی بر میزان ترکیبات فنلی

مشخص شده، گونه‌های فعال اکسیژن ناشی از تنش‌های زیستی و غیرزیستی به عنوان مولکول‌های انتقال سیگنال عمل کرده و باعث افزایش ترکیبات فنلی می‌گردد (Janas *et al.*, 2009). میزان تریبات فنلی مانند آنتوسیانین و مشتقات سیناپوئیل در گیاهانی که در شرایط تنش اکسیداتیو رشد می‌کنند، افزایش یافته و باعث محافظت از گیاهان در برابر گونه‌های فعال اکسیژن می‌گردند (Tsai *et al.*, 2002). افزایش سطوح ترکیبات آنتی اکسیدانی از قبیل آنتوسیانین و مشتقات سیناپوئیل در پاسخ به تنش اکسیداتیو ناشی از عوامل محیطی مختلف در گونه‌های چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) (Tsai *et al.*, 2002)، توت فرنگی، تمشک و شاه توت (Wang & Lin, 2000) و کلم قرمز (Posmyk *et al.*, 2007) بیان گردیده است. اثر مثبت مقدار و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد دانه و محتوای ماده مؤثره در گیاه دارویی رازیانه گزارش شد (Jain, 1990). پیوندی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر روی گیاه درمنه شیرین (*Artemisia annua* L.)، دریافتند که درصد اسانس با با افزایش نیتروژن افزایش داشته است. نتایج تحقیقات انجام گرفته توسط عده‌ای از محققین نشان داد که افزایش کاربرد میزان کود نیتروژنی باعث افزایش میزان اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس در بابونه می شود (Letchamo & Marquard, 1993) که نتایج محققان دیگر از جمله (Meawad *et al.*, 1984) نیز با این مطالعات مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

تمامی فرآیندهای مهم مانند تغذیه، فتوسنتز، باز و بسته شدن روزنه‌ها و رشد و نمو تحت تأثیر آب قرار می‌گیرند. گیاهان در محیط دائماً در تنش به سر می‌برند و برای سازگاری با این شرایط، تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در ساختار و ترکیب‌ها و فرآیندهای شیمیایی ایجاد می‌کنند تا با این تنش‌ها مقابله نمایند. شناخت و مهارت در روابط آبی گیاه و تحمل تنش خشکی اصلی‌ترین برنامه در کشاورزی و توانایی مقاومت در برابر این گونه تنش‌ها دارای اهمیت اقتصادی فراوانی است. نتایج این

تحقیق نشان داد که رزماری مانند بیشتر گیاهان عکس العمل فیزیولوژیک و مورفولوژیک به تنش نشان می دهد. به طوری که با افزایش تنش از بیوماس رزماری کاسته شد ولی میزان فنل کل، فلاونوئید، آنتی اکسیدانت و درصد سینئول موجود در آن افزایش یافت که نوعی سازگاری گیاه به شرایط تنش محسوب می شود و روی میزان مواد مؤثره تأثیر می گذارد و شاید بتوان در شرایط مدیریتی در مقطعی از رشد گیاه از این راهبرد برای افزایش مواد مؤثره استفاده کرد. در بین عناصر غذایی، نیتروژن یکی از مهمترین و حیاتی ترین عناصر پرمصرف برای گیاهان به شمار می‌رود که کمبود آن اختلالات زیادی را در رشد و نمو گیاهان وارد می‌کند. در اکثر گیاهان دارویی، نیاز به نیتروژن بلافاصله بعد ازجوانه‌زنی شروع و تا مرحله زایشی به طول می‌انجامد. نیتروژن با تأثیری که بر رشد رویشی و زایشی گیاهان دارویی دارد، باعث تغییراتی در عملکرد و کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها می‌شود. همچنان که در این تحقیق استفاده از کود نیتروژنه از منبع نیتروژن در مقایسه با تیمار بدون مصرف کود نیتروژن باعث افزایش کلیه صفات مورد بررسی گردید. در پژوهش حاضر اثر تیمارهای توأم تنش خشکی و کود نیتروژن بر برخی از صفات گیاه دارویی رزماری یا اکلیل کوهی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی و کود ازت (نیتروژن) اثر معنی داری بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در این آزمایش داشت. به طوری که حداکثر ارتفاع بوته، بیشترین تعداد شاخه جانبی و بیش‌ترین وزن تر و وزن خشک اندام هوایی رزماری مربوط به تیمار رطوبتی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) و کم‌ترین میزان هم مربوط به تیمار تنش ۳۵ درصد ظرفیت زراعی بود. در حالی که بیش‌ترین میزان فنل کل، فلاونوئید و آنتی اکسیدانت (درصد مهار رادیکال آزاد) در تیمار تنش ۳۵ درصد ظرفیت زراعی و کم‌ترین میزان در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده گردید و بالاترین درصد سینئول اسانس رزماری هم مربوط به تیمار تنش ۵۰ درصد

ظرفیت زراعی بود که از این لحاظ با تیمار ۳۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری نداشت و پایین‌ترین درصد سینئول نیز مربوط به تیمار بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. همچنین در بین تیمارهای کود ازت بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و وزن تر و خشک اندام هوایی رزماری مربوط به تیمار ۱۰۰میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین میزان هم مربوط به تیمار صفر (بدون استفاده از کود نیتروژن) بود. علاوه بر آن بیش‌ترین میزان فنل کل، فلاونوئید و آنتی اکسیدانت (درصد مهار رادیکال آزاد) و بالاترین درصد سینئول در تیمار ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کم‌ترین میزان نیز در تیمار صفر (بدون استفاده از کود نیتروژن) مشاهده شد.

منابع

احیایی، ح.، پ، رضوانی‌مقدم، و س. امیری ده احمدی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی سه گیاه دارویی خارمریم (Silybum marianum)، همیشه بهار (Calendula officinalis) و سیاه دانه Nigella (sativa) در شرایط گلخانه. اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. ص ۱۹۴.

اردکانی، م.ر.، ب. عباس زاده، ا. شریفی عاشورآبادی، م.ح. لباسچی، و ف. پاک-نژاد. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه بادرنجبویه. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳ (۲):۲۶۱- ۲۵۱.

امیری ده احمدی، س.ر.، پ. رضوانی مقدم، و ح. احیایی. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی بر بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد سه گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در شرایط گلخانه. نشریه پژوهش-های زراعی ایران، ۱۰ (۱): ۱۲۴- ۱۱۶.

بابایی، ک.، م. امینی دهقی، س.ع. مدرس ثانوی، و ر. جباری. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد

تیمول در آویشن (*Thymus vulgaris* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶ (۲): ۲۵۱-۲۳۹.

پاک نژاد، ف. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم . پایان نامه دکتری زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات. ۲۰۸ ص.

پیوندی، م.، ا. رفعتی، و م. میرزا. ۱۳۸۸. تأثیر ازت و فسفر بر رشد و میزان اسانس (*Artemisia annua L.*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، (۱) ۲۵: ۸۴- ۷۵.

حق پرست تنها، م .۱۳۷۱. تغذیه و متابولیسم گیاهان (ترجمه). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی رشت. ص ۱۹۴.

حیدری، م. و ح. جهان تیغ. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، درصد اسانس و میزان تیموکینون گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۵ (۱): ۴۰- ۳۳.

رحمانی، ن.، ع.ر ولدآبادی، ج. دانشیان، و م. بیگدلی. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف خشکی و نیتروژن بر عملکرد روغن در گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴: ۱۰۸-۱۰۱.

زارع، ش.، ع. سیروس مهر، ا. قنبری، و س.ج. طباطبایی. ۱۳۹۲. تغییرات اسانس و برخی ویژگی‌های کمی گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.)تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و کمپوست زباله شهری. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۱ (۱): ۱۹۹- ۱۹۱.

زینلی، ح.، ح. حسینی، و م.ح. شیرزادی. ۱۳۹۱. بررسی اثرات کود نیتروژن و زمان برداشت بر روی صفات زراعی، اسانس و منتول

نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). ماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰ (۳): ۴۹۵- ۴۸۶.

ستایش مهر، ز. و ع. گنجعلی. ۱۳۹۲. بررسی اثرات تنش خشکی بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.). نشریه علوم باغبانی، جلد ۲۷، شماره ۱، صفحه ۳۵- ۲۷.

صفی‌خانی، ف. ۱۳۸۵. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی در گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephahm moldavica* L.) پایان نامه دکتری، دانشگاه شهید چمران، مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی رامین. ۱۹۶ ص.

فرهودی، ر. و م. مکی زاده تفتی. ۱۳۹۱. ارزیاب تأثیر تنش خشکی بر رشدو نمو، عملکرد، میزان اسانس و درصد کامازولن سه رقم بابونه (*Matricaria recutita*) در شرایط خوزستان. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰ (۴): ۷۴۱- ۷۳۵.

قربانلی، م.، غ. غبخشی خانیکی، و ا. ذاکری. ۱۳۹۰. بررسی اثر تنش خشکی بر ترکیب‌های آنتی اکسیدان در گیاه دارویی کتان (*Linum usitatissimum* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷ (۴): ۶۸۵- ۶۴۷.

لباسچی، م.ح. و ا. شریفی عاشورآبادی. ۱۳۸۳. شاخص‌های رشد برخی گونه‌های گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰ (۳): -۲۶۱ ۲۴۹.

مددی بناب، س.، س. زهتاب سلماسی، و ک. قاسمی گلعذانی. ۱۳۹۱. تأثیر آبیاری و کود نیتروژنی بر خصوصیات مورفولوژیک، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی شوید (*Anethumg raveolens* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۲ (۲): -۱۰۰ ۹۱.

موسوی، س.غ.، م. ثقه الاسلامی.، ا. انصاری نیا، و ح. جوادی. ۱۳۹۱. تأثیر تنش

کم آبی و کود نیتروژن بر عملکرد و بازده مصرف آب در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۳): ۵۰۸- ۴۹۳.

Babalar, M., H. Mumivand, J. Hadian, and S. M. Fakhr Tabatabaei. 2010. Effects of nitrogen and calcium carbonate on growth, rosmarinic acid content and yield of *Satureja hortensis L.* Journal of Agricultural Science, 2 (3):92-98.

Bettaieb, I., N. Zakhama, W. Aidi Wannes, M.F. Kchouk, and B. Marzouk. 2009. Water deficit effects on *(Salvia officinalis)* fatty acids and essential oils composition. Scientia Horticulturae, 120: 271-275.

Chang, W.C., S.C. Kim, S.S. Hwang, B.K. Choi, and S.K. Kim. 2002. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. Plant Science, 163: 1161- 1168.

Ebrahimzadeh, M.A., S.J. Hosseinimehr, A. Hamidinia, and M. Jafari. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of Feijoa sallowiana fruits peel and leaves. Pharmacologyonline, 1: 7-14.

Jain, P.M. 1990. Effect of split application of nitrogen on fennel. Indian J. Agron, 35: 111-121.

Janas, K.M., R. Amarowicz, J.Z. Tomaszewska, A. Kosiska, and M.M. Posmyk. 2009. Induction of phenolic compounds in two dark-grown lentil cultivars with different tolerance to copper ions. Acta Physiol. Plant, 31: 587- 595.

Letchamo, W, and R. Marquard. 1993. The pattern of active substances accumulation in chamomile geotypes under different growing condition and harvesting frequencies. Acta Horticultuerae, 331: 357-367.

Meawad, A.A., A.E. Awad, and A. Afify. 1984. The combined effect of N-fertilization and growth regulators on chamomile plants. Acta Horticulture, 502: 203-208.

Moghaddam, M., B. Ehdaie, and J.D.G. Waines. 1997. Genetic variation

Schaller, G.E. and Keiber, J.J. 2002 Ethylene. In The Arabidopsis Book (Somerville, C.R. and Meyerowitz, E.M., eds). Rockville, MD: American Society of Plant Biologists, doi/10.1199/tab.0071, http:// www.aspb.org/publications/arabidopsis/, pp. 1–20.

Singh, M. and S. Ramesh. 2000. Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water use efficiency in rosemary grown under semi-arid conditions. Journal of Medicinal Aromatic Plant Science, 22: 659-662.

Tsai, P.J., J. McInstosh, P. Pearce, B. Camden, and B.R. Jordan. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.*)* extract. Food Res. Int. 35: 351-356.

Wang, S. Y. and H.S. Lin. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. J. Agric. Food Chem. 48: 140-146.

and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran.Euphytica, 95: 361-369.

Ozgüven, M, K. Muzeaffer, B. Şener, I. Orhan, N. ŞeĸeroğIu, M. Kartal, and Z. Kaya, 2008. Effects of varying nitrogen doses on yield, yield ponents and artemisinin content of *Artemissia annua L.* Industrial Crops and Products, 27: 60-64.

Posmyk, M. M., R. Kontek, and K. M. Janas. 2007. Effect of anthocyanin-rich red cabbage extract on cytological injury induced by copper stress in plant and animal tissues. Environ. Prot. Nat. Sour, 33: 50- 56.

Randhava, G.S. and Sing A, 1991. Effect of sowing time and harvesting stage on oil content, herbage and oil yield of dill (*Anethum graveolens).* Indian Perfumer, 35: 204-208.

Said-Al Ahl H.A.H., E.A. Omer and N.Y. Naguib. 2009. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano. International Agrophysics, 23: 269-275.

The effect of defficit irrigation and different levels of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.)

Abed Vahedi[1], Davood Akbari Nodehi[2*]

1- Assistant Professor and Academic Member, Department of Agriculture, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.
2- Assistant Professor and Academic Member, Department of Irrigation, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

Received: 2025.3.15 **Accepted: 2025.6.12**

Abstract

In order to investigate the effect of drought stress and different levels of nitrogen on rosemary plant an experiment was conducted based on factorial in a randomized complete block design with three replications in a pot in 2015. Different level of drought stress Contains (100, 75, 50 and 35% FC) and nitrogen in three levels (0, 50 and 100 mg kg^{-1}) were applied on morphological and some secondary metabolites of rosemary. In this experiment, measured parameters was includ plant height, number of branches, fresh and dry weight, total phenols, flavonoids, Cineol antioxidants percent. The results showed that drought stress and nitrogen treatments had a significant effect on all studied parameters. The results showed that drought stress and nitrogen treatments had a significant effect on all traits. With increase drought stress, morphological and growth characteristics decreased. However, with the increasing drought stress total phenolics, flavonoids, antioxidants and Cineol percent increased. Also with increasing amount of nitrogen to 100 mg kg^{-1}, growth and morphological parameters of rosemary increased. The highest total phenolics, flavonoids, antioxidants and percent Cineol was related to 50 mg kg^{-1} of nitrogen treatment. The maximum height (105.8 cm), the largest number of branches (127.7) and the highest weight (185.3 gr) and shoot dry weight (70.66 g) was related interactions 100% FC and 100 mg kg^{-1} nitrogen. Greatest amount of total phenol (0.66 mg of gallic acid per gram of dry weight), the highest amount of flavonoids (0.229 mg per g dry weight) and the highest antioxidant (free radical scavenging 37.5%) was related to the interaction of 35 % FC and 50 mg kg^{-1} of nitrogen fertilizer. The highest cineole in the essential oil of rosemary (29%) was related to interaction of 50% FC and nitrogen 50 mg kg^{-1}.

Keywords: Drought stress, Morphological Characteristics, Secondary metabolites,

* Corresponding author (d.akbarin@qaemiau.ac.ir)