نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۳۹-۱۳۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 1, Spring. 2015, p. 131-139

# بررسی میزان پرولین، شاخص کلروفیل، کربوهیدرات و مقدار جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) تحت تاثیر تنش خشکی و تیمار کودی

سودابه نورزاد[1*]- احمد احمدیان[2]- محمد مقدم[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۲۷

## چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و تاثیر کودهای شیمیایی و آلی بر میزان پرولین، شاخص کلروفیل (دستگاه SPAD)، کربوهیدرات و مقدار جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی گشنیز، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقات کشاورزی و گیاهان دارویی دانشگاه تربت حیدریه انجام شد. تیمار تنش خشکی شامل سه سطح (۳۰، ۶۰ و۹۰ درصد ظرفیت زراعی) و تیمار کودی (شاهد، کود شیمیایی کامل، کود دامی و ورمی‌کمپوست) بود. نتایج گویای معنی‌دار بودن تنش خشکی بر میزان شاخص کلروفیل، پرولین، کربوهیدرات، جذب ازت، فسفر، پتاسیم و تجمع سدیم در سطح یک درصد بود. تیمار کودی نیز بر میزان کربوهیدرات، جذب ازت، فسفر و پتاسیم و تجمع سدیم در سطح یک درصد و بر میزان پرولین در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. با این حال تیمار کودی بر شاخص کلروفیل تاثیر معنی‌داری نداشت.

**واژه‌های کلیدی:** تنش خشکی، پرولین، عناصر غذایی، کود، گشنیز

## مقدمه

گشنیز[1] گیاهی یکساله از خانواده چتریان و بومی مدیترانه است که به منظور تولید بذر، ادویه و اسانس کشت می‌گردد (۴۱). اثرات کاهنده قند و چربی خون و ضد التهاب و مسکن (۳) برای این گیاه گزارش شده است. در طب سنتی به گشنیز اثرات نیرو دهنده، هضم کننده غذا، ملین، بادشکن، مدر، ضدکرم، ضد دردهای روماتیسمی در مصرف موضعی، خواب‌آور، مفرح و ضد تشنج نسبت داده شده است (۴).

خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان و شایع‌ترین تنش محیطی در سرتاسر جهان است. اثر تنش خشکی بر رشد و عملکرد بستگی به ژنوتیپ گیاه، مدت زمان، دوام و شدت تنش دارد (۱۱). شناسایی و آگاهی از زمان بحرانی نیاز آبی و زمان‌بندی آبیاری براساس نیاز بحرانی گیاه، راه حلی کارآمد در جهت حفظ ذخایر آبی، بهبود عملیات آبیاری و افزایش تحمل گیاه به خشکی است (۲۸). تنش خشکی از طریق کاهش توسعه‌ی برگ و کاهش شاخص سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش هدایت روزنه‌ای، کاهش در آبگیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل، سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد، انتقال مواد فتوسنتزی تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و موجب اشباع برگ‌ها از مواد فتوسنتزی می‌گردد که ممکن است فتوسنتز را محدود نماید. با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی، رشد گیاه و نهایتاً عملکرد آن کاهش می‌یابد (۱).

تجمع پرولین آزاد، پاسخی متداول به تنش در گیاهان عالی می‌باشد (۴۲). گزارش‌های متعددی مبنی بر وجود همبستگی مثبت بین تجمع پرولین و سازش به شرایط تنش اسمزی تحت تنش‌های خشکی و شوری گیاهان وجود دارد (۱۳). پرولین حلالیت پروتئین‌ها و آنزیم‌های مختلف را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از تغییر ماهیت آن‌ها جلوگیری می‌کند (۲). در لوبیا و سویا با کاهش پتانسیل آب، افزایش معنی‌داری در میزان پرولین مشاهده گردید (۲۳).

مشخص شده است که تنش شوری و خشکی منجر به برهم زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاهان می‌شوند (۲۱). در این شرایط با تأمین

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، ادویه ای و نوشابه ای دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
(* - نویسنده مسئول: Email: kharif13@gmail.com)
۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

1 - *Coriandrum sativum* L.

عناصر مورد نیاز گیاه از طریق خاک یا محلول‌پاشی می‌توان وضعیت رشد را تا حدودی بهبود بخشید. استفاده از منابع کودهای دامی و شیمیایی می‌توانند بر عملکرد گیاهان تاثیر بگذارند، کودهای شیمیایی عناصر مورد نیاز گیاه را سریع‌تر و موثرتر در اختیار گیاهان قرار می‌دهند. عمده‌ترین منابع تامین کننده مواد آلی خاک فضولات دامی، بقایای گیاهی و کمپوست زباله‌های شهری می‌باشند که امروزه با توجه به کشاورزی ارگانیک، استفاده از آن‌ها تا حد زیادی مورد توجه قرار گرفته است. کودهای آلی به ویژه کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند. کودهای دامی نمی‌توانند تمام احتیاجات غذایی گیاهان را برطرف سازند، اما با بهبود ساختمان فیزیکی خاک، تا حدودی باعث ایجاد تعادل در بخش شیمیایی خاک خواهند شد (۱۴).

تاثیر مقادیر مختلف کود دامی، کودهای شیمیایی و مصرف توام آن‌ها در گیاه رازیانه[1] بررسی شده است. مصرف کود دامی و شیمیایی (NPK) به ترتیب موجب افزایش ۷۸ درصدی و ۶۹ درصدی محصول رازیانه شد. مصرف توأم این کودها تولید را ۱۲۲ درصد افزایش داد (۳۶). کود آلی در شرایط تنش خشکی با افزایش میزان تجمع مواد محلول آلی از جمله پرولین، قندها، نیتروژن محلول و همچنین مواد محلول معدنی سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، آهن و مس در برگ‌ها و دانه‌ها، باعث کاهش اثر تنش خشکی و افزایش عملکرد لوبیای چشم بلبلی گردید (۱۵). عملکرد دانه گشنیز در تیمار تلفیقی کودهای شیمیایی به همراه کود دامی بیشتر از مصرف جداگانه هر یک از آن‌ها بود (۲۴).

اگرچه تاکنون تحقیقات وسیعی در رابطه با اثر تنش خشکی بر روی گیاهان زراعی صورت پذیرفته، اما رفتار گیاهان دارویی و معطر تحت شرایط کمبود آب به خوبی مطالعه نشده است. اهداف مورد مطالعه، بررسی اثرات تنش خشکی و انواع کودهای دامی، شیمیایی و کمپوست بر میزان پرولین، شاخص کلروفیل، کربوهیدرات و جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی گشنیز می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تأثیر تنش خشکی و کاربرد کود بر میزان پرولین و شاخص کلروفیل، کربوهیدرات و جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی گشنیز، در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقات کشاورزی و گیاهان دارویی دانشگاه تربت حیدریه، با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۵۰ متری از سطح دریا، تحقیقی انجام گرفت. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمار اصلی شامل سه سطح تنش خشکی (بدون تنش که تیمار شاهد بود، ۳۰ درصد و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) و تیمار فرعی شامل چهار سطح کود شامل شاهد (مصرف کود نیتروژن در حد عرف منطقه به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار)، کود شیمیایی (کود کامل NPK به نسبت ۶۰: ۶۰: ۴۰)، کود دامی (کود گاوی کاملا پوسیده به میزان ۲۵ تن در هکتار) و کمپوست زباله شهری (ورمی-کمپوست به میزان ۲۵ تن در هکتار) در نظر گرفته شدند. ابعاد هر کرت ۶ مترمربع و فاصله ردیف‌های کشت از یکدیگر ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی هر ردیف ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. کاشت به روش دستی انجام شد. رژیم‌های آبیاری بعد از مرحله تنک کردن و استقرار کامل بوته‌ها اعمال گردید. صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده میزان پرولین، کربوهیدرات، شاخص کلروفیل، میزان جذب عناصر غذایی (ازت، فسفر و پتاسیم) و تجمع سدیم در پیکره رویشی را شامل می‌شد.

اندازه‌گیری میزان رنگدانه‌های گیاهی در مرحله‌ی گلدهی کامل گیاه با استفاده از دستگاه SPAD صورت پذیرفت. میزان پرولین با روش بیتس و همکاران اندازه‌گیری شد (۱۲). ۰/۲ گرم از نمونه‌ی برگ تر به همراه ۱۰ سی‌سی اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ کوبیده شده و از کاغذ صافی عبور داده شدند. به ۲ سی‌سی از این محلول، ۲ سی-سی اسید استیک گلاسیال و ۲ سی‌سی اسید نین هیدرین اضافه و به مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شدند. ۴ سی‌سی تولوئن به نمونه اضافه گشت. در نهایت میزان نور جذبی در ۵۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. میزان پرولین استخراجی بر اساس میکرومول بر گرم وزن تر از جدول استاندارد به دست آمد. مقدار کربوهیدرات با روش اسچیگل[2] صورت پذیرفت. در هر کدام از نمونه‌ها، کربوهیدرات با استفاده از اتانول ۹۵٪ و بر اساس روش اسید سولفوریک استخراج شد (۳۳). در این روش ۰/۲ گرم از بافت تر برگ به همراه ۱۰ سی‌سی اتانول ۹۵٪ به مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. به ۱ سی‌سی از این نمونه، ۱ سی‌سی فنل ۰/۵ درصد و ۵ سی‌سی اسید سولفوریک ۹۸٪ اضافه گشت. میزان نور جذبی در ۴۸۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. میزان کربوهیدرات استخراجی بر اساس میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر از جدول استاندارد به دست آمد. برای اندازه‌گیری و تعیین غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سدیم، از روش خاکسترگیری خشک استفاده شد. در این روش مقدار ۲ گرم از ماده گیاهی را در کوره الکتریکی تبدیل به خاکستر کرده و در ۱۰ سی‌سی اسید کلریدریک حل گردید. پس از صاف کردن به حجم ۱۰۰ سی‌سی رسانده شد. مقادیر عناصر پتاسیم و

1 - *Foeniculum vulgare* L.

2 - Schlegel, 1956

سدیم در دستگاه فلیم فتومتر و میزان فسفر در دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. مقادیر فسفر و پتاسیم بر حسب درصد و میزان سدیم بر حسب میلی‌گرم در گرم ماده خشک براساس جدول استاندارد محاسبه گردید. میزان نیتروژن با استفاده از روش کجلدال و بر حسب درصد اندازه‌گیری شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

## نتایج

بر اساس نتایج حاصله تنش خشکی بر میزان پرولین، کربوهیدرات، شاخص کلروفیل، جذب ازت، فسفر، پتاسیم و تجمع سدیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تیمار کودی نیز بر میزان کربوهیدرات، جذب ازت، فسفر و پتاسیم و تجمع سدیم در سطح یک درصد و بر میزان پرولین در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. تیمار کودی بر شاخص کلروفیل در سطح احتمال پنج درصد تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱، نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌های حاصل از تأثیر تیمارهای آزمایش بر میزان پرولین، کربوهیدرات و جذب عناصر در گشنیز را نشان می‌دهد.

**پرولین:** تیمار تنش خشکی ($P<0/01$) و مصرف انواع کود ($P<0/05$) بر میزان پرولین گیاه معنی‌دار بود. در حالیکه اثر متقابل تیمارها بر صفت مذکور معنی‌دار نبود. با افزایش سطوح تنش از شاهد تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، میزان پرولین تغییر معنی‌داری (۹/۸۰ درصد افزایش) نشان داد. با افزایش شدت تنش تا ۳۰ درصد ظرفیت زراعی، غلظت پرولین گیاه به ۴۵/۹۹ درصد افزایش یافت (جدول ۲). حداقل مقدار پرولین در تیمار بدون تنش خشکی تولید شد (جدول ۳). کود شیمیایی و پس از آن کود دامی بیشترین غلظت پرولین را در گیاه منجر شدند. هر چند اختلاف تیمار کود دامی با شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۲).

**شاخص کلروفیل:** نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمار تنش خشکی بر میزان کلروفیل (شاخص SPAD) برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در حالیکه مصرف انواع کود بر صفت مذکور تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد (جدول ۲) گویای این است که با افزایش شدت تنش خشکی، شاخص کلروفیل به طور معنی‌داری کاهش یافت. تیمار کودی هر چند سبب افزایش رنگدانه فتوسنتزی گردید، اما این افزایش معنی‌دار نبود. کود شیمیایی نسبت به دو تیمار کودی دیگر از بیشترین کارایی در افزایش شاخص کلروفیل برخوردار بود. مقایسه میانگین‌ها بیان می‌نماید که بیشترین شاخص کلروفیل (۳۱/۹۴ واحد SPAD) در تیمار شاهد (بدون تنش با کاربرد کود شیمیایی) حاصل شد. بین شاخص کلروفیل و افزایش مقدار تنش همبستگی منفی وجود داشت (جدول ۲).

**کربوهیدرات:** تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) حاکی از معنی‌دار بودن تأثیر تیمارهای تنش خشکی و مصرف کود بر میزان کربوهیدارت گیاه در سطح احتمال ۱ درصد بود. در این مورد اثر متقابل در سطح یک درصد بر صفت مورد بحث تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). با افزایش سطح تنش خشکی میزان کربوهیدرات گیاه بطور معنی‌داری افزایش یافت، بطوریکه تنش شدید بالاترین غلظت کربوهیدرات (۱۲/۱۱ میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر) را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

**جدول ۱- میانگین مربعات میزان پرولین، کربوهیدرات و جذب عناصر در گشنیز تحت تأثیر تنش خشکی و انواع کود**

| منبع تغییر | درجه آزادی | شاخص کلروفیل | میزان پرولین | میزان کربوهیدرات | جذب ازت | جذب فسفر | جذب پتاسیم | سدیم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۷/۱۱ | ۰/۰۲ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۲ | ۰/۰۳ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰۰۳ |
| تیمار تنش خشکی | ۲ | ۲۲۷/۶۰$^{**}$ | ۷/۲۷$^{**}$ | ۶۵/۶۷$^{**}$ | ۳۹۴/۹۲$^{**}$ | ۴۲/۹۰$^{**}$ | ۸۵۴/۹۳$^{**}$ | ۵/۹۹$^{**}$ |
| اشتباه اصلی | ۴ | ۷/۰۰ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۴ | ۰/۰۳ |
| تیمار کودی | ۳ | ۱۱/۲۶$^{ns}$ | ۰/۳۳$^{*}$ | ۲/۰۴$^{**}$ | ۶۴/۸۴$^{**}$ | ۷/۲۹$^{**}$ | ۱۸۰/۸۳$^{**}$ | ۰/۴۲$^{**}$ |
| تیمارکود×تنش خشکی | ۶ | ۰/۹۴$^{ns}$ | ۰/۰۴$^{ns}$ | ۰/۳۴$^{**}$ | ۱۰/۰۶$^{**}$ | ۱/۲۳$^{**}$ | ۱۸/۰۹$^{**}$ | ۰/۱۵$^{**}$ |
| اشتباه فرعی | ۱۸ | ۱۰/۱۰ | ۰/۰۹ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۱۰ | ۰/۰۱ |
| ضریب تغییرات (٪) | - | ۱۲/۱۳ | ۷/۷۱ | ۱۹/۳ | ۲/۰ | ۴/۰۳ | ۲/۲ | ۵/۲۶ |

* و **- به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داربودن را نشان می‌دهند.

مصرف انواع کود باعث کاهش غلظت کربوهیدرات در بافت سبز برگ گشنیز نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۲). بطوریکه کمترین تجمع کربوهیدرات در تیمار کود شیمیایی (۸/۹۶ میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر برگ) و بیشترین آن در تیمار شاهد (۱۰/۰۷ میکروگرم گلوکز در گرم وزن تر برگ) بود. میزان کربوهیدرات در تیمار بدون تنش همراه با کاربرد کود شیمیایی در حداقل مقدار (۷/۴۱ میکروگرم گلوگز در گرم وزن تر) مشاهده شد. با افزایش سطح تنش به سمت تنش ملایم و شدید، میزان کربوهیدرات افزایش یافت. بطوریکه حداکثر میزان کربوهیدرات در تنش شدید همراه با کاربرد کود شیمیایی (۱۳/۱۸ میکروگرم گلوگز در گرم وزن تر) به دست آمد (جدول ۳).

**جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده میزان پرولین، کربوهیدرات و جذب عناصر در گشنیز تحت تأثیر تیمارهای تنش خشکی و انواع کود**

| صفات | میزان کلروفیل شاخص SPAD | میزان پرولین (میکرومول در گرم وزن تر) | میزان کربوهیدرات (میکروگرم گلوگز در گرم وزن تر) | جذب ازت | جذب فسفر | جذب پتاسیم | سدیم ($mg\ g^{-1}$ DW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | کیلوگرم در هکتار | | | |
| خشکی | | | | | | | |
| تنش شدید | ۲۱/۴۵b | ۴/۶۹a | ۱۲/۱۱a | ۱۴/۰۶c | ۳/۲۲c | ۱۷/۴۴c | ۲/۶۰a |
| تنش ملایم | ۲۷/۱۴a | ۳/۵۳b | ۸/۶۵b | ۲۰/۸۸b | ۵/۵۰b | ۲۸/۱۱b | ۱/۸۶b |
| بدون تنش | ۳۰/۰۰a | ۳/۲۱c | ۷/۶۵c | ۲۵/۴۶a | ۶/۹۷a | ۳۴/۱۱a | ۱/۱۹c |
| تیمار کودی | | | | | | | |
| شاهد | ۲۴/۶۸a | ۳/۶۱b | ۱۰/۰۷a | ۱۶/۷۵d | ۴/۰۹d | ۲۱/۲۶d | ۲/۰۹a |
| شیمیایی | ۲۷/۳۳a | ۴/۰۶a | ۸/۹۶d | ۲۳/۲۹a | ۶/۲۸a | ۳۲/۱۸a | ۱/۶۱c |
| دامی | ۲۶/۵۹a | ۳/۸۵ab | ۹/۲۷c | ۲۰/۵۶b | ۵/۳۸b | ۲۶/۸۹b | ۱/۸۱b |
| کمپوست | ۲۶/۱۹a | ۳/۷۳b | ۹/۵۷b | ۱۹/۹۳c | ۵/۱۷c | ۲۵/۸۸c | ۲/۰۲a |

حروف مشترک در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد می‌باشد.

**جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و انواع کود بر میزان پرولین، کربوهیدرات و جذب عناصر در گشنیز**

| تیمارها | | میزان کلروفیل شاخص SPAD | میزان پرولین ($\mu g\ g^{-1}$ FW) | میزان کربوهیدرات ($\mu g\ g^{-1}$ FW) | جذب ازت | جذب فسفر | جذب پتاسیم | سدیم ($mg\ g^{-1}$ DW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آبیاری | انواع کود | | | | کیلوگرم در هکتار | | | |
| ۳۰درصد (تنش شدید) | شاهد | ۱۹/۹۵d | ۴/۴۲b | ۱۳/۱۸a | ۱۲/۸۰h | ۲/۷۷f | ۱۴/۲۷i | ۲/۹۶a |
| | شیمیایی | ۲۱/۸۴cd | ۵/۰۷a | ۱۱/۳۲d | ۱۴/۳۶g | ۳/۲۴e | ۱۹/۰۷g | ۲/۳۵c |
| | دامی | ۲۱/۹۸cd | ۴/۷۴ab | ۱۱/۷۹c | ۱۴/۸۵f | ۳/۵۶e | ۱۸/۷۴g | ۲/۴۷bc |
| | کمپوست | ۲۲/۰۲cd | ۴/۵۵b | ۱۲/۱۲b | ۱۴/۲۲g | ۳/۳۰e | ۱۷/۷۱h | ۲/۶۳b |
| ۶۰درصد (تنش ملایم) | شاهد | ۲۵/۸۵bc | ۳/۴۰cde | ۹/۲۹e | ۱۶/۷۰e | ۴/۰۶d | ۲۱/۹۷f | ۲/۲۸c |
| | شیمیایی | ۲۸/۲۱ab | ۳/۸۰c | ۸/۱۳gh | ۲۵/۰۲c | ۶/۹۳b | ۳۴/۸۰b | ۱/۴۹f |
| | دامی | ۲۷/۵۴abc | ۳/۵۵cd | ۸/۴۱g | ۲۱/۰۰d | ۵/۵۳c | ۲۸/۰۷e | ۱/۶۹e |
| | کمپوست | ۲۶/۹۷abc | ۳/۳۸cde | ۸/۷۴f | ۲۰/۸۰d | ۵/۴۸c | ۲۷/۶۱e | ۱/۹۷d |
| ۹۰درصد (بدون تنش) | شاهد | ۲۸/۲۳ab | ۳/۰۲e | ۷/۷۴i | ۲۰/۷۵d | ۵/۴۴c | ۲۷/۵۴e | ۱/۰۲h |
| | شیمیایی | ۳۱/۹۴a | ۳/۳۱cde | ۷/۴۱j | ۳۰/۴۶a | ۸/۶۷a | ۴۲/۶۹a | ۱/۰۰h |
| | دامی | ۳۰/۲۶ab | ۳/۲۸de | ۷/۵۹ij | ۲۵/۸۳b | ۷/۰۵b | ۳۳/۸۷c | ۱/۲۷g |
| | کمپوست | ۲۹/۵۸ab | ۳/۲۶de | ۷/۸۴hi | ۲۴/۷۷c | ۶/۷۲b | ۳۲/۳۴d | ۱/۴۷f |

حروف مشترک در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

**جذب نیتروژن:** نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از جذب نیتروژن در بافت سبز برگ گیاه گشنیز (جدول ۱) نشان می‌دهد که تیمار تنش و مصرف انواع کود بر جذب نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل تیمارها بر صفت مذکور معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش میزان جذب نیتروژن کاهش معنی‌داری یافت. مصرف کودها باعث گردید تا جذب نیتروژن بطور معنی‌داری بیشتر از شاهد گردد، بطوریکه بالاترین جذب نیتروژن (۲۳/۲۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کود شیمیایی مشاهده گردد (جدول ۲).

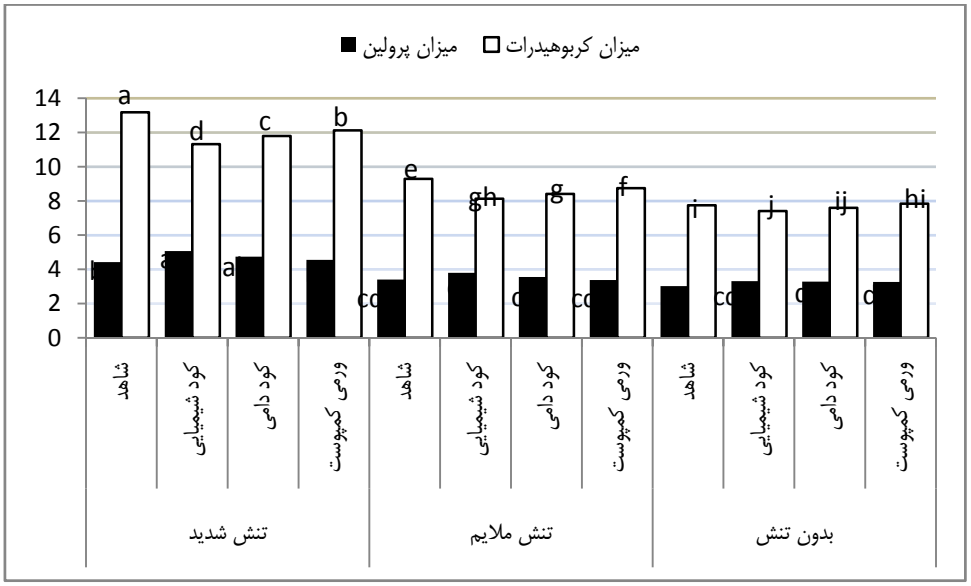
**جذب فسفر:** تیمار آبیاری و مصرف انواع کود بر میزان جذب فسفر توسط گیاه گشنیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تیمارها بر صفت مذکور در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). بیشترین جذب فسفر در تیمار آبیاری شاهد (۶/۹۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن در تیمار تنش شدید (۳/۲۲ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید. تیمارهای مصرف کود شیمیایی و شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین جذب فسفر (به ترتیب ۶/۲۸ و ۴/۰۹ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دادند. کود کامل شیمیایی نسبت به کودهای دامی و کمپوست، فسفر قابل جذب بیشتری در اختیار گیاه قرار داد و باعث افزایش غلظت فسفر شده است (جدول ۲).

**جذب پتاسیم:** بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) مشخص گردید که با بالا رفتن سطح تنش، از مقدار پتاسیم در بخش هوایی گشنیز کاسته می‌شود (جدول ۲). کود کامل شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار جذب پتاسیم در گشنیز گردید (جدول ۲).

**تجمع سدیم:** نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که تنش خشکی و انواع کودها تاثیر معنی‌داری بر میزان تجمع سدیم داشتند. با بالا رفتن سطح تنش از شاهد به تنش شدید، بر میزان سدیم در بخش هوایی گشنیز افزوده می‌شود. انواع کود نیز تأثیر معنی‌داری بر میزان تجمع سدیم در گیاه گشنیز داشت. بیشترین تجمع سدیم در گیاه در شرایط تنش شدید مشاهده گردید (جدول ۲).

## بحث

تنش خشکی ضمن کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان، باعث محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی در آن‌ها می‌گردد (۱۸). از طرفی قابلیت دسترسی عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تأثیر انواع تنش، تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (۲۷). در مطالعات صورت گرفته مشخص گردید که تنش شوری و خشکی باعث عدم تعادل تغذیه‌ای در گیاهان می‌شود (۲۱). بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش خشکی تبادل دی اکسیدکربن را در برگ‌ها کاهش می‌دهد که در نتیجه کاهش فتوسنتز، اندازه برگ، سطح برگ، تولید بیوماس، اندازه و تعداد دانه را در پی دارد. بنابراین تنش خشکی و عوارض ناشی از آن باعث کاهش عملکرد می‌گردد (۵). در تنش‌های شدید به منظور کاهش پتانسیل آب سلولی، مقدار زیادی از مواد فتوسنتزی صرف تولید ترکیبات تنظیم کننده‌ی اسمزی می‌شود. این ترکیبات برای گیاه هزینه‌بر بوده و گیاه این هزینه را با کاهش عملکرد کل یا کاهش عملکرد دانه جبران می‌کند (۱۲).




**نمودار ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و انواع کود بر میزان پرولین و کربوهیدرات در گشنیز**

حروف مشترک در ستون ها حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

تنش خشکی در گیاه دارویی گشنیز موجب افزایش پرولین می‌گردد. افزایش ۴۵ درصدی پرولین در تیمار ۳۰ درصد ظرفیت زراعی، در مطالعه‌ی حاضر در تطابق با افزایش تولید پرولین در گیاه در مواجه با تنش خشکی است (۳۸).

پرولین ترکیبی پروتئینی با ساختار نیتروژنی است که مصرف کودهای حاوی نیتروژن به تولید بیشتر آن در گیاه کمک خواهد کرد (۸). با توجه به دسترسی عناصر غذایی در تیمارهای مصرف کود و افزایش تجمع پرولین بر اثر مصرف کود (جدول ۳)، می‌توان پی برد که گیاه در شرایط تنش در صورت دسترسی عناصر غذایی از پرولین و سایر ترکیبات نیتروژنی برای تنظیم اسمزی استفاده می‌کند و کربوهیدرات را صرف رشد و افزایش عملکرد خود می‌نماید. در شرایط تنش میزان پرولین به منظور حفظ فعالیت سایر پروتئین‌ها افزایش می‌یابد (۳۵).

در شرایط تنش، گیاه برای حفظ تعادل اسمزی و توانایی جذب بیشتر آب از محیط ریشه، ترکیباتی مانند کربوهیدرات‌ها که در ساختار سلول‌ها شرکت دارند و باعث رشد گیاه می‌شوند، را در خود افزایش می‌دهد تا تنظیم اسمزی بهتر صورت گیرد (۶ و ۹).

دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط محدودیت آبی، از جمله شاخص‌های فیزیولوژیک مقاومت به تنش است (۲۹). خصوصیات فیزیولوژیک برگ از قبیل ساختار سلول، تحرکات کلروپلاست و وضعیت آبی گیاه می‌تواند اثرات مهمی بر کلروفیل برگ داشته باشد (۴۳). کاهش میزان کلروفیل a در اثر تنش خشکی مربوط به افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن در سلول می‌باشد (۳۴). رادیکال‌های آزاد سبب پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگیزه می‌گردند. به نظر می‌رسد که کاهش غلظت کلروفیل تحت شرایط خشکی به واسطه اثر کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل باشد (۱۰). کاهش میزان کلروفیل در گشنیز با نتایج حاصل در ذرت (۲۶)، رزماری (۳۱) و سویا (۴۶) مطابقت دارد.

عمده‌ی ترکیبات رنگدانه‌های فتوسنتزی دارای ساختار نیتروژنی هستند. از این‌رو کاربرد نیتروژن می‌تواند تا حد زیادی منجر به افزایش مقدار آن‌ها در گیاه گردد (۴۵). به عقیده‌ی برخی از محققین همبستگی زیادی بین کلروفیل برگ و غلظت نیتروژن برگ وجود دارد (۴۳). میزان کلروفیل برگ می‌تواند برای تعیین وضعیت نیتروژن گیاه و تنظیم میزان کود نیتروژن مورد نیاز به منظور افزایش کارایی مصرف نیتروژن با رسیدن به حداکثر عملکرد در گیاهان، استفاده شود (۴۵). در بین کودها، کود شیمیایی به سبب سهولت نسبی در تامین و پویایی نیتروژن، قادر است عناصر غذایی لازم را بهتر و آسانتر از سایر کودها در اختیار گیاهان قرار دهد (۷). با توجه به اینکه نیتروژن یکی از مهمترین عناصر تشکیل دهنده‌ی کلروفیل، پروتوپلاسم، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و بسیاری از آنزیم‌های گیاهی است، رشد بیشتر گیاه نیز حاکی از جذب بیشتر عنصر مذکور می‌باشد. در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد که با کاربرد کود کامل شیمیایی در تنش ملایم شاخص کلروفیل گیاه گشنیز در مقایسه با سایر تیمارها افزایش یافت.

در مطالعه‌ی حاضر با کاربرد کود شیمیایی شاخص کلروفیل در سطوح مختلف تنش خشکی در حداکثر مقدار مشاهده شد. با کاربرد کودهای شیمیایی و آلی در مقایسه با تیمار شاهد، با افزایش شدت تنش بر میزان رنگدانه کلروفیل افزوده شد (جدول ۳). بنابراین می‌توان گفت با کاهش میزان رطوبت در خاک، در میزان کلروفیل کاهش ایجاد می‌شود.

کاربرد کود دامی و کمپوست موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، افزایش مواد غذایی خاک و قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه و افزایش تعادل نیتروژنی، افزایش مقدار ماده‌ی آلی، هوموس خاک و شکل‌گیری خاکدانه‌ها می‌گردد و از این طریق می‌تواند میزان خلل و فرج خاک را افزایش و ساختار خاک را بهبود بخشد (۱۷). بنا به دلایل مذکور، رشد و گسترش ریشه‌ی گیاهان در خاک‌هایی که کود آلی دریافت کرده باشند، افزایش می‌یابد. گیاه می‌تواند تحت شرایط مناسب فیزیکی و شیمیایی که کود آلی در خاک ایجاد می‌کند به خوبی رشد کرده و عناصر غذایی را جذب نماید (۱۹). شارما (۳۷) ضمن تأکید بر کاربرد کود دامی در گیاهان دارویی، علت افزایش تولید محصول را به بهبود فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مرتبط دانست. استفاده از کود دامی در بهبود خواص فیزیکی و حفظ رطوبت خاک و افزایش جذب عناصر در گیاهان زیره سبز و گشنیز موثر بود (۱ و ۲۴). به عقیده بسیاری از محققین کود آلی باعث افزایش عناصر غذایی خاک، قابلیت جذب عناصر غذایی توسط گیاه، افزایش تعادل نیتروژنی و کارایی جذب فسفر می‌شود (۳۹). همان گونه که در تیمارهای کود دامی و کمپوست در تمامی سطوح تنش اعمال شده قابل مشاهده است، در حضور کود دامی و کمپوست، در میزان جذب ازت، فسفر و پتاسیم در مقایسه با تیمار شاهد تنش‌های اعمال شده، افزایش معنی‌داری روی داد (جدول ۳). در تیمارهای بدون تنش و تنش ملایم حداکثر مقدار جذب نیتروژن به کاربرد کود دامی اختصاص یافت. محققین گزارش کرده‌اند که مصرف کودهای شیمیایی و آلی حاوی نیتروژن، به شدت بر غلظت نیتروژن موجود در گیاه تأثیرگذار است (۴۰). اما در شرایط تنش شدید که ریشه‌های گیاه با کمبود آب و عناصر غذایی بویژه نیتروژن قرار می‌گیرد، جذب نیتروژن از خاک کاهش می‌یابد (۳۲) که در تطابق با داده‌های بدست آمده از آزمایش حاضر است. در تنش شدید حداکثر جذب نیتروژن در تیمار کود دامی مشاهده گردید.

کودهای دامی و کمپوست با افزایش مواد آلی و هوموس خاک، موجب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و پوشاندن سطح ذرات

رس و مانع تثبیت فسفر در خاک می‌شود (۱۷). کود فسفر سبب افزایش بازده مصرف آب در گیاه دارویی گشنیز می‌گردد (۳۰). رطوبت خاک موجب بهبود رشد و حرکت بهتر ریشه‌ها در خاک شده، که در نهایت سبب رشد بهتر گیاه می‌شود. با افزایش رطوبت خاک در اثر آبیاری بیشتر، میزان جذب فسفر در گیاه (با حداکثر جذب، ۸/۶۷ کیلوگرم در هکتار، با کاربرد کود شیمیایی در تیمار بدون تنش) افزایش می‌یابد (۳۹).

کاهش پتاسیم در پی تنش خشکی با نتایج سایر محققین مطابقت دارد آن‌ها علت این کاهش را در ارتباط با کاهش آب خاک می‌دانند که منجر به کاهش جریان عناصر از خاک به گیاه می‌شود (۴۴). مصرف کودهای شیمیایی با توجه به اینکه حاوی مقادیر مناسبی پتاسیم می‌باشد باعث افزایش جذب و تجمع پتاسیم در اندام‌های مختلف گیاه می‌شود (۲۵).

در گیاه چغندر قند گزارش شد که در شرایط تنش خشکی، سدیم و پتاسیم در ریشه و ساقه به میزان زیادی تجمع می‌یابند (۲۰). افزایش سدیم در پی تنش خشکی توسط سایر محققان گزارش شده است (۱و۱۶). این افزایش به عنوان مکانیسم دفاعی مطرح شده است که به کمک آن گیاهان تحت تنش می‌توانند به منظور تنظیم فشار اسمزی سلول‌ها و بافت‌های تحت تنش، میزان سدیم را افزایش دهند تا قابلیت جذب آب از خاک بهبود یابد. در گشنیز نیز با افزایش شدت تنش خشکی بر میزان تجمع سدیم در گیاه افزوده شد. بطوری که در تنش شدید، بیشترین مقدار انباشت در تیمار شاهد (۳ میلی‌گرم در گرم ماده خشک برگ) و کمترین مقدار (۲/۳۵ میلی‌گرم در گرم ماده خشک برگ) در تیمار کاربرد کود کامل شیمیایی مشاهده شد (جدول ۳). در تنش ملایم نیز تیمار کود کامل شیمیایی در مقایسه با سایر تیمارها مقدار انباشت سدیم کمتری را نشان داد. این حالت با تاثیر مثبت تغذیه متعادل کود کامل شیمیایی توجیه‌پذیر است. بنابراین مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می‌شود (۲۶). گیاهی که خوب تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر غذایی را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت (۲۲).

## نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج این تحقیق، کشت و پرورش گیاه گشنیز در شرایط کم‌آبی را می‌توان با مدیریت صحیح تغذیه‌ای و کاربرد توأم کود شیمیایی و دامی بهبود بخشید. به عبارت دیگر در شرایط تنش گیاه با تقبل حداقل کاهش در رشد، عملکرد به حداکثر تولید و بازده‌ی اقتصادی دست می‌یابد. مطالعه بیشتر در این خصوص، می‌تواند امکان جدیدی را به منظور بهره‌برداری بهتر از گیاهان دارویی در شرایط محیطی تحت شرایط تنش خشکی که اغلب نقاط کشور با آن مواجه است، فراهم سازد.

## سپاسگزاری

از سرکار خانم الهام دانشفر و جناب آقای مهندس محمدجواد محمدپور (کارشناس مهندسی باغبانی) بخاطر مساعدت‌های بی دریغشان سپاسگزاریم.

## منابع


۱- احمدیان، ا.، ا. قنبری، م. گلوی، ب. سیاه‌سر، و ا. آرزمجو. ۱۳۸۹. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود دامی بر میزان عناصر، درصد اسانس و ترکیب شیمیایی آن در زیره‌ی سبز. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز (علوم کشاورزی دانشگاه آزاد تبریز) ۱۶: ۸۳-۹۴.

۲- حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه، خشکی و خشکسالی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. تهران. ۱۷۱ صفحه.

۳- حیدری م.، م. عقیلی، و ا. سلطانی‌نژاد. ۱۳۸۳. اثر ضد التهابی و بی دردی میوه‌ی گشنیز در موش سوری. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قزوین. ۳۳: ۳-۸.

۴- زرگری، ع. ۱۳۹۰. گیاهان داروئی. جلد دوم. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۴۷ صفحه.

۵- شاهمرادی، ش. ۱۳۸۲. بررسی اثرات تنش خشکی بر روی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۶- مجدم ،م.، ا. نادری، ق. نورمحمدی، ع. سیادت، و ا. آینه‌بند. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر تنش خشکی و مدیریت مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علمی و پژوهشی علوم کشاورزی. سال سیزدهم، ۳: ۷۰۴-۶۹۲.

۷- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. ۴۹۴ صفحه. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. مرکز نشر کشاورزی کرج. ۴۹۴ صفحه.

۸- ملکوتی م. ج.، و م. همائی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، مشکلات و راه‌حل‌ها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

تهران.
9- Abdalla, M. M., and N. H. El-Khoshiban. 2007. The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. Journal of Applied Science Research, 3(12): 2062-2074.
10- Ahmadi, A., and A. Ceiocemardeh. 2004. Effect of drought stress on soluble carbohydrate, chlorophyll and praline in four adopted Wheat cultivars with various climate of Iran. Iranian. Journal of Agriculture Science, 35: 753-763.
11- Bannayan, M., F. Nadjafi, M. Azizi, L. Tabrizi, and M. Rastgoo. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Industrial Crops and Products, 27: 11-16.
12- Bates, L. S., R. P. Waldern, and E. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant soil, 39:205-207.
13- Bohenert, H. J., and B. Shen. 1999. Transformation and compatible solutes. Scientia Horticulturae, 78: 237-260.
14- Chaudhry, M. A., A. Rehman, M. A. Naeem and N. Mushtaq. 1999. Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan. Journal of Soil Science. 16: 63-68.
15- El-Bassiouny, H. M. S., and W. M. Shukry. 2001. Cowpea growth pattern, metabolism and yield in response to IAA and biofertilizers under drought conditions. Egyptian Journal of Biology, 3: 117-129.
16- El-Tayeb, M. A. 2006. Differential response of two Vicia faba cultivars to drought: growth, pigments, lipid peroxidation, organic solutes, catalase and peroxidase activity. Acta Agronomica Hungarica, 54: 25-37.
17- Ewulo, B. S. 2005. Effect of Poultry Dung and Cattle Manure on Chemical Properties of Clay and Sandy Clay Loam Soil. Journal of Animal and Veterinary Advances, 4(10): 839-841.
18- French, R.J., and N.C. Turner. 1991. Water deficit change dry matter partitioning and seed yield in narrow leafed lupines. Aust. Journal of Agriculture Research, 42: 471-484.
19- Ghosh, P. K., P. Ramesh, K. K. Bandyopadhay, A. K. Tripathi, K. M. Hati, and A. K. Misra. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisoils of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. Bioresource Technology, 95: 77-83.
20- Ghoulam, C., A. Foursy, and K. Fares. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beets cultivars. Environmental Expert Botany, 47: 39-50.
21- Grattan, S. R., and C. M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulturae, 78: 127-157.
22- Lal, P., B. R. Chhipa, and A. Kumar. 1993. Salt affected soil and crop production: a modern synthesis. Agro Botanical Publishers, India.
23- Lazcano-ferrat, I., and C. J. Lovatt. 1999. Relationship between reative water content, nitrogen pools and growth of *Phaseolus vulgaris* L. and *p. acutifolius* A. Gray during water deficit. Crop Sciense, 39: 467-475.
24- Mallanagouda, B. 1995. Effects of N.P.K and fym on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medical and Aromatic Plant Science, 4: 916-918.
25- Mandal, B. K., P. K. Ray, and S. Dasgupta. 1986. Water use by wheat, chickpea and mustard grown as sole crops and intercrops. Indian J. Agric. Sci. 56: 187-193.
26- Mohammadkhani, N., and R. Heidari. 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.
27- Munns, R. 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmass and hypotheses. Plant Cell and Environment.16: 15-24.
28- Ngouajio, M., G. Wang, and R. Goldy. 2007. Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field-grown tomato under plastic mulch. Agricultural water management, 87: 285-291.
29- Pessarakli, M. 1999. Hand book of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc.
30- Pinior, A., G. Grunewaldt-Stacker, H. Alten, and R. J. Strasser. 2005. Mycorrhizal impact on drought stress tolerance of rose plants probed by chlorophyll a fluorescence, proline content and visual scoring. Mycorriza Berlin, 15(8): 596-605.
31- Sanchez-Blanco, J., T. Fernandez, A. Morales, A. Morte, and J. J. Alarcon. 2006. Variation in water stress, gas exchange, and growth in *Rosmarinus officinalis* plants infected with *Glamus deserticola* under drought conditions. Journal of Plant Physiology, 161: 675-682.
32- Saneoka, H., R. E. A. Moghaieb, G. S. Premachandra, and K. Fujita. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. Environmental Expert Botany, 52: 131-138.
33- Schlegel, H. G. 1956. Die verwertung organischer sauren durch chlorella in lincht. Plata. 47: 510-515.
34- Schutz, M., and E. Fangmeir. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated $CO_2$ and water limitation. Environmental Pollution, 114: 187-194.
35- Serraj, R., and T. R. Sinclair. 2002. Osmolyte accumulation: Can it really help increase crop yield under drought conditions? Journal of Plant Cell Environment, 25: 333-341.
36- Sharif Ashor Abadi, A. 1998. Effect of different soil fertilizers and agronomical system on growth, biochemical

contents and essential oil of Fennel (*Foeniculum vulgare*). Ph.D Thesis of agronomy, Islamic Azad University, Science and Research Unit of Tehran. (In Persian).
37- Sharma, A. K., 2002. A Handbook of organic farming. Publication Agrobios. India.
38- Simon-Sarkadi, L., G. Kocsy, A. Varhegyi, G. Galiba, and J. A. Deronde. 2006. Effect of drought stress at supraoptimal temperature on polyamine concentrations in transgenic coriander with increased proline levels. Indian Journal of Medical Research, 61(11): 833-839.
39- Singh, D. K., and P. W. G. Sale. 1998. Phosphorus supply and growth of frequently defoliated white Clover *(Trifolium repense* L.*)* in dry soil. Journal of Plant Soil, 205: 155-162.
40- Singh, S. P., K. Baragli, A. Joshi, and S. Chaudhry. 2005. Nitrogen reception in leaves of tree and shrub seedling in response to increasing soil fertility. Curr. Aci, 89(2): 389-396.
41- Small, E. 1997. Culinary herbs. Ottawa, NRC Research Press, pp 219-25.
42- Vendruscolo, A. C. G., I. Schuster, M. Pileggi, C. A. Scapim, H. B. C. Molinari, C. J. Marur, and L. G. C. Vieira. 2007. Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. *Journal of Plant Physiology*, 164, 1367-1376.
43- Vidal, I., L. Longeri, and J. M. Hétier. 1999. Nitrogen uptake and chlorophyll meter measurements in spring wheat, Nutr. Cycl. Agroecosyst. 55: 1–6.
44- Wu, Q. and R. Xia. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and water stress conditions. Journal of Plant Physiology, 163: 417-425.
45- Zgallai, H., K. Steppe, and R. Lemeur. 2006. Effects of different levels of water stress on leaf water potential, stomatal resistance, protein and chlorophyll content and certain anti oxidative enzymes in Tomato plants. Journal of Integrative Plant Biology, 48(6): 679-685.
46- Zhang, M., L. Duan, X. Tian, Z. He, J. Li, B. Wang, and Z. Li. 2006. Unicanazole-induced tolerance of Soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. Journal of Plant Physiology, (in Press).