

اثر رژیم آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و برخی پارامترهای فیزیولوژیک گیاه داروئی کدوی تخم کاغذی

امیرحسین آقایی^۱ و پرویز احسانزاده^{۲*}

۱، ۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات،

دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۸ - تاریخ تصویب: ۹۰/۳/۲۲)

چکیده

کدوی تخم کاغذی از گیاهان داروئی تازه وارد به کشور است که بذر و فرآورده‌های آن در درمان بسیاری از بیماری‌ها کاربرد دارد. با توجه به اهمیت این گیاه در صنایع داروئی، افزایش خشکسالی در سالهای اخیر و نبود اطلاعات کافی در مورد نیاز کودی این گیاه در کشور این تحقیق با هدف مطالعه تأثیر سطوح مختلف رطوبتی و نیتروژن بر کلروفیل، خصوصیات فتوسنتزی، پرولین، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کدوی تخم کاغذی در سال زراعی ۱۳۸۸ با استفاده از کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار انجام شد. سطوح مختلف تیمار آبیاری بر اساس میلی‌متر تبخیر از پشت تبخیر شامل I_۱ (۶۵ میلی‌متر تبخیر)، I_۲ (۹۵ میلی‌متر تبخیر) و I_۳ (۱۳۰ میلی‌متر تبخیر) به عنوان فاکتور اصلی و سه سطح نیتروژن به فرم اوره شامل N_۱ (شاهد بدون کود)، N_۲ (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) و N_۳ (۲۲۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی بود. کمبود آب موجب کاهش و افزایش نیتروژن موجب افزایش سطح برگ شد. بین سطوح آبیاری و نیتروژن از نظر غلظت کلروفیل برگ اختلاف مشاهده شد. افزایش در سطوح نیتروژن و آب در دسترس موجب افزایش فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای و کاهش در غلظت دی‌اکسیدکربن در حفره زیر روزنه گردید. تنش خشکی و افزایش سطح نیتروژن موجب افزایش غلظت پرولین برگ شد. در سطح آبیاری I_۳ عملکرد، اجزای عملکرد، درصد روغن و عملکرد روغن نسبت به سطح I_۱ کاهش پیدا کرد. همچنین در سطح N_۳ نیتروژن تعداد میوه در بوته، عملکرد میوه، عملکرد دانه، درصد روغن نسبت به سطح N_۱ کاهش نشان داد. اگرچه افزایش در میزان نیتروژن خاک موجب افزایش میزان شاخص سطح برگ، غلظت کلروفیل و سرعت فتوسنتز خالص شد، اما ظاهراً تولید بیش از حد شاخ و برگ به عنوان یک مخزن قوی عمل کرده و نه تنها از افزایش عملکرد میوه و دانه جلوگیری نمود بلکه حتی سبب کاهش جدی آن‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: کدوی تخم کاغذی، گیاهان داروئی، خشکی، نیتروژن، خصوصیات فتوسنتزی، پرولین.

مقدمه

کدویان می‌باشد که اولین بار در نیمه اول قرن نوزدهم در ایالت اشتیریا کشور اتریش بر اثر یک جهش طبیعی ظاهر شده است. جهش در این گیاه منجر به نازک شدن

کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *Styriaca*) یک واریته جدید از خانواده

پلاستوسیانین‌ها و آنزیم رویسکو افزایش می‌یابد (Dordas & Sioulas, 2008).

تعیین سطوح بهینه کودی برای رسیدن به عملکرد بالا یکی از اهداف مهم پژوهش‌های زراعی می‌باشد. از آن جایی که کودی تخم کاغذی یک گیاه نسبتاً تازه وارد به کشور می‌باشد و اطلاعات چندانی در مورد نیاز آبی و کودی آن در کشور و به خصوص منطقه مرکزی وجود ندارد، این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر رژیم‌های آبیاری و نیتروژن بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد این گیاه در منطقه اصفهان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار و تابستان ۱۳۸۸ با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با پنج تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریاهای آزاد (میانگین دراز مدت بارش و درجه حرارت هوا به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد) اجرا شد.

فاکتور اصلی آزمایش رژیم آبیاری بر مبنای تبخیر جمعی از طشت تبخیر کلاس A شامل سه سطح آبیاری پس از ۶۵ (I₁)، ۹۵ (I₂) و ۱۳۰ (I₃) میلی‌متر تبخیر اعمال گردید. فاکتور فرعی شامل سه سطح نیتروژن به فرم اوره به میزان صفر (N₁)، ۱۲۰ (N₂) و ۲۲۰ (N₃) کیلوگرم در هکتار بود، که یک سوم آن در ابتدای فصل رشد و مابقی آن به صورت سرک در دو قسمت در ابتدای آغاز ظاهر شدن گل‌های نر و ابتدای میوه‌دهی در هنگام آبیاری به کرت‌های آزمایشی اضافه گردید.

ابعاد کرت اصلی ۳۲×۲۴ و کرت فرعی ۸×۸ متر که کشت به صورت جوی و پشته انجام گرفت، فاصله پشته‌ها از هم ۴ متر بود. فاصله بذور از هم در روی پشته ۴۰ سانتی‌متر بود. کاشت به صورت مستقیم پس از انجام آبیاری در تاریخ ۶ خرداد ماه و بر روی داغاب انجام گرفت. بذر مورد استفاده از توده کودی تخم کاغذی از شهرستان فریدون شهر اصفهان تهیه شد.

پوسته دانه شد که این امر استحصال روغن سبز رنگ دانه‌های این گیاه را تسهیل نمود (Fruhworth & Hermetter, 2008).

روغن به دست آمده از این گیاه حاوی مواد بسیار ارزشمندی است که اسیدهای چرب غیر اشباع، ویتامین A، ویتامین E، مواد معدنی، فیتواسترول‌ها، کاروتنوئیدها و پروتوکروفیل از جمله آنها هستند. مهمترین اسیدهای چرب که تقریباً ۹۰٪ محتوای روغن را تشکیل می‌دهند عبارتند از اسیدهای لینولئیک، اولئیک و پالمیتیک، که ۵۰٪ اسیدهای چرب آن را اسید لینولئیک، تشکیل می‌دهد (Fruhworth & Hermetter, 2008).

مطالعات نشان داده است که روغن دانه و فرآورده‌های حاصل از آن در درمان بیماری‌های مختلفی نظیر هیپرپلازی پروستات، کاهش کلسترول و اسیدهای چرب اشباع خون کاربرد دارد (Fruhworth & Hermetter, 2008).

ایران از اقلیمی خشک و نیمه خشک برخوردار است و تنش خشکی در راس عوامل محدودکننده تولید کشاورزی قرار داشته و اغلب تأثیر جدی در تعیین عملکرد گیاهان زراعی مختلف در ایران دارد. تنش خشکی از طریق عوامل روزه‌ای و غیر روزه‌ای بر شدت فتوسنتز تأثیر می‌گذارد. از آنجایی که برای انجام عمل فتوسنتز و تبادلات گازی باز بودن روزه‌ها ضروری است، بنابراین در اثر کمبود آب و بسته شدن روزه‌ها تبادلات گازی کاهش یافته، دی‌اکسیدکربن کمتری در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و شدت فتوسنتز کاهش می‌یابد. از طرفی واکنش‌های بیوشیمیایی فتوسنتز و همچنین دستگاه فتوسنتزی مستقیماً تحت تأثیر کمبود آب آسیب دیده و در نتیجه شدت فتوسنتز کاهش می‌یابد. علاوه بر این در شرایط تنش خشکی سطح برگ نیز کاهش یافته و این امر نیز باعث کاهش فتوسنتز خالص می‌شود (Liang et al., 1996). با افزایش میزان کود نیتروژن، میزان کلروفیل در واحد سطح برگ افزایش یافته، منجر به تقویت فتوسیستم‌های یک و دو متشکل از رنگیزه‌های مختلف از جمله کلروفیل می‌گردد. از سوی دیگر میزان آنزیم‌ها و انواع پروتئین‌ها به خصوص آنزیم‌ها و پروتئین‌های شرکت‌کننده در چرخه فتوسنتزی نظیر سایتوکروم‌ها، فرودکسین‌ها،

$(LSD)^2$ در سطح احتمال ۵ درصد برای مقایسه میانگین تیمارها استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تنش خشکی بر شاخص سطح برگ معنی دار بود (جدول ۱). کاهش دسترسی به آب موجب کاهش شاخص سطح برگ از ۲/۱۱ در سطح I_1 به ۱/۴۶ در سطح I_3 گردید. مطالعه چندانی در مورد وضعیت شاخص سطح برگ این گیاه وجود ندارد ولی در مطالعه بر روی آفتابگردان کاهش معناداری در شاخص سطح برگ تحت شرایط کمبود آب مشاهده شده است و آن را دلیل مهمی برای کاهش عملکرد از طریق کاهش در میزان فتوسنتز گزارش نموده اند (Manivannan et al., 2007).

سطوح مختلف نیتروژن نیز اثر معناداری بر روی شاخص سطح برگ کدوی تخم کاغذی نشان دادند (جدول ۱)، به طوری که سطح N_3 با ۲/۵۰ بیشترین و سطح N_1 با ۱/۱۶ کمترین میزان شاخص سطح برگ را دارا بودند. در مطالعه بر روی ذرت نیز افزایش شاخص سطح برگ با افزایش میزان نیتروژن مشاهده شده است (Amanullah et al., 2009).

اثر متقابل بین رژیم آبیاری و نیتروژن بر شاخص سطح برگ معنی دار نگردید (جدول ۱). این امر حکایت از آن دارد که تغییر صفت شاخص سطح برگ کدوی تخم کاغذی تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن با تغییر شرایط مختلف رطوبتی تغییر معنی داری نمی کند.

کنترل علف هرز در ابتدای فصل به وسیله علف کش پاراکوات و در ادامه به وسیله وجین دستی انجام گرفت. اعمال رژیم آبیاری پس از استقرار کامل گیاه آغاز و با حصول ۸۰٪ رسیدگی فیزیولوژیک متوقف شد. سطوح نیتروژن در تاریخ های ۱۱ خرداد (همراه با اولین آبیاری پس از کاشت)، ۱۴ تیر (همزمان با نمو گل های نر) و ۲۷ تیر (همزمان با نمو میوه ها) اعمال گردید و میوه ها در ۱۳ و ۱۵ شهریور برداشت گردیدند.

شاخص سطح برگ به وسیله دستگاه اندازه گیری سطح برگ (مدل جی-آ-۵) در ابتدای میوه دهی، تبدلات گازی به وسیله دستگاه قابل حمل اندازه گیری فتوسنتز برگ، [مدل ال.سی.ای] ساخت کشور انگلستان در ابتدای میوه دهی، کلروفیل به وسیله روش Arnon (1949) و پرولین به روش Bates et al. (1973) در مرحله نمو میوه ها اندازه گیری شدند. با انتقال میوه ها به مرکز کمک پژوهشی دانشکده کشاورزی و با توزین و شمارش میوه ها و دانه های خشک شده آن (یا قرار گرفتن دانه ها در لای دو برگ روزنامه و قرار دادن در زیر نور خورشید دانه ها خشک شدند)، تعداد میوه، تعداد دانه در میوه، وزن هزاردانه، عملکرد میوه و دانه مورد محاسبه قرار گرفت. جهت اندازه گیری درصد روغن از روش سوکسله و حلال پترولیوم اثر استفاده گردید.

داده ها با استفاده از نرم افزار کامپیوتری SAS تجزیه واریانس انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده گردید. در صورت معنی دار بودن اثر عوامل آزمایشی از آزمون حداقل تفاوت معنی دار

2. Least Significant Difference

1. Model LCI, version 1.10. UK

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برای شاخص سطح برگ، غلظت کلروفیل های a، b و کلروفیل کل کدو تخم کاغذی تحت تأثیر رژیم های آبیاری و نیتروژن

| میانگین مربعات | | | شاخص سطح برگ | درجه آزادی | منابع تغییر |
|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|------------------|
| کلروفیل کل | کلروفیل b | کلروفیل a | | | |
| ۰/۰۸۵ | ۰/۰۶۳ | ۰/۰۱۲ | ۰/۹۸ | ۴ | بلوک |
| ۰/۴۰* | ۰/۰۴۷* | ۰/۱۷۲** | ۱/۶۴* | ۲ | آبیاری |
| ۰/۰۱۷ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۱۵ | ۰/۳۵ | ۸ | خطای الف |
| ۰/۴۳۰* | ۰/۱۰۲* | ۰/۱۱۸ ^{ns} | ۶/۶۴** | ۲ | نیتروژن |
| ۰/۰۳۰ ^{ns} | ۰/۰۳۶ ^{ns} | ۰/۰۱۱ ^{ns} | ۰/۷۲ ^{ns} | ۴ | نیتروژن × آبیاری |
| ۰/۰۹۲ | ۰/۰۲۰ | ۰/۳۵ | ۰/۳۸ | ۲۴ | خطای ب |

* و ** به ترتیب اختلاف معنی دار در سطوح ۵٪ و ۱٪ و ns عدم اختلاف معنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های شاخص سطح برگ و غلظت‌های کلروفیل کدو تخم کاغذی تحت تأثیر سطوح آبیاری و نیتروژن

| عامل آزمایشی | شاخص سطح برگ | کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) | کلروفیل b | کلروفیل کل |
|----------------|--------------------|----------------------------------------|---------------------|-------------------|
| <u>آبیاری</u> | | | | |
| I _۱ | ۲/۱۱ ^a | ۱/۵۵ ^a | ۰/۶۰۵ ^a | ۲/۱۵ ^a |
| I _۲ | ۱/۹۲ ^{ab} | ۱/۴۳ ^b | ۰/۵۳۰ ^{ab} | ۱/۹۶ ^b |
| I _۳ | ۱/۴۶ ^b | ۱/۳۳ ^b | ۰/۴۹۵ ^b | ۱/۸۳ ^c |
| <u>نیتروژن</u> | | | | |
| N _۱ | ۱/۱۶ ^c | ۱/۳۳ | ۰/۴۵۴ ^b | ۱/۷۹ ^b |
| N _۲ | ۱/۸۳ ^b | ۱/۴۸ | ۰/۵۶۰ ^{ab} | ۲/۰۴ ^a |
| N _۳ | ۲/۵۰ ^a | ۱/۴۹ | ۰/۶۱۶ ^a | ۲/۱۱ ^a |

در هر ستون و در هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بر اساس LSD در سطح احتمال ۵٪ هستند.

تأثیر رژیم آبیاری بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، هدایت روزنه‌ای CO₂ و غلظت دی‌اکسیدکربن موجود در حفره زیر روزنه در مرحله ابتدایی نمو میوه‌ها معنادار گردید. تنش شدید خشکی موجب کاهش در میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ و هدایت روزنه‌ای CO₂ به ترتیب به میزان ۴۰ و ۴۶٪ نسبت به شاهد شد، اما میزان غلظت دی‌اکسیدکربن موجود در حفره زیر روزنه را ۵۱٪ افزایش داد. بیش از ۹۰٪ تبادل دی‌اکسیدکربن و بخار آب در گیاه توسط روزنه‌ها انجام می‌گیرد. تنش خشکی به دو طریق می‌تواند موجب کاهش میزان فتوسنتز شود: اول آنکه چون میزان باز بودن روزنه تابع وضعیت آبی گیاه است، کمبود آب گیاه منجر به بسته شدن دهانه روزنه می‌گردد، که موجب کاهش میزان هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز می‌گردد. همچنین کمبود آب می‌تواند موجب آسیب به کلروفیل و آنزیم‌های فتوسنتزی گردد و موجبات کاهش در فتوسنتز را فراهم سازد (Ahmadi et al., 2004). در آزمایش بر روی چغندر قند مشاهده شد که تنش خشکی موجب کاهش میزان فتوسنتز در این گیاه می‌گردد (Bloch et al., 2006). ایشان دلیل کاهش میزان فتوسنتز را کاهش هدایت روزنه‌ای و در نتیجه کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن دانستند، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

تأثیر سطوح کود نیتروژن بر روی میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ (سرعت فتوسنتز خالص برگ) و غلظت

تأثیر رژیم آبیاری بر غلظت کلروفیل‌های a، b و کلروفیل کل معنی‌دار شد (جدول ۱). غلظت کلروفیل‌های a، b و کلروفیل کل در سطح آبیاری I_۳ نسبت به سطح I_۱ کاهش یافت. Mohsenzadeh et al. (2006) بیان کردند که کاهش در میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی در گیاه آفتابگردان می‌تواند در اثر تخریب کلروپلاست توسط گونه‌های فعال اکسیژن ایجاد شده باشد. آنها همچنین بیان کردند که کاهش در میزان اسیمیلاسیون گاز کربنیک به هنگام تنش شدید می‌تواند به دلیل کاهش در مقدار کلروفیل، فعالیت و میزان آنزیم روبیسکو و انتقال ضعیف الکترون فتوسنتزی باشد.

اثر سطوح نیتروژن بر میزان کلروفیل a معنی‌دار نشد (جدول ۱). تأثیر سطوح نیتروژن بر میزان کلروفیل b و کل در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). غلظت کلروفیل b و کل در سطح N_۳ به ترتیب به میزان ۳۵٪ و ۱۷٪ سطح نسبت به N_۱ افزایش یافت. با توجه به اینکه نیتروژن از جمله عناصر ضروری تشکیل‌دهنده کلروفیل محسوب می‌گردد، از این رو افزایش در میزان آن در محیط رشد گیاه، منجر به افزایش میزان کلروفیل می‌گردد (Gross, 1991).

اثر متقابل نیتروژن و رژیم آبیاری بر میزان کلروفیل a، b و کل معنی‌دار نگردید، که بیانگر تأثیر نه چندان متفاوت نیتروژن در سطوح مختلف آبیاری بر میزان غلظت کلروفیل a، b و کل کدوی تخم کاغذی است.

غیرمعنی‌دار را باعث شد (جدول ۷). روند تأثیر افزایش استعمال نیتروژن بر میزان هدایت روزه‌ای در سطوح مختلف آبیاری تا حدود زیادی با تأثیر آن بر میزان فتوسنتز خالص هم‌سو بود. این هم‌سویی می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که تنش کمبود آب بویژه در سطح آبیاری با تأثیر بر قطر دهانه روزه سبب کاهش در دسترسی سلول‌های فتوسنتزکننده به دی اکسید کربن و به دنبال آن کاهش میزان فتوسنتز می‌شود. بروز اثر منفی ازدیاد استعمال نیتروژن بر میزان فتوسنتز در سطح I_۳ آبیاری ممکن است به تشدید رشد رویشی و تسریع در بروز کمبود آب برگردد.

تأثیر رژیم آبیاری بر میزان غلظت پرولین برگ معنادار شد (جدول ۳). میزان پرولین از ۲/۲۴ میلی‌گرم در گرم برگ در سطح آبیاری I_۱ به ۳/۹۶ در سطح I_۳ افزایش یافت (جدول ۴). در مطالعه بر روی گندم نیز کاهش دسترسی به آب موجب افزایش میزان پرولین در این گیاه گردید (Tatar & Gevrek, 2008).

اثر سطوح کود نیتروژن بر میزان پرولین برگ معنی‌دار شد (جدول ۳)، به طوری که سطح N_۳ با ۴/۱۹ میلی‌گرم در گرم برگ تازه بیشترین میزان پرولین و سطح N_۱ با ۲/۲۵ میلی‌گرم در گرم برگ کمترین میزان پرولین را دارا بودند (جدول ۴). نتایج یک تحقیق بر روی کدو تخم کاغذی نشان داد، که استعمال ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار نسبت به سطح شاهد (صفر کیلوگرم) موجب افزایش در میزان پرولین در این گیاه می‌شود (Aroiee, 2001).

اثر متقابل بین سطوح نیتروژن و رژیم آبیاری بر

دی‌اکسیدکربن در حفره زیر روزه معنادار گردید، اما تأثیر سطوح نیتروژن بر میزان هدایت روزه‌ای CO₂ در برگ معنادار نشد. فتوسنتز در سطح N_۳ نسبت به سطح N_۱ نزدیک به ۲۰٪ افزایش نشان داد و غلظت دی‌اکسیدکربن موجود در حفره زیر روزه در سطح N_۳ نسبت به سطح N_۱ نزدیک به ۱۶٪ کاهش نشان داد. با افزایش میزان سطح کود نیتروژن و در نتیجه فراهمی و جذب نیتروژن بیش‌تر از خاک، میزان کلروفیل در واحد سطح برگ افزایش می‌یابد، که منجر به تقویت فتوسیستم‌های ۱ و ۲ متشکل از رنگیزه‌های مختلف از جمله کلروفیل می‌گردد. از سوی دیگر میزان آنزیم‌ها و انواع پروتئین‌ها به خصوص آنزیم‌ها و پروتئین‌های شرکت‌کننده در چرخه فتوسنتزی و همچنین آنزیم روبیسکو افزایش می‌یابد (Cechin & Fátima Fumis, 2004). در مطالعه تأثیر کود ازت بر فتوسنتز گلرنگ در مرحله گرده‌افشانی، کاربرد کود نیتروژن موجب افزایش معنادار میزان فتوسنتز در این گیاه شد (Dordas & Sioulas, 2008). همچنین در مطالعه بر روی گندم مشاهده شد که با افزایش میزان نیتروژن میزان غلظت کربن حفره زیر روزه کاهش می‌یابد (Yang et al., 2007). البته، اثر متقابل بین سطوح نیتروژن و رژیم آبیاری بر میزان فتوسنتز خالص و هدایت روزه‌ای معنی‌دار شد (جدول ۳). اگر چه به طور کلی میانگین میزان فتوسنتز خالص در سطح آبیاری I_۱ بیشتر از دو سطح دیگر آبیاری بود، اما افزایش استعمال نیتروژن میزان فتوسنتز خالص در سطح I_۱ افزایشی غیرمعنی‌دار، در سطح I_۲ افزایشی معنی‌دار و در سطح I_۳ کاهش

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس برای فتوسنتز خالص، هدایت روزه‌ای، غلظت CO₂ در حفره زیر روزه و غلظت پرولین برگ کدوی تخم کاغذی تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و نیتروژن

| میانگین مربعات | | | فتوسنتز خالص | درجه آزادی | منابع تغییر |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|--------------|------------|------------------|
| غلظت CO ₂ در حفره روزه | هدایت روزه‌ای CO ₂ (×۱۰ ^۴) | غلظت پرولین | | | |
| ۱/۵۸ | ۳۹/۴۳ | ۸۷۸/۰ | ۲۹/۱۳ | ۴ | بلوک |
| ۱۱/۰۲* | ۱۳۳/۲۶** | ۹۰۷۹/۶** | ۱۵۵/۲۲** | ۲ | آبیاری |
| ۱/۵۵ | ۱۲/۴۵ | ۶۱۸/۲ | ۳/۸۴ | ۸ | خطای الف |
| ۱۴/۶** | ۱۴/۱۵ ^{ns} | ۲۰۰۹/۹** | ۲۰/۳۲* | ۲ | نیتروژن |
| ۲/۱۴* | ۱۹/۱۰* | ۷۶/۹ ^{ns} | ۱۵/۶۹* | ۴ | نیتروژن × آبیاری |
| ۰/۶۴ | ۶/۶۷ | ۱۸۸/۶ | ۵/۱۲ | ۲۴ | خطای ب |

* و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطوح ۵٪ و ۱٪، ns: عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای، غلظت CO₂ حفره در زیر روزنه و غلظت پرولین برگ کدو تخم‌کاغذی تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و نیتروژن

| عامل آزمایشی | فتوسنتز خالص (مایکرومول CO ₂ در مترمربع بر ثانیه) | هدایت روزنه‌ای (مول CO ₂ در مترمربع بر ثانیه) | CO ₂ در حفره روزنه (مایکرومول بر مول) | غلظت پرولین (میلی‌گرم در گرم برگ) |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <u>آبیاری</u> | | | | |
| I _۱ | ۱۵/۷ ^a | ۰/۱۲۸ ^a | ۸۸ ^b | ۲/۲۴ ^b |
| I _۲ | ۱۲/۸ ^b | ۰/۱۰۸ ^a | ۱۲۷ ^a | ۳/۱۶ ^{ab} |
| I _۳ | ۹/۳۵ ^c | ۰/۰۶۹ ^b | ۱۳۳ ^a | ۳/۹۶ ^a |
| <u>نیتروژن</u> | | | | |
| N _۱ | ۱۱/۵۵ ^b | ۰/۰۹۵ | ۱۲۹ ^a | ۲/۲۵ ^c |
| N _۲ | ۱۲/۵۳ ^{ab} | ۰/۰۹۷ | ۱۱۰ ^b | ۲/۹۱ ^b |
| N _۳ | ۱۳/۸۷ ^a | ۰/۱۱۳ | ۱۰۸ ^b | ۴/۱۹ ^a |

در هر ستون و در هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بر اساس LSD در سطح احتمال ۵٪ هستند.

نمو گیاه، میوه، دانه و وزن هزاردانه کمتری در گیاهی که در معرض تنش قرار گرفته ایجاد می‌گردد. تأثیر سطوح نیتروژن بر تعداد میوه، وزن هزاردانه، عملکرد میوه و عملکرد دانه کدوی تخم‌کاغذی معنی‌دار شد اما تأثیر سطوح نیتروژن بر روی تعداد دانه در میوه معنی‌دار نشد (جدول ۵). افزایش سطوح نیتروژن موجب کاهش در تعداد میوه، عملکرد میوه و عملکرد دانه در این گیاه گردید اما وزن هزاردانه را افزایش داد (جدول ۶). Gholipoor et al. (2006) با مطالعه اثر نیتروژن بر

روی کدوی تخم‌کاغذی بیان داشتند که افزایش میزان کود نیتروژن موجب افزایش تعداد میوه در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه و میوه در هر بوته می‌شود. Reiners & Riggs (1997) با مطالعه اثر تراکم بوته و نیتروژن بر روی کدو اعلام کردند که عملکرد تحت تأثیر تراکم بوته قرار می‌گیرد و نیتروژن اثر معناداری را بر روی عملکرد کدو نمی‌گذارد. در مطالعه بر روی کدوی مسمایی (وارسته موشانا) در دو شرایط دیم و آبی، افزایش نیتروژن تا ۸۴ کیلوگرم در هکتار در منطقه دیم و ۲۵۲ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبی موجب افزایش عملکرد گردید و در هر دو شرایط تیمار ۳۳۶ کیلوگرم در هکتار کود ازت موجب افت عملکرد میوه شد (Swaidar et al., 1994). در مطالعه Aroiee (2001) در زمینه اثر سطوح مختلف نیتروژن بر روی کدوی تخم‌کاغذی، کاربرد ۷۵ کیلوگرم نیتروژن (به فرم نترات آمونیوم) در هکتار موجب بیشترین میزان عملکرد میوه

میزان پرولین برگ در سطح احتمال ۵٪ معنادار شد (جدول ۳). اگرچه در تمام سطوح نیتروژن کمبود آب موجب افزایش میزان پرولین شده است، اما در سطح N_۳ میزان افزایش پرولین بیش از سایر سطوح بوده است، که ظاهراً همین امر عمدتاً موجب معنی‌دار شدن اثر متقابل گردیده است. این امر شاید به این دلیل بوده که هم مصرف نیتروژن بالا، موجب افزایش نیاز گیاه به آب می‌گردد، و هم نیتروژن جزء متشکله پرولین به شمار می‌رود.

عملکرد و اجزای عملکرد

تأثیر رژیم آبیاری بر تعداد میوه در بوته، تعداد دانه در میوه، وزن هزاردانه، عملکرد میوه و عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۵). تعداد میوه در بوته، تعداد دانه در میوه، وزن هزاردانه، عملکرد میوه و عملکرد دانه با کاهش دسترسی به آب کاهش پیدا کردند (جدول ۶). در مطالعه بر روی کدو مشخص شد که کاهش آب در دسترس موجب کاهش در تعداد میوه و عملکرد میوه می‌گردد (Al-Omran et al., 2005).

تنش خشکی در طی نمو گیاه موجب کاهش شاخص سطح برگ در گیاه می‌گردد. از طرفی طبق نتایج این مطالعه و مطالعات دیگر تنش خشکی موجب کاهش در میزان کلروفیل، هدایت روزنه‌ای و همچنین احتمالاً اختلال در فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها می‌شود، که به دنبال چنین تغییراتی میزان فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین در ادامه

تأثیر رژیم آبیاری و اثر متقابل نیتروژن و رژیم آبیاری بر روی درصد روغن دانه کدوی تخم کاغذی معنی‌دار نگردید (جدول ۵).

با اینحال کاهش غیر معناداری در درصد روغن دانه با تشدید تنش کم آبی مشاهده شد (جدول ۶). علت معنی‌دار نشدن تنش کمبود آب بر روی میزان درصد روغن را، وراثت‌پذیری بالای این صفت و تأثیر کمتر این صفت از شرایط محیطی بیان کرده‌اند، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

اثر نیتروژن بر درصد روغن دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۵). سطح N_۱ با ۴۵/۸۸٪ بیشترین میزان روغن و سطح N_۳ با ۴۱/۷۳٪ کمترین میزان روغن را دارا بودند (جدول ۶).

مطالعه اثر کود دامی بر روی کدوی تخم کاغذی

گردید، افزایش میزان نیتروژن به ۱۵۰ کیلوگرم عملکرد میوه را کاهش داد و گیاهانی که با ۲۲۵ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تیمار شده بودند در دو سال پیاپی میوه چندانی تولید نکردند. این محققین علت کاهش در تعداد میوه و عملکرد میوه را تولید فراوان شاخ و برگ بر اثر افزایش کود نیتروژن عنوان کرده‌اند، که موجب شده شاخ و برگهای جوان همانند یک مخزن قوی عمل کنند و مواد غذایی سنتز شده در فتوسنتز را به سمت خود جذب کنند و در نتیجه تمایز جوانه‌های رویشی به زایشی را مختل کرده و میوه تشکیل نشود. در این رابطه تحقیقات نشان داده است که تیمار برگ‌زدایی در کدو با القاء تأثیری برعکس ازدیاد نیتروژن موجب افزایش تشکیل گل ماده می‌شود و در نتیجه تعداد میوه و عملکرد را افزایش می‌دهد (Hafideh, 2002).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس برای تعداد میوه، تعداد دانه در میوه، وزن هزاردانه، عملکرد میوه و دانه، درصد و عملکرد روغن کدوی تخم کاغذی تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و نیتروژن

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | |
|------------------|------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | | میوه در بوته | دانه در میوه | وزن هزاردانه | عملکرد میوه |
| بلوک | ۴ | ۰/۷۰۹ | ۲۵۶۹۰ | ۹۰/۸ | ۱/۰۴۴ |
| آبیاری | ۲ | ۰/۷۹۸* | ۹۵۲۰۶** | ۲۵۳/۵* | ۲/۸۹۴** |
| خطای الف | ۸ | ۰/۰۹۴ | ۴۰۷۷ | ۳۷/۹ | ۱/۴۳۱ |
| نیتروژن | ۲ | ۱/۲۳۸** | ۲۷۰۳۵ ^{ns} | ۴۷۲/۱** | ۴/۴۹۰* |
| نیتروژن × آبیاری | ۴ | ۰/۲۹۶* | ۱۱۳۷۲ ^{ns} | ۷۵/۸ ^{ns} | ۴/۶۲۲ ^{ns} |
| خطای ب | ۲۴ | ۰/۰۹۷ | ۹۶۶۹ | ۸۰/۶ | ۱/۳۰۲ |

* و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطوح ۵٪ و ۱٪، ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های تعداد میوه، تعداد دانه در میوه، وزن هزاردانه، عملکرد میوه، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن کدو تخم کاغذی تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و نیتروژن

| عامل آزمایشی | تعداد میوه در بوته | تعداد دانه در میوه | وزن هزاردانه (گرم) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار) | درصد روغن (%) |
|----------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| آبیاری | | | | | | |
| I _۱ | ۱/۹۶ ^a | ۴۴۲ ^a | ۱۳۸/۷ ^a | ۱۱۳۱ ^a | ۵۳۴۷۴ ^a | ۴۴/۵ |
| I _۲ | ۱/۷۸ ^a | ۳۱۹ ^b | ۱۳۶/۵ ^a | ۷۶۰ ^b | ۴۲۰۹۰ ^b | ۴۳/۸ |
| I _۳ | ۱/۵ ^b | ۲۹۳ ^b | ۱۳۰/۷ ^b | ۵۴۹ ^c | ۲۵۸۳۵ ^c | ۴۲/۷ |
| نیتروژن | | | | | | |
| N _۱ | ۲ ^a | ۳۸۳ | ۱۲۹/۹ ^b | ۹۸۷ ^a | ۴۶۵۱۵ ^a | ۴۵/۸ ^a |
| N _۲ | ۱/۸ ^a | ۳۰۳ | ۱۳۴/۹ ^{ab} | ۷۴۰ ^b | ۳۹۰۱۹ ^b | ۴۳/۴ ^b |
| N _۳ | ۱/۴۴ ^b | ۳۶۷ | ۱۴۱/۱ ^a | ۷۱۴ ^b | ۳۵۸۶۴ ^c | ۴۱/۷ ^c |

در هر ستون و در هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بر اساس LSD در سطح احتمال ۵٪ هستند.

جدول ۷- مقایسه اثر متقابل نیتروژن و رژیم آبیاری بر روی فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای، پرولین و تعداد میوه در بوته

| اثرات متقابل | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| منابع تغییر | فتوسنتز خالص (مایکرومول CO ₂ در مترمربع بر ثانیه) | هدایت روزنه‌ای CO ₂ (× ۱۰ ^۴) (مول CO ₂ در مترمربع بر ثانیه) | پرولین (میلی گرم در گرم برگ) | تعداد میوه در بوته |
| N ₁ I ₁ | ۱۴/۳۳ ^{ab} | ۰/۱۱۵ ^{ab} | ۱/۸۹ ^d | ۲/۴۲ ^a |
| N _r | ۱۵/۹۵ ^a | ۰/۱۱۲ ^{ab} | ۱/۹۴ ^d | ۲/۱۵ ^{ab} |
| N _r | ۱۷/۰۶ ^a | ۰/۱۴۷ ^a | ۲/۹۱ ^{bcd} | ۱/۳۵ ^c |
| N ₁ I _r | ۱۰/۳ ^{cd} | ۰/۰۸۳ ^{cd} | ۲/۱۸ ^d | ۱/۹۵ ^{abc} |
| N _r | ۱۲/۲۷ ^{bc} | ۰/۱۱۴ ^{ab} | ۳/۴۲ ^{bc} | ۱/۸۵ ^{abc} |
| N _r | ۱۵/۸۷ ^a | ۰/۱۲۷ ^a | ۳/۸۷ ^{bc} | ۱/۵۵ ^{bc} |
| N ₁ I _r | ۱۰/۰۲ ^{cd} | ۰/۰۸۷ ^{abc} | ۲/۶۷ ^{bcd} | ۱/۶۵ ^{bc} |
| N _r | ۹/۳۷ ^{cd} | ۰/۰۵۷ ^d | ۳/۳۷ ^b | ۱/۴۵ ^c |
| N _r | ۸/۶۷ ^d | ۰/۰۶۴ ^{cd} | ۵/۸۱ ^a | ۱/۴۲ ^c |

در هر ستون و در هر عامل آزمایشی میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بر اساس LSD در سطح احتمال ۵٪ هستند.

محدودیت رطوبت، کاهش در سطح فتوسنتز کننده (از طریق کاهش در میزان شاخص سطح برگ) بعلاوه بسته شدن روزنه‌ها و به دنبال آن کاهش ورود دی‌اکسیدکربن به برگ و همچنین کاهش در میزان کلروفیل منجر به کاهش جدی عملکرد دانه و میوه این گیاه دارویی می‌شود. همچنین افزایش در میزان نیتروژن خاک موجب افزایش میزان شاخص سطح برگ، غلظت کلروفیل و سرعت فتوسنتز خالص می‌گردد، اما تولید بیش از حد شاخ و برگ به عنوان یک مخزن قوی عمل کرده و نه تنها از افزایش عملکرد میوه و دانه جلوگیری می‌نماید بلکه حتی سبب کاهش جدی آنها می‌شود.

سپاسگزاری

از دانشگاه صنعتی اصفهان برای تأمین هزینه‌ها، از جناب آقای دکتر مصطفی مبلی برای ارائه راهنمایی و از آقای مهندس رامین رستمی برای تأمین بذر تشکر و قدردانی می‌گردد.

نشان داد افزایش میزان کود دامی از ۱۰ به ۲۵ تن موجب کاهش درصد روغن دانه از ۳۶/۰۶ به ۳۱/۲۸ می‌گردد (Jahan et al., 2007). در مطالعه اثر کود نیتروژنه بر روی کودی تخم کاغذی نیز افزایش میزان کود نیتروژنه از ۷۵ کیلوگرم به ۱۵۰ کیلوگرم موجب کاهش درصد روغن در این گیاه گردید (Aroiee, 2001). با افزایش سطح کود نیتروژن، فراهمی بیشتر نیتروژن در محلول خاک و افزایش جذب آن توسط گیاه، میزان پروتئین‌های مختلف در گیاه از جمله در سلول‌های دانه افزایش می‌یابد. این امر به دلیل ورود مقادیر زیادتری از ساختارهای کربنی حد واسط ساخته شده طی فرایند فتوسنتز به چرخه ساخت اسیدهای آمینه و پروتئین می‌باشد. احتمالاً افزایش میزان پروتئین در دانه با میزان درصد روغن نسبت عکس دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این آزمایش به نظر می‌رسد که تحت شرایط مزرعه و با افزایش میزان

REFERENCES

- Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P. & Jabbari, F. (2004). *Introduction to Plant Physiology (Farsi Translation)*. University of Tehran Press. (In Farsi).
- Amanullah, Marwat, K. B., Shah Noor Maula, P. & Arifullah, S. (2009). Nitrogen levels and its time of application influence leaf area, height and biomass of maize planted at low and high density. *Pakistan Journal of Botany*, 41, 761-768.
- Al-Omran, A. M., Sheta, A. S., Falatah, A. M. & Al-Harbi, A. R. (2005). Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural Water Management*, 73, 43-55.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant*

- Physiology*, 24, 1-15.
5. Aroiee, H. (2001). *The effect of seed priming, salt stress and N-fertilizer on some quantitative and qualitative characteristics of naked seed pumpkin (Cucurbita pepo var. styriaca)*. Ph. D. Dissertation, School of Agriculture, Tarbiat Modarress University. (In Farsi).
 6. Bates, S., Waldern, R. P. & Teave, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
 7. Bloch, D., Hoffman, C. M. & Marlandar, B. (2006). Impact of water supply on sugar beet genotypes. *European Journal of Agronomy*, 24, 218-225.
 8. Cechin, I. & Fátima Fumis, T. (2004). Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Plant Science*, 166, 1379-1385.
 9. Dordas, C. & Sioulas, S. (2008). Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis and water efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Crop Production*, 27, 78-85.
 10. Fruhwirth, G. O. & Hermetter, A. (2008). Production technology and characteristics of Styrian pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science Technology*, 110, 637-644.
 11. Gholipoori, A., Javanshir, A., Rahimzadeh Khoie, F., Mohammadi, A. & Bayat, H. (2007). The effect of different nitrogen levels and pruning of head on yield and yield components of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 13, 40-44. (In Farsi).
 12. Gross, J. (1991). *Pigments in vegetables*. Published by Van Nostrand Reinhold, New York.
 13. Hafideh, F. T. (2002). Effect of foliage density and plant spacing on the number of flowers produced, sex expression, and early and total fruit weight of summer squash (*Cucurbita pepo* L. cv. *Lita hybrid*). *Dirasat Agricultural Science*, 28, 178-183.
 14. Jahan, M., Koocheki, A., Nassiri, M. & Dehghanipoor, F. (2007). The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo* L. *Journal of Iranian Field Crops*, 5(2), 281-289. (In Farsi).
 15. Liang, J., Zahng, J. & Wong, M. H. (1996). Stomatal conductance in relation to xylem sap ABA concentrations in two tropical trees, *Acacia confusa* and *Litsea glutisa*. *Plant Cell Environment*, 19, 93-100.
 16. Manivannan, P., Jaleel, C. A., Sankar, B., Kishorekumer, A., Somasundaram, R., Lakshmanan, G. M. A. & Panneerselvam, R. (2007). Growth, biochemical modification and proline metabolism in (*Helianthus annus* L.) as induced by drought stress. *Colloids and Surfaces*, 59, 141-149.
 17. Reiners, S. & Riggs, D. I. M. (1997). Plant Spacing and variety affect pumpkin yield and fruit size but supplemental nitrogen does not. *Horticulture Science*, 32, 1037-1039.
 18. Swaider, J. M., Sipp, S. K. & Brown, R. K. (1994). Pumpkin growth, flowering, and fruiting response to nitrogen and potassium sprinkler fertigation in a sandy soil. *Journal of American Society of Horticulture Science*, 119, 414-419.
 19. Tatar, O. & Gevrek, M. (2008). Influence of water stress on proline accumulation, lipid peroxidation and water content of wheat. *Asian Journal of Plant Sciences*, 7, 409-412.
- Yang, X., Chen, X., Ge, Q., Li, B., Tong, Y., Li, Z. & Kuang, T. (2007). Characterization of photosynthesis of flag leaves in a wheat hybrid and its parents under field condition. *Journal of Plant Physiology*, 164, 318-326.