



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۳

صفحه‌های ۲۸۹-۳۰۲

# اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر انواع کود آلی و شیمیایی

سودابه نوزاد<sup>۱\*</sup>، احمد احمدیان<sup>۲</sup>، محمد مقدم<sup>۳</sup> و الهام دانشفر<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۲. استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تربت حیدریه، ایران
۳. استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۴. دانشجوی دکتری، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۲۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۳/۲۶

### چکیده

به منظور بررسی تأثیرات تنش خشکی و کودهای آلی و شیمیایی (NPK) بر خصوصیات مورفولوژیکی، زراعی و مقدار اسانس گشنیز، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربت حیدریه در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح تنش خشکی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) و چهار سطح تیمار کودی (عدم مصرف کود، کود شیمیایی کامل NPK (۶۰:۶۰:۴۰)، کود دامی (۲۵ تن در هکتار) و ورمی‌کمپوست (۲۵ تن در هکتار) بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک بوته، عملکرد اندام رویشی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای تنش خشکی و کودی بر صفات ذکرشده تأثیر معناداری داشت. بیشترین عملکرد اندام رویشی (۵۳۷۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۳۹۰۵ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در تیمارهای بدون تنش همراه با کود شیمیایی و تنش ملایم با کود شیمیایی مشاهده شد. بیشترین درصد اسانس (۰/۷۷ درصد) و عملکرد اسانس (۱۸/۴۹ کیلوگرم در هکتار) در وضعیت تنش ملایم با کاربرد کود شیمیایی به دست آمد. از آنجا که استفاده از کود شیمیایی در تنش ملایم به افزایش درصد عملکرد اسانس گیاه منجر می‌شود، کاربرد کود شیمیایی به منظور بهره‌برداری دارویی از گیاه گشنیز در وضعیت تنش ملایم آبی توصیه می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** تنش ملایم، خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد اسانس، عملکرد دانه، کود شیمیایی.

## ۱. مقدمه

رشد و عملکرد گیاهان تحت تأثیر تنش‌های زیستی و غیرزیستی متعددی محدود می‌شود [۱]. کمبود آب بزرگ‌ترین چالش در تولید محصولات زراعی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان [۳۷] از جمله ایران است که عملکرد گیاهان را در این نواحی با محدودیت مواجه کرده است [۱۰].

با بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و صفات مورفولوژیک جمعیت‌های مختلف گیاه دارویی بادرشبو مشاهده شد که اثر جمعیت‌های مختلف گیاه، بر صفات مورفولوژیک تقریباً مؤثر نبوده و اختلافات به‌وجودآمده ناشی از تأثیر تنش رطوبتی بر گیاه است و تأثیر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، از تأثیر منفی کمبود رطوبت بر اندام هوایی گیاه حکایت دارد. در وضعیت تنش ملایم رطوبتی صفات مورفولوژیک با تیمارهای بدون تنش اختلاف معنادار نداشتند [۱۶].

اثر تنش خشکی بر متابولیت‌های ثانویه در برخی از گیاهان دارویی، اغلب موجب افزایش بعضی از ترکیب‌ها [۱۴] یا ثابت ماندن آنها می‌شود [۶] تأثیرات نامناسب تنش خشکی در کاهش عملکرد اسانس در گیاه ریحان [۱۴]، آویشن [۳۲] و اکلیل کوهی [۴۷] گزارش شده است. همچنین تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه، وزن خشک، وزن ریشه و مقدار روغن تولیدی گشنیز شد [۳۹]. در کشاورزی، علاوه بر تأثیر مهم آبیاری بر مقدار تولید، استفاده بهینه از کود نیز در تولید نهایی حائز اهمیت است. تأثیر کودهای شیمیایی بر کمیت، کیفیت، رشد، نمو و عملکرد گیاهان دارویی، متأثر از عوامل مختلف ژنتیکی و محیطی است و عملکرد کمی تحت تأثیر وضعیت محیطی، عناصر غذایی و سایر عوامل قرار می‌گیرد [۵]، [۶]. تولید موفق محصولات زراعی در وضعیت آب‌وهوایی خشک، مستلزم اعمال روش‌های مدیریتی مناسب است. استفاده از کودهای آلی به‌عنوان مکمل خاک و عاملی که

سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود، می‌تواند یکی از راهکارهای کاهش اثر نامطلوب تنش خشکی باشد [۹]. بدین منظور تحقیقات متعددی در زمینه تأثیر کودهای آلی بر کمیت و کیفیت گیاهان دارویی انجام گرفته است [۵]، [۸]، [۹].

تنش‌های رطوبتی با تغذیه گیاهان بسیار مرتبط است. یکی از مهم‌ترین تأثیرات منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه است [۳۴]، [۴۰]. گیاه با تغذیه خوب، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت [۲۹]. مدیریت کودی می‌تواند تا حد زیادی تولید محصولات را در مناطق خشک تحت تأثیر قرار دهد [۳۵].

تحقیقات حاکی از وجود برهمکنش مثبت بین تنش‌های خشکی و مصرف انواع کود است، در بررسی اثر متقابل آبیاری و ورمی‌کمپوست گزارش شد که استفاده از ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست به همراه آبیاری در فواصل چهارده روز، بیشترین تأثیر را بر ارتفاع بوته، وزن خشک گل و زود گلدهی گیاه بابونه آلمانی دارد [۱۷]. در بررسی اثر توأم مصرف کودهای شیمیایی، دامی و کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی بابونه مشخص شد که با مصرف کودهای شیمیایی در وضعیت تنش ملایم، عملکرد گل و اسانس گیاه افزایش یافت و در سال دوم نیز مصرف کودهای دامی و کمپوست موجب افزایش معنادار عملکرد کمی و کیفی گیاه مذکور شد [۳]. در تحقیقات دیگری درباره برهمکنش کودهای دامی و شیمیایی و تنش خشکی بر اسانس، عملکرد و ترکیبات شیمیایی گیاهان زیره سبز و موسیلاژ اسفرزه، مصرف کودهای دامی در وضعیت تنش موجب افزایش عملکرد کمی و بهبود عملکرد کیفی گیاهان مذکور شد [۵]، [۹].

باتوجه به موارد یادشده می‌توان با مدیریت مصرف آب و سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای شرایط را به گونه‌ای فراهم آورد که گیاه تحت آن وضعیت، پتانسیل بالقوه خود را ظاهر کند و به حداکثر عملکرد کمی و کیفی دست یابد [۱۹].

## اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر انواع کود آلی و شیمیایی

شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه گشنیز، آزمایشی در مزرعه تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت حیدریه، واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۴۵۰ متری از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ انجام گرفت. متوسط بارندگی سالانه منطقه حدود ۲۷۵ میلی متر است و در مدت اجرای طرح (شش ماه نخست سال ۱۳۹۰) مقدار بارندگی ۱۳/۶ میلی متر گزارش شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

از آنجا که گیاهان دارویی واکنش های متفاوتی به تنش خشکی و کاربرد کودهای مختلف در این وضعیت دارند، شایسته است که این موارد به دقت بررسی و مطالعه شوند. هدف از اجرای پژوهش حاضر، بررسی تأثیر انواع مختلف کود بر خصوصیات زراعی و مقدار اسانس گشنیز در وضعیت تنش خشکی است. نتایج این آزمایش می تواند به توصیه کودی مناسبی برای کشاورزان در وضعیت محدودیت رطوبت منجر شود.

### ۲. مواد و روش ها

به منظور ارزیابی تأثیر تنش خشکی و کاربرد کودهای آلی و

جدول ۱. آمار هواشناسی شهرستان تربت حیدریه (سال ۱۳۹۰)

ماه	دما (°C)	بارندگی (mm)	سرعت باد (m/s)
فروردین	۱۳/۶	۴۰	۷/۷
اردیبهشت	۱۸/۱	۱۹/۴	۷/۸
خرداد	۲۴	۴	۸/۳
تیر	۲۶/۵	۰/۸	۹/۴
مرداد	۲۳/۵	۰/۴	۸/۴
شهریور	۱۹/۶	۰/۸	۶/۹
مهر	۱۳	۵/۷	۷/۱
آبان	۶/۵	۱۳/۴	۵/۵
آذر	۳	۳۶/۶	۴/۹
دی	۲	۴۸	۴/۹
بهمن	۰	۵۰/۵	۶/۸
اسفند	۸	۵۵/۲	۷/۴

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	نیتروژن (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	رس (%)	لای (%)	شن (%)	(وزن ظاهری) g/cm <sup>3</sup>	بافت خاک
۳۰-۰ (cm)	۷/۶	۱/۸	۰/۰۶	۱۲	۱۸۵	۳۲	۲۷	۴۱	۱/۴۹	لومی شنی

بود. به انتهای هر لوله فرعی، کنتور آب حجمی شماره ۱/۵ نصب شد. به منظور اعمال تنش، آبیاری به صورت کرتی و غرقابی داخل هر کرت در طول دوره رویش گیاه براساس ظرفیت زراعی به طور منظم و دقیق صورت پذیرفت.

قدرت نگهداری آب خاک محل اجرای آزمایش در نقاط ظرفیت مزرعه و پژمردگی دائم محاسبه شد. مقدار آب لازم در هر تیمار و در هر زمان از طریق اندازه گیری درصد رطوبت حجمی خاک با استفاده از دستگاه رطوبت سنج و در نتیجه سنجش آب مورد نیاز برای رسیدن به ظرفیت زراعی، محاسبه شد. رژیم های آبیاری بعد از مرحله تنک کردن و استقرار کامل بوته ها اعمال شد. مبارزه با علف های هرز مزرعه به صورت مکانیکی و وجین دستی طی چهار مرتبه صورت گرفت.

صفات اندازه گیری شده شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک بوته، عملکرد اندام رویشی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس بود. برای تعیین عملکرد اندام رویشی در مرحله گلدهی و برای محاسبه عملکرد دانه در زمان رسیدگی کامل دانه ها، نمونه ها به روش دستی از مساحت یک متر مربع از هر کرت برداشت شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام گرفت. بدین منظور، ۱۰۰ گرم نمونه بذری از هر کرت وزن شد و پس از آسیاب شدن مختصر با دوسوم آب بالن در داخل دستگاه کلونجر به مدت پنج ساعت جوشانده شد [۴، ۲۳].

تجزیه واریانس داده های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS صورت گرفت. میانگین ها به کمک آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. تیمار اصلی شامل سه سطح تنش خشکی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی)، و چهار سطح تیمار کودی (عدم مصرف کود، کود شیمیایی کامل NPK، کود دامی و ورمی کمپوست) بود. کود شیمیایی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم به نسبت ۶۰:۶۰:۴۰؛ کود دامی، کود گاوی کاملاً پوسیده به مقدار ۲۵ تن در هکتار؛ و ورمی کمپوست ۲۵ تن در هکتار در نظر گرفته شد. کوددهی کودهای آلی در شهریور ۱۳۸۹ همراه با شخم صورت گرفت، در حالی که کودهای شیمیایی قبل از کاشت به خاک اضافه شد. ابعاد هر کرت ۶ متر مربع بود. فاصله ردیف های کشت از یکدیگر ۳۰ سانتی متر و فاصله بوته ها روی هر ردیف ۲۰ سانتی متر، فاصله بین کرت ها ۱ متر و فاصله بین بلوک ها ۲ متر در نظر گرفته شد. کاشت به روش دستی در ۲۰ فروردین ۱۳۹۰ انجام گرفت.

به منظور مطالعه تغییرات مقدار آب پروفیل خاک در تیمارهای مختلف، با استفاده از دستگاه رطوبت سنج TDR<sup>۱</sup> رطوبت حجمی خاک در اعماق ۱۵ و ۳۰ سانتی متری خاک اندازه گیری شد. برای تعیین قدرت نگهداری آب خاک مزرعه به طور تصادفی شش نمونه دست نخورده از مزرعه از دو عمق ۱۵ و ۳۰ سانتی متری تهیه شد. نمونه برداری با استفاده از اوگر و حلقه های دَر دار مخصوص انجام گرفت. نمونه ها پس از توزین به حالت رطوبت اشباع رسانده شد. مقدار آب ثقلی و مقدار رطوبت موجود در خاک در ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم با استفاده از دستگاه صفحات فشاری<sup>۲</sup> و سپس خشک کردن در آن و محاسبه درصد رطوبت باقی مانده در خاک تعیین شد.

تمام کرت ها به سیستم لوله کشی تحت فشار مجهز

1. Time Domain Reflectometry

2. Pressure plate

اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر انواع کود آلی و شیمیایی

۳. نتایج و بحث

وزن خشک بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد، و بر صفات وزن تر بوته، عملکرد اندام رویشی و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود، ولی تیمار کودی بر صفات قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، وزن هزاردانه و درصد اسانس تأثیر معناداری نداشت (جدول ۳).  
تأثیرات متقابل تیمار تنش خشکی و کود بر صفات وزن خشک بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد، و برای ارتفاع بوته و تعداد دانه در چتر در سطح احتمال ۵ درصد معنادار شد (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس بررسی اثر تیمار تنش خشکی و کودی و تأثیرات متقابل آنها در جدول ۳ آورده شده است. براساس نتایج به دست آمده، تیمار تنش خشکی بر صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد، و بر صفات تعداد برگ، وزن تر بوته، عملکرد اندام رویشی و درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود؛ اما تیمار تنش خشکی بر وزن هزاردانه تأثیر معناداری نداشت (جدول ۳).  
تیمار کودی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی،

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده گشنیز تحت تأثیر تنش خشکی و انواع کود

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد شاخه فرعی	تعداد برگ در بوته	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	عملکرد اندام رویشی
تکرار	۲	۵۴/۶۱	۰/۰۰۰۴۱	۱/۸۲۲	۰/۵۶	۱/۲۲	۰/۰۰۱	۱۷۵۴۷/۸۸
تنش خشکی	۲	۶۴۳/۴۵**	۱/۲۴۸**	۲۱/۰۹**	۲۱/۰۹*	۹/۸۱*	۸۳/۳۶**	*۱۴۱۲۷۸/۵۶
اشتباه اصلی	۴	۲/۱۳	۰/۰۳۴۷	۰/۹۱۱	۰/۲۱۷	۱/۳۲	۴/۰۹	۱۹۰۶۵/۸۲
کود	۳	۱۸۵/۳۵**	۰/۱۴۰	۱۹/۲۹**	۱۹/۲۹	۳/۰۹*	۰/۰۰۷**	*۴۴۵۶۸/۸۰
خشکی × کود	۶	۲۰/۹۶*	۰/۰۲۶	۱/۲۳	۱/۲۳	۰/۸۸	۰/۰۰۶**	۱۲۶۵۹/۸۴
اشتباه فرعی	۱۸	۷/۱۱	۰/۱۲۵	۲/۰۲۵	۹/۹۵	۰/۹۶	۰/۰۰۰۵	۱۳۸۹۸/۷۲
ضریب تغییرات	-	۷/۵۶	۱۳/۵۰	۲۶/۳۵	۱۴/۱۶۶	۲۸/۲	۱۱/۰	۲۲/۸

  

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۰/۰۴۷	۰/۴۴	۴۵/۰۷	۱۳۵۲۵۴/۵۶	۰/۸۸	۰/۰۰۲	۴۷/۶۵
تنش خشکی	۲	۲۰/۸۴**	۱۴/۱۶**	۱۰۱۳۰/۹۶**	۱۰۸۷۵۱۶/۷۲**	۲/۶۹	۰/۰۵۳*	۲۷/۹۵**
اشتباه اصلی	۴	۰/۲۳	۰/۵۷	۱۱۲/۰۰	۶۳۳۵۷/۴۹	۰/۴۲	۰/۰۰۵	۰/۰۲
کود	۳	۱۶/۱۴**	۶/۴۴**	۶۶۰۲/۴۹**	۸۳۴۵۰۷/۶۳*	۲/۴۴	۰/۰۰۹۶	** ۱۰/۱۵
خشکی × کود	۶	۴/۵۸**	۱/۸۰*	۱۸۵۳/۰۲**	۵۳۲۰۱۸/۱۲	۰/۳۲	۰/۰۰۰۳	** ۱/۲۰
اشتباه فرعی	۱۸	۰/۵۱	۰/۶۰	۲۳۰/۶۱	۲۳۵۹۸۲/۸۶	۰/۸۸	۰/۰۰۴۴	۰/۰۳
ضریب تغییرات	-	۶	۵/۴۱	۸/۸۸	۱۶/۹۱	۱۳	۱۰	۱۱/۳

\* و \*\* به ترتیب معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴. مقایسه میانگین تأثیرات ساده عملکرد و اجزای عملکرد گشنیز تحت تأثیر تیمارهای تنش خشکی و انواع کود

صفات	قطر ساقه (mm)	تعداد شاخه فرعی	تعداد برگ در بوته	وزن تر بوته (gr)	عملکرد اندام رویشی (Kg/h)	
تنش خشکی						
تنش شدید (۳۰ درصد ظرفیت زراعی)	۲/۹a	۴/۱c	۲۰/۹۶۳b	۴۲/۴۶b	۵۰۹۰/۴۰b	
تنش ملایم (۶۰ درصد ظرفیت زراعی)	۲/۷a	۵/۴b	۲۲/۲۱۳ab	۴۲/۴۹b	۵۰۹۵/۲۰b	
بدون تنش (۹۰ درصد ظرفیت زراعی)	۲/۳b	۶/۷a	۲۳/۶۱۳a	۴۴a	۵۲۸۵/۲۰a	
تیمار کودی						
شاهد	۲/۸a	۴/۲c	۲۱/۰۳a	۴۲/۳۰b	۵۰۷۵/۸۷b	
کود شیمیایی	۲/۵a	۷/۳a	۲۴/۱۶a	۴۳/۶۴a	۵۲۳۷/۳۳a	
کود دامی	۲/۶a	۵/۸b	۲۲/۶۶a	۴۲/۷۸ab	۵۱۳۳/۴۷ab	
کمپوست	۲/۶a	۴/۳c	۲۱/۲۰a	۴۳/۲۷ab	۵۱۹۳/۰۷ab	
صفات	عملکرد دانه (Kg/h)	وزن هزاردانه (gr)	درصد اسانس			
خشکی						
تنش شدید	۲۵۲۹/۵b	۶/۶۸b	ab۰/۶۶۲			
تنش ملایم	۲۹۹۸/۲a	۷/۲۰ab	a۰/۷۲۲			
بدون تنش	۳۰۹۱/۲a	۷/۶۳a	b۰/۵۹۰			
تیمار کودی						
شاهد	۲۵۹۰/۳b	۶/۴۱b	b۰/۶۱۷			
کود شیمیایی	۳۲۹۳/۱a	۷/۴۶a	a۰/۶۹۷			
کود دامی	۲۷۲۵/۷b	۷/۲۶ab	ab۰/۶۶۰			
کمپوست	۲۸۸۲/۷ab	۷/۵۵a	ab۰/۶۶۰			

حروف مشترک در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنادار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

نتایج مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و نوع کود بر صفات ارزیابی شده در جدول ۵ آورده شده است. در تیمار بدون تنش، بیشترین مقادیر عددی ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ بوته، وزن تر بوته، عملکرد اندام رویشی، تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه، درصد و عملکرد اسانس همراه با کاربرد کود شیمیایی مشاهده شد. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار بدون تنش با

اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر انواع کود آلی و شیمیایی

رشد عمومی گیاه نقش بسزایی داشته باشد [۸]. محدودیت آبی موجب کاهش تقسیم و انبساط سلول‌ها می‌شود و از این طریق رشد اندام‌ها و ارتفاع بوته را کاهش می‌دهد. بنابراین از جمله تأثیرات منفی تنش خشکی، کاهش ارتفاع بوته بر اثر کاهش رطوبت در دسترس و قابلیت جذب عناصر و کاهش رشد است که در نتایج تحقیقات مختلف ذکر شده است [۱۷].

قطر ساقه (۳ میلی متر) در تنش شدید در مقایسه با تنش ملایم و شاهد، افزایش معناداری داشت. در تنش ملایم، حداکثر قطر ساقه به تیمارهای شاهد و کمپوست اختصاص یافت و کمترین مقدار در وضعیت بدون تنش تحت کود شیمیایی (۲ میلی متر) به دست آمد (جدول ۵).

کاربرد کود شیمیایی با میانگین ۴۸/۵ سانتی متر بود. این مقدار با تیمار بدون تنش با کاربرد کود دامی با میانگین ۴۶ سانتی متر اختلاف معناداری نشان نداد. کمترین مقدار از تیمار تنش ملایم به همراه عدم مصرف کود با میانگین ۲۳ سانتی متر به دست آمد. ارتفاع بوته در تیمار کود شیمیایی و کود دامی بدون تفاوت معناداری بیشترین مقدار بود (جدول ۵).

دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، به ویژه نیتروژن از طریق تأثیر بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته مؤثر است. کاهش ارتفاع بر اثر مواجه شدن با تنش خشکی در بابونه گزارش شده است [۲]. افزایش محتوای آب خاک و قابل دسترس شدن عناصر غذایی آن در صورت وجود آب کافی می‌تواند در بهبود

جدول ۵. مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و انواع کود بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد گشنیز

عملکرد اندام	وزن خشک	وزن تر	تعداد	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه (mm)	ارتفاع بوته (cm)	تیمارها	
							کود	تنش خشکی
رویشی (kg/h)	بوته (gr)	بوته (gr)	برگ در بوته				شاهد	
c۴۹۷۸	۱۸/۴۰c	c۴۱/۴۸	۲۰/۳۶b	۳/۵۰de	۳/۱a	۲۲/۷۰g		
abc۵۱۴۶/۸۰	۱۸/۴۵c	abc۴۲/۸۹	۲۲/۲۶ab	۵/۴۰bcde	۲/۸ab	۲۶/۳۲fg	شیمیایی	۳۰ درصد (تنش شدید)
bc۵۱۱۴/۴۰	۱۸/۴۳c	bc۴۲/۶۲	۲۱/۲۶ab	۴/۴۰cde	۲/۸ab	۳۲/۲۵de	دامی	
abc۵۱۵۸/۴۰	۱۸/۴۲c	abc۴۲/۹۹	۱۹/۹۶ab	۳/۱۰e	۲/۸ab	۳۰/۱۴def	کمپوست	
bc۵۰۷۹/۶۰	۲۱/۷۶b	bc۴۲/۳۳	۲۱/۰۶b	۴/۲۰de	۲/۸ab	۲۹/۲۵ef	شاهد	
abc۵۱۹۴/۴۰	۲۲/۳۱ab	abc۴۳/۲۹	۲۳/۷۶ab	۶/۹۰bcd	۲/۶abc	۳۸/۲۱bc	شیمیایی	۶۰ درصد (تنش ملایم)
c۴۹۶۹/۶۰	۲۲/۳۰ab	c۴۱/۴۱	۲۲/۶۶ab	۵/۸۰bcd	۲/۶abc	۳۷/۷۹bc	دامی	
abc۵۱۳۷/۲۰	۲۲/۴۵ab	abc۴۲/۸۱	۲۱/۳۶ab	۴/۵۰cde	۲/۷ab	۳۶/۸۰c	کمپوست	
abc۵۱۷۰	۲۳/۷۷a	abc۴۳/۰۸	۲۱/۶۶ab	۴/۸۰bcde	۲/۳bc	۳۴/۰۱cd	شاهد	
a۵۳۷۰/۸۰	۲۳/۶۴a	a۴۴/۷۶	۲۶/۴۶a	۹/۶۰a	۲/۰c	۴۸/۴۹a	شیمیایی	۹۰ درصد (بدون تنش)
ab۵۳۱۶/۴۰	۲۳/۶۱a	ab۴۴/۳۰	۲۴/۰۶ab	۷/۲۰b	۲/۳bc	۴۵/۹۱a	دامی	
ab۵۲۸۳/۶۰	۲۳/۶۲a	ab۴۴/۰۳	۲۲/۲۶ab	۵/۴۰bcde	۲/۳bc	۴۱/۵۶b	کمپوست	

حروف مشترک در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنادار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

ادامه جدول ۵. مقایسه میانگین تأثیرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و انواع کود بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد گشنیز

عملکرد اسانس (kg/h)	درصد اسانس	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه (Kg/h)	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در چتر	تعداد چتر در بوته	تیمارها	
							کود	تنش خشکی
۱۲/۳۴i	۰/۶۲bcd	۵/۴۲b	۲۲۲۳/۶c	۱۰۰/۲۴f	۱۱/۸۵d	۸/۴۷e	شاهد	
۱۵/۹۹c	۰/۷۰abc	۷/۰۷a	۲۴۷۵/۷bc	۱۳۵/۳۱e	۱۲/۴۵d	۱۰/۸۳d	شیمیایی	۳۰ درصد (تنش شدید)
۱۴/۳۸f	۰/۶۶abcd	۷/۱۰a	۲۵۱۳/۲bc	۱۴۸/۶۱de	۱۳/۱۸cd	۱۱/۲۸d	دامی	
۱۳/۰۴h	۰/۶۷abcd	۷/۱۳a	۲۹۰۵/۵bc	۱۷۰/۷۵cd	۱۴/۹۵b	۱۱/۴۵cd	کمپوست	
۱۶/۱۴c	۰/۶۷abcd	۶/۶۹ab	۲۴۱۸/۲bc	۱۳۲/۳۰e	۱۴/۶۸b	۹/۰۲e	شاهد	
۱۸/۴۹a	۰/۷۷a	۷/۳۲a	۳۹۰۵/۳a	۲۳۶/۶۰a	۱۶/۶۲a	۱۴/۲۳a	شیمیایی	۶۰ درصد (تنش ملایم)
۱۶/۲۷bc	۰/۷۳ab	۷/۲۵a	۲۳۹۸/۹bc	۱۴۳/۳۸e	۱۳/۹۶bc	۱۰/۲۳d	دامی	
۱۶/۵۵b	۰/۷۲abc	۷/۵۳a	۳۲۷۰/۳ab	۲۰۴/۸۹b	۱۵/۱۸b	۱۳/۵۰ab	کمپوست	
۱۳/۸۴g	۰/۵۶d	۷/۱۲a	۳۱۲۹/۳ab	۱۸۲/۳۰bc	۱۴/۴۸bc	۱۲/۵۸bc	شاهد	
۱۵/۳۳d	۰/۶۲bcd	۸/۰۵a	۲۹۰۲/۰bc	۱۹۴/۳۱bc	۱۴/۳۲bc	۱۳/۵۷ab	شیمیایی	۹۰ درصد (بدون تنش)
۱۴/۸۳e	۰/۵۹cd	۷/۴۲a	۳۲۶۴/۹ab	۲۰۱/۳۸b	۱۵/۳۹ab	۱۳/۱۰ab	دامی	
۱۴/۵۸ef	۰/۵۹cd	۷/۹۲a	۳۰۶۸/۵abc	۲۰۲/۲۰b	۱۵/۱۸b	۱۳/۳۳ab	کمپوست	

حروف مشترک در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنادار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

سازگاری به حساب می‌آید که گیاه به وسیله آن تلاش می‌کند آب را برای مراحل بحرانی تر نمو نظیر گلدهی حفظ کند [۳۸]. بنابراین کاهش تعداد شاخه فرعی در وضعیت کم آبی را نیز شاید بتوان نوعی سازوکار سازگاری در گشنیز در نظر گرفت.

وزن تر بوته در تنش ملایم با کاهش ۳/۵ درصدی و در تنش شدید با کاهش ۳/۶ درصدی نسبت به تیمار شاهد مواجه شد (جدول ۴). کمترین وزن تر (۴۱/۵ گرم) و وزن خشک (۱۸/۴ گرم) بوته در تیمار شاهد تحت تنش شدید حاصل شد (جدول ۵). تحت تنش شدید عملکرد اندام رویشی با کاهش ۳/۷ درصدی مواجه شد. بیشترین عملکرد اندام رویشی (۵۳۷۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون تنش تحت کود شیمیایی به دست آمد (جدول ۵).

در این تحقیق، مصرف کودهای آلی و شیمیایی با تأمین عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه، سبب افزایش

معمولاً قطر ساقه با ارتفاع گیاه رابطه عکس دارد، به طوری که با افزایش ارتفاع گیاه در وضعیت رشدی مشابه، ساقه‌ها نازک تر و باریک تر می‌شوند و برعکس با کاهش ارتفاع، قطر ساقه افزایش می‌یابد [۴۶]. از طرفی از رشد سبزینگی گیاه کاسته می‌شود که در مجموع به افزایش قطر ساقه می‌انجامد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد [۴۴].

کمترین تعداد شاخه فرعی (۳/۱ عدد) در کاربرد کمپوست، و بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمار بدون تنش خشکی با کاربرد کود شیمیایی (۹/۶ عدد) به دست آمد (جدول ۵). کاهش تعداد شاخه فرعی در اثر تنش در ریحان نیز گزارش شده است [۱۱]. نتیجه تحقیق در گیاه کنف نشان داد که شاخه دهی زیاد تحت وضعیت خشکی، صفتی نامطلوب به حساب می‌آید، زیرا سبب مصرف بیهوده رطوبت خاک و اتلاف آن می‌شود. اما محدود شدن شاخه‌دهی تحت وضعیت خشکی، نوعی سازوکار



## اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر انواع کود آلی و شیمیایی

بوته و اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه) در اثر تنش خشکی کاهش یافت [۷]. در اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار و بابونه با تشدید تنش خشکی، از وزن اندام هوایی، ارتفاع بوته‌ها و عملکرد دانه کاسته شد [۳۰]. کمبود آب سبب کاهش عملکرد دانه، عملکرد اندام رویشی و همچنین کاهش رشد زیره سبز شد [۳]. کاهش مقادیر عددی صفات مورد مطالعه در اثر افزایش سطح تنش، با نتایج تحقیق مطابقت دارد.

کاربرد کود نیتروژن در سطح مناسب، افزایش رشد رویشی، تعداد شاخه‌های فرعی و عملکرد دانه را در پی داشت [۲۱]. کاربرد تلفیقی مقادیر مناسب کود دامی و نیتروژن معدنی، بهبود عملکرد و اجزای عملکرد را در گشنیز به همراه داشت [۲۲]. با مصرف ۲۰ تن کود دامی، تعداد چتر در بوته و عملکرد دانه گشنیز افزایش یافت [۴۲]. در گیاه شوید نیز نتیجه مشابهی مشاهده شد، به طوری که مصرف کود سبب افزایش عملکرد شوید شد [۲۸]. کاربرد کود دامی و زیستی در افزایش تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه گشنیز، مفید گزارش شده است [۱۲].

بیشترین درصد اسانس (۰/۷۷ درصد) و عملکرد اسانس (۱۸/۴۹ کیلوگرم در هکتار) در تنش ملایم و با کاربرد کود شیمیایی، و کمترین درصد (۰/۵۶ درصد) و عملکرد اسانس تولیدی (۱۲/۳۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تنش شدید و بدون کاربرد کود مشاهده شد (جدول ۵).

در ریحان با کاهش رطوبت خاک، درصد اسانس افزایش می‌یابد [۴۱]. در گیاه ریحان [۱۱] و آویشن، بیشترین درصد اسانس در رژیم آبی ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه به دست آمد [۳۲]. افزایش عملکرد اسانس بابونه در اثر مصرف کودهای شیمیایی به تأثیر مثبت نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول‌های حاوی اسانس ارتباط داده شد

سبزی‌نگی و وزن تر بوته شد که مطابق نتایج برخی محققان است [۲۴، ۲۷، ۲۰]. کاهش وزن تک بوته در طی افزایش سطح تنش خشکی می‌تواند به کاهش ارتفاع گیاه، کاهش سطح برگ تولیدی و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه مربوط باشد [۴۸].

تنش خشکی شدید سبب کاهش معنادار تعداد چتر و تعداد دانه در چتر بوته گشنیز شد (جدول ۴). بیشترین تعداد چتر در بوته (۱۴/۲۳ عدد) مربوط به تیمار تنش ملایم تحت کود شیمیایی بود که با کاربرد کود کمپوست (۱۳/۵۰ عدد) اختلاف معناداری نداشت؛ کمترین تعداد چتر در بوته در وضعیت تنش شدید و بدون کود (۸/۴۷ عدد) به دست آمد. بیشترین تعداد دانه در چتر مربوط به تیمار تنش ملایم تحت کود شیمیایی (۱۶/۶۲ عدد) بود و کمترین آن (۱۱/۸۵ عدد) در وضعیت تنش شدید بدون تیمار کودی به دست آمد که با سایر کودها اختلاف معناداری داشتند (جدول ۵).

کمترین تعداد دانه در بوته (۱۳۲ عدد) در تنش شدید در تیمار شاهد و حداکثر تعداد دانه در بوته (۲۳۶ عدد) در تیمار تنش ملایم با کاربرد کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۵).

بیشترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار بدون تنش با کاربرد کود شیمیایی با میانگین هشت گرم بود. این مقدار با سایر تیمارها اختلاف معناداری نشان نداد. کمترین وزن هزاردانه مربوط به تیمار تنش شدید به همراه کود شاهد با میانگین ۵/۴ گرم بود (جدول ۵).

تنش خشکی به طور بسیار مؤثری سبب کاهش عملکرد دانه (۱۸ درصد) در تنش شدید در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه در هکتار مربوط به تیمار تنش ملایم با کاربرد کود شیمیایی، و معادل ۳۹۰۵ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین عملکرد دانه در تنش شدید و تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۵). در شنبلیله نیز ارتفاع

فیزیکی خاک، افزایش توسعه ریشه، کاهش فرسایش و جلوگیری از رواناب، نگهداری آب در خاک، فعالیت‌های بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک یکی از روش‌هایی است که به حفظ رطوبت در خاک منجر می‌شود [۵]. علت افزایش تولید محصول با کاربرد کود دامی را به بهبود فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مرتبط دانسته‌اند [۴۵، ۲۳]. استفاده کود دامی در بهبود خواص فیزیکی و حفظ رطوبت خاک و افزایش جذب عناصر توسط گیاهان زیره سبز [۳] و گشنیز مؤثر بود [۳۳].

تنش خشکی ضمن کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان، سبب محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی در آنها می‌شود [۲۵]. تنش خشکی سبب اختلال و عدم تعادل تغذیه‌ای در گیاهان می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش خشکی تبادل دی‌اکسیدکربن را در برگ‌ها کاهش می‌دهد که در نتیجه، کاهش فتوسنتز، اندازه برگ، سطح برگ، تولید بیوماس، اندازه و تعداد دانه را در پی دارد [۲۶]. بنابراین تنش خشکی و عوارض ناشی از آن موجب کاهش عملکرد می‌شود [۱۳].

### نتیجه‌گیری

عملکرد در گیاه گشنیز در مجموع حاصل برهمکنش اجزایی است که هر یک از آنها در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی شکل می‌گیرد. در این بین، عملکرد ماده خشک، ارتفاع بوته و تعداد ساقه در هر بوته را می‌توان مهم‌ترین اجزای عملکرد بیولوژیکی به‌شمار آورد. در این آزمایش مشاهده شد که با اعمال تنش خشکی اجزای عملکرد تغییرات متفاوتی داشتند، به طوری که بر اثر افزایش شدت تنش تعداد چتر در گیاه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک بوته و عملکرد دانه به‌طور معناداری کاهش یافت. تأثیرات منفی تنش بر رشد گیاه

[۳۱]. تأثیرات نامناسب تنش خشکی در کاهش عملکرد اسانس در ریحان [۱۱، ۴۱]، آویشن [۳۲] و اکلیل کوهی [۴۷] نیز گزارش شده است.

باید در نظر داشت که همواره با افزایش تنش، درصد اسانس افزایش نمی‌یابد، چرا که در تنش‌های شدید، گیاه مقدار زیادی از مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیبات تنظیم‌کننده اسمزی نظیر پرولین، گلیسین‌بتائین و ترکیبات قندی همانند ساکاروز، فروکتوز و فروکتان می‌کند تا بتواند وضعیت لازم برای ادامه حیات خود را در این وضعیت فراهم کند [۱۴]. این ترکیبات برای گیاه هزینه بر است و گیاه این هزینه را از کاهش عملکرد دانه جبران می‌کند [۳۶].

یافته‌های یادشده هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر است که با افزایش سطوح تنش خشکی، رشد گیاه و عملکرد دانه کاهش یافت. هرچند این کاهش در تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به افزایش اسانس و عملکرد آن منجر شد، باید در نظر گرفته شود که درصد اسانس همیشه با افزایش تنش، افزایش نمی‌یابد. در گیاه دارویی بادرشبو تنش خشکی در حد ۴۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه، موجب کاهش ارتفاع، طول و عرض برگ، طول میانگره، عملکرد اندام هوایی و عملکرد اسانس می‌شود [۱۵]. در مطالعه حاضر نیز، با اعمال تنش شدید، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس کاهش یافت. نتایج به‌دست آمده در مورد کاهش ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ و عملکرد با گزارش‌ها در بادرشبو [۱۰، ۱۵]، اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار و بابونه [۱۸] و نعنای [۳۴] مطابقت دارد.

کاربرد کود دامی در گیاه دارویی زنیان علاوه بر بهبود عملکرد دانه، در افزایش اسانس دانه مؤثر بود [۵]، به طوری که مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با شاهد، اسانس بیشتری تولید کرد. مصرف کودهای دامی به‌علت داشتن اثر تغذیه‌ای، بهبود بخشیدن ساختمان

شرایط تنش خشکی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۸۸(۴): ۶۶۸-۶۷۶.

۳. احمدیان، قنبری ا و گلوی م (۱۳۸۸) اثر متقابل تنش خشکی و کود دامی بر اجزای عملکرد، میزان اسانس و ترکیبات شیمیایی آن در زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.). گیاهان زراعی ایران. ۴۰(۱): ۱۷۳-۱۸۰.

۴. اکبری نیا، دانشیان ج و محمدبیگی ف (۱۳۸۵) اثر کود نیتروژن و تراکم بر عملکرد بذر، اسانس و روغن گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۲(۴): ۴۱۰-۴۱۹.

۵. اکبری نیا، قلاوند، سفیدکن ف، رضایی م ب و شریفی عاشورآبادی ا (۱۳۸۲) بررسی تأثیر کودهای شیمیایی و دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. پژوهش و سازندگی. ۶۱: ۳۲-۴۱.

۶. امیدبیگی ر (۱۳۸۴) الف. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول. انتشارات به نشر، آستان قدس رضوی، مشهد. ۳۴۷ صفحه.

۷. بزازی ن، خدامباشی م و محمدی ش (۱۳۹۲) تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد گیاه دارویی شنبلیله. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۸(۳): ۱۱-۲۳.

۸. پورموسوی م، گلوی م، دانشیان ج، قنبری ا، بصیرائی ن و جنوبی پ (۱۳۸۸) تأثیر کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی لاین ۱۱۷ سویا در تنش خشکی. گیاهان زراعی ایران. ۴۰(۱): ۱۳۳-۱۴۵.

۹. پوریوسف م (۱۳۸۶) بررسی تأثیر سیستم‌های حاصلخیزی خاک (ارگانیک و شیمیایی) بر روی محتوای عناصر، عملکرد، اجزای عملکرد و موسیلاژ

شامل محدودیت در جذب آب، مواد غذایی، تشدید تأثیرات منفی دما، کاهش رشد و تولید محصول است. در طی استفاده از سه نوع کود دامی، شیمیایی و کمپوست مشخص شد کود شیمیایی بیشترین تأثیر را بر صفات اندازه‌گیری شده، داشت، درحالی‌که اختلاف کود دامی با کمپوست در بیشتر صفات معنادار نبود. اثر متقابل تنش خشکی و تیمار کودی در این آزمایش نشان داد که در زمان نبود تنش خشکی (تیمار شاهد)، کود شیمیایی بیشترین تأثیر را بر اجزای عملکرد میوه دارد، اما در طی بروز تنش خشکی و کاهش مقدار آن تا حد ۳۰ درصد ظرفیت زراعی، کود دامی بیشترین تأثیر را بر اجزای عملکرد دانه می‌گذارد. در واقع کودهای آلی با حفظ رطوبت بیشتر در خاک، گیاه را در وضعیت تنش یاری می‌کنند. بنابراین پیشنهاد می‌شود در وضعیت تنش شدید از کودهای آلی استفاده شود تا تأثیرات منفی تنش کاهش یابد. درحالی‌که در وضعیت معمول آبیاری که آب به‌طور کامل در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، بهتر است از کودهای شیمیایی به منظور افزایش عملکرد و بهبود اجزای عملکرد گشنیز استفاده شود.

## منابع

۱. ابوالحسنی زراعتکار م، لکزیان ا، غلامحسین‌پور جعفری ا و اخگر ع (۱۳۸۹) تأثیر تنش خشکی بر سیستم تثبیت نیتروژن باکتری *Sinorhizobium* و انباشت متابولیت‌های سازگار در گیاه یونجه (*Medicago sativa* sp.) رقم بمی. آب و خاک. ۲۴(۴): ۴۰۷-۴۱۶.
۲. احمدیان، قنبری ا، سیاه‌سر ب، حیدری م، رمودی م و موسوی نیک س. م (۱۳۸۹) اثر بقایای کود شیمیایی، دامی و کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد، برخی خصوصیات فیزیولوژیک و میزان اسانس بابونه تحت

اسانس و ویژگی های فیزیولوژیک گیاه دارویی  
بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*). تحقیقات  
گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۱): ۸۶-۹۹.

۱۷. عزیزی م، رضوانی ف، خیاط م ح، لکزیان ا و نعمتی  
ح (۱۳۸۷) تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و  
آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس  
بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) رقم  
Goral. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴(۱):  
۸۲-۹۳.

۱۸. لباسچی م و شریفی عاشورآبادی ا (۱۳۸۳)  
شاخص های رشد برخی از گیاهان دارویی در شرایط  
مختلف تنش خشکی. تحقیقات گیاهان دارویی و  
معطر ایران. ۲۰(۳): ۲۴۹-۲۶۱.

19. Abdalla MM and El-Khoshiban NH (2007) The  
influence of water stress on growth, relative  
water content, photosynthetic pigments, some  
metabolic and hormonal contents of two  
*Triticum aestivum* cultivars. Applied Science  
Research. 3(12): 2062-2074.

20. Ashraf M, Shabaz M and Ashraf MY (2001)  
Influence of nitrogen supply and water stress on  
growth and nitrogen, Phosphorus, Potassium  
and calcium contents in pearl Millet. Biology  
Plantarum. 44(3):459-462.

21. Beech DF and Norman MJT (2002) The effect  
of wet-season land treatment and nitrogen  
fertilizer on safflower, linseed, and wheat in the  
Ord River Valley. Australian Journal of  
Experimental Agriculture and Animal  
Husbandary. 8: 72-80.

22. Carruba A (2009) Nitrogen fertilization in  
coriander (*Coriandrum sativum* L.): a review  
and meta-analysis. Science of Food and  
Agriculture. 89(6): 921-926.

اسفرزه تحت رژیم های مختلف آبیاری. دانشگاه تهران،  
تهران. رساله دکتری.

۱۰. حسنی ع (۱۳۸۵) بررسی تاثیر تنش کم آبی بر رشد،  
عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو  
(*Dracocephalum moldavica*). تحقیقات گیاهان  
دارویی و معطر ایران. ۲۲(۳): ۲۵۶-۲۶۱.

۱۱. حسنی ع، امیدبگی ر و حیدری شریف آباد ح (۱۳۸۱)  
تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر رشد، عملکرد و  
انباشت متابولیت های سازگاری در گیاه ریحان. آب و  
خاک. ۱۷(۲): ۲۱۰-۲۱۹.

۱۲. درزی م ت، حاج سیدهادی م ر و رجالی ف (۱۳۹۱)  
تأثیر کاربرد کود دامی و باکتری های محرک رشد بر  
برخی ویژگی های مورفولوژیک و عملکرد گیاه  
دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.). تحقیقات  
گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۸(۳): ۴۳۴-۴۴۶.

۱۳. شاهمرادی ش (۱۳۸۲) بررسی اثرات تنش خشکی بر  
روی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین های پیشرفته  
سویا. دانشگاه تهران، تهران. رساله کارشناسی ارشد.

۱۴. صالحی ارجمند ح (۱۳۸۴) تأثیر تنش های محیطی در  
افزایش متابولیت های ثانویه در گیاهان. مجموعه  
مقالات همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی:  
۳۰۷-۳۰۵.

۱۵. صفی خانی ف (۱۳۸۵) بررسی جنبه های فیزیولوژیک  
مقاومت به خشکی در گیاه دارویی بادرشبو  
(*Dracocephalum moldavica* L.). دانشگاه شهید  
چمران، اهواز. رساله دکتری.

۱۶. صفی خانی ف، حیدری شریف آباد ح، سیادت ع،  
شریفی عاشورآبادی ا، سیدنژاد م و عباسزاده ب  
(۱۳۸۶). تأثیر تنش خشکی بر درصد و عملکرد

23. Chatterjee SK (2002) Cultivation of medicinal and aromatic plants in India, a commercial approach. Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Horticulture. 576: 191-202.
24. Dang TH, Cai GX, Guo SL, Hao MD and Heng LK (2006) Effects of nitrogen management on yield and water use efficiency of rainfed Wheat and Maize in northwest China. Pedosphere. 16(4): 495-504.
25. French RJ and Turner NC (1991) Water deficit change dry matter partitioning and seed yield in narrow leafed lupines. Australian Journal of Agriculture Research. 42: 471-484.
26. Grattan SR and Grieve CM (1999) Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae. 78: 127-157.
27. Johri AK, Srivastava LJ, Singh JM and Rana RC (1992) Effect of time of planting and level of nitrogen on flower and oil yields of german Chamomile (*Matricaria recutita*). Indian Journal of Agronomy. 37(2): 302-304.
28. Khalid KA and Shafei AM (2005) Productivity of dill (*Anethum graveolens* L.) as influenced by different organic manure rates and soueces. Arab Universities Journal of Agriculture Sciences. 13(3): 901-913.
29. Lal P, Chhipa BR and Kumar A (1993) Salt affected soil and crop production: a modern synthesis. Agro Botanical Publishers, India, 375 p.
30. Lebaschy MH and Sharifi Ashoorabadi E (2004) Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 20(3): 249-261. (In Farsi).
31. Letchamo W (1992) A comparative study of Chamomile yield essential oil and flavonoids content under two sowing seasons and nitrogen levels. Acta Horticulturae. 306: 375-384.
32. Letchamo W, Marquard R, Holz J and Gosselin A (1994) Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. Angewandte Botanic. 68: 83-88.
33. Mallanagouda B (1995) Effects of N.P.K and fym on growth parameters of onion, garlic and coriander. Medicinal and Aromatic Plant Science. 4: 916-918.
34. Misra A and Srivastava NK (2000) Influence of water stress on Japanese mint. Herbs, Spices and Medicinal Plants. 7: 51-58.
35. Mohammadkhani N and Heidari R (2007) Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow Maize cultivar. Pakistan Journal of Biological Science. 10(22): 4022-4028.
36. Munns R (1993) Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmass and hypotheses. Plant Cell and Environment. 16: 15-24.
37. Munns R (2002) Comparative physiology of salt and water stress Trop. Agric. 25: 239-250.
38. Ogbonnaya CL, Nwalozie MC, Roy-Macauley H and Annerose DJM (1998) Growth and water relations of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under water deficit on a sandy soil. Industrial Crops and Products. 8: 65-76.
39. Patra D, Anwar M, Saudan S, Prasad A and Singh DV (1999) Aromatic and medicinal plants for salt and moisture stress conditions. Proceeding of a Symposium Held in Indian. Pp. 347-350.
40. Pirzad A, Alyari H, Shakiba MR, Zehtab-Salmasi S and Mohammadi A (2006) Essential oil content and composition of german Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. Agronomy. 5(3): 451-455.

41. Refaat AM and Saleh MM (1997) The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo. 48: 515-527.
42. Salem AG and Awad AM (2005) Response of coriander plants to organic and mineral fertilizers fertigated in sandy soils. Egyptian Journal of Agricultural Research. 83(2): 829-858.
43. Sefidkon F (2001) Evaluation of Qualitative and Quantitative essential oil fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) in different stages of growth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 7:85-104.
44. Serraj R and Sinclair TR (2002) Osmolyte accumulation: Can it really help increase crop yield under drought conditions?. Plant Cell Environment. 25: 333-341.
45. Sharma AK (2002) A Handbook of organic farming. Publication Agrobios. India.
46. Sheteawi SA and Tawfik KM (2007) Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on Mungbean (*Vigna radiate*) growth and yield. Applied Sciences Research. 3(3): 251-262.
47. Solinas V and Deiana S (1996) Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. Italian Epos. 19: 189-198.
48. Sreevalli Y, Baskaran K, Chandrashekara R, Kuikkarni R, Sushil Hasan S, Samresh D, Kukre J, Ashok A, Sharmr Singh K, Srikant S and Rakesh T (2001) Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle. Medicinal and Aromatic Plant Science. 22: 356-358.