نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۰۸-۹۹

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 1, Spring 2015, p. 99-108

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و سطوح نیتروژن بر تولید میوه، کیفیت روغن، کارآیی مصرف آب و کارآیی زراعی نیتروژن در کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)

جواد حمزه‌ئی[1*]، مجید بابایی[2] و سرور خرم دل[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۷

چکیده

به منظور بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و سطوح نیتروژن بر درصد اسیدهای چرب دانه، عملکرد، کارآیی مصرف آب و نیتروژن در کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) آزمایشی به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه بوعلی سینا در سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. آبیاری (۳۲۰، ۴۲۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌متر در هکتار) در کرت‌های اصلی و کود نیتروژن (صفر، ۱۳۰، ۲۶۰، ۳۹۰ و ۵۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار) در کرت‌های فرعی قرار گرفت. آبیاری مزرعه به روش جوی و پشته‌ای بود و اعمال تیمار آبیاری پس از استقرار کامل گیاه صورت گرفت. کود اوره نیز در سه مرحله کاشت، گلدهی و میوه‌دهی مصرف شد. صفات مورد بررسی شامل اسید چرب اولئیک، لینولئیک، عملکرد میوه و دانه و کارآیی مصرف آب و نیتروژن بودند. اثر آبیاری و نیتروژن بر کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل نیز بر کلیه صفات به جز کارآیی مصرف آب و کارآیی زراعی نیتروژن تأثیر معنی‌دار داشت. بیشترین اسید چرب لینولئیک (۳۹/۹۹ درصد)، عملکرد میوه (۴/۴۰ $g.m^{-2}$)، عملکرد دانه (۷۷/۲۳ $kg.m^{-2}$) و کارآیی زراعی نیتروژن (۳۲/۲۷ کیلوگرم میوه بر کیلوگرم اوره) از رژیم آبیاری ۶۰۰ میلی‌متر و ۳۹۰ کیلوگرم اوره حاصل شد. کمترین عملکرد میوه و دانه نیز از رژیم آبیاری ۳۲۰ میلی‌متر و عدم مصرف کود به دست آمد. بیشترین کارآیی مصرف آب برای عملکرد میوه و دانه که معادل ۵۶/۶۱ و ۱/۱۰ کیلوگرم بر میلی‌متر بود، از رژیم آبیاری ۶۰۰ میلی‌متر حاصل شد. در بین سطوح کود اوره نیز بیشترین و کمترین کارآیی مصرف آب برای عملکرد میوه و دانه به ترتیب از تیمارهای ۳۹۰ کیلوگرم و عدم مصرف اوره به دست آمد. همچنین، بیشترین کارآیی زراعی نیتروژن به تیمار ۳۹۰ کیلوگرم اوره تعلق گرفت و کمترین میزان این ویژگی با ۳۳ درصد کاهش از تیمار ۵۲۰ کیلوگرم اوره حاصل شد. بر اساس نتایج این تحقیق و با در نظر گرفتن بازده مصرف آب و نیتروژن، آبیاری کدوی تخمه کاغذی با ۶۰۰ میلی‌متر آب آبیاری در هکتار و تغذیه آن با ۳۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار مناسب تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: اسید اولئیک، اسید لینولئیک، تغذیه گیاه، گیاه دارویی، مدیریت آب

مقدمه

امروزه با توجه به اثرات سوء ناشی از مصرف داروهای شیمیایی و گرایش روز افزون به استفاده از طب گیاهی در درمان بیماری‌ها، کشت انبوه انواع گیاهان دارویی مورد توجه قرار گرفته است. تنوع آب و هوایی و شرایط اکولوژیک مختلف در ایران موجب گردیده است که کشورمان در زمره غنی‌ترین کشورهای دارای منابع ارزشمند گیاهان دارویی و مستعد برای کشت و پرورش این گیاهان قرار گیرد.

کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) از جمله گیاهانی است که به واسطه اثرات دارویی متعدد، توجه محققان را به خود معطوف داشته است (Shahidi et al., 2006). کدوی تخمه کاغذی گیاهی علفی و یک‌ساله است که از مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین گیاهان دارویی تیره کدوئیان[4] می‌باشد و در نقاط مختلفی از دنیا کشت می‌شود (Aroei et al., 2000).

عوامل اقلیمی نقشی اساسی در فرآیند تولید گیاهان ایفاء می‌نمایند و این عوامل کیفیت و تولید محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از جمله این عوامل کمبود آب است که غالباً یکی از علل کاهش

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: J.hamzei@basu.ac.ir

4-Cucurbitaceae

کیفیت و عملکرد در واحد سطح خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود (Fatemi et al., 2006). نظر به این‌که با افزایش جمعیت جهان، نیاز صنایع و خانوارها به آب افزایش می‌یابد، تقاضا برای آب شیرین به طور جهانی و پیوسته در حال افزایش است. این رشد تقاضا به آب شیرین ایجاب می‌کند که بخش کشاورزی سیاست‌های خود را از مدیریت تأمین آب به مدیریت تقاضای آب تغییر داده و مصرف آب با کارآیی بیشتر را در تولید غذا، علوفه و الیاف در دستور کار خود قرار دهند. محققان کشاورزی با این دیدگاه که آب مورد استفاده در آبیاری محدود است باید توجه بیشتری به مدیریت تولید گیاهان زراعی با کارآمدی بیشتر داشته باشند. مصرف بهینه آب در تولید محصولات کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر رشد و نمو گیاهان، به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، از اهمیت خاصی برخوردار است (Wang et al., 2001). از این‌رو، کم‌آبیاری یک راهکار بهینه در تولید محصولات کشاورزی در شرایط کم‌آبی است. هدف اصلی از اجرای کم‌آبیاری، افزایش راندمان مصرف آب از طریق کاهش میزان آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است که کمترین بازدهی را دارند (Zwart & Bastiansen, 2004). کانگ و همکاران (Kang et al., 2000) با مقایسه آبیاری کامل و کم آبیاری در ذرت به این نتیجه رسیدند که کم‌آبیاری، ضمن افزایش تولید محصول، سبب صرفه‌جویی ۵۰ درصدی در مصرف آب شد.

از دیگر عوامل محدودکننده محیطی، عنصر نیتروژن است که نقش به سزایی در فرآیند ماده‌سازی و فیزیولوژی عملکرد و کیفیت محصولات مختلف به خصوص گیاهان دارویی دارد و کمبود آن می‌تواند عملکرد و کیفیت گیاه را به شدت تحت تأثیر قرار دهد. تاکنون گزارشات متعددی در خصوص اثر مثبت نیتروژن بر عملکرد دانه ارایه شده است (Lack et al., 2007; Majidean et al., 2008). قلی‌پور و همکاران (Gholipoori et al., 2006) و رایان هارلسون و همکاران (Ryan Harrelson et al., 2008) با مطالعه اثر نیتروژن بر روی کدوی تخمه کاغذی بیان داشتند که مصرف بهینه کود نیتروژن موجب افزایش تعداد میوه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه و میوه در بوته شد. توجه به میزان مصرف کود متناسب با مقدار آب موجود برای حصول یک عملکرد قابل قبول حایز اهمیت می‌باشد، چرا که در شرایط کمبود آب در خاک جذب عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن کاهش می‌یابد و این امر ایجاب می‌کند که تناسب مطلوبی بین میزان فراهمی آب و مصرف کود برقرار گردد تا هزینه تولید کاهش یافته و از مصرف بی‌رویه نیتروژن که تأثیری بر افزایش عملکرد ندارد، خودداری گردد (Mojadam, 2005). بهبود کارآیی مصرف نیتروژن یک استراتژی کلیدی جهت پیشرفت سیستم‌های کشاورزی پایدار است که منجر به رسیدن به حداکثر عملکرد در ازای مصرف حداقل نهاده‌ها و هدررفت نیتروژن می‌شود.

بنابراین، از آن‌جا که در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر همدان، کمبود آب خصوصاً از اواسط فصل رشد به بعد در طول فصل تابستان، یکی از عوامل اصلی محدود کننده تولید می‌باشد، مصرف بهینه آب و مدیریت صحیح مصرف کود اهمیت به سزایی دارد. از این رو تحقیق حاضر با هدف مطالعه اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و سطوح کود نیتروژن بر تولید میوه، کیفیت روغن، کارآیی مصرف آب و کارآیی زراعی نیتروژن در کدوی تخمه کاغذی در شرایط آب و هوایی همدان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینای همدان (عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه و یک دقیقه عرض شمالی و ۱۶۹۰ متر ارتفاع از سطح دریا) در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. پس از مشخص کردن قطعه زمین مورد آزمایش، نمونه‌برداری از خاک و توزیع کود شیمیایی بر اساس نتایج آزمون خاک و عملیات آماده‌سازی زمین برای کاشت انجام شد. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس آزمون خاک ۱۷۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل در هکتار و در زمان کاشت مصرف شد. رژیم‌های آبیاری (W_1، W_2، W_3 و W_4: به ترتیب ۳۲۰، ۴۲۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌متر در هکتار که به ترتیب معادل دور آبیاری ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز می‌باشد) در کرت‌های اصلی و مقادیر نیتروژن (U_1، U_2، U_3، U_4 و U_5: به ترتیب صفر، ۱۳۰، ۲۶۰، ۳۹۰ و ۵۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. رقم مورد مطالعه *Cucurbita pepo* L. *var. styriaca* بود که از مؤسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش مانکوزب ضدعفونی شدند و کاشت در دوم خرداد ماه ۱۳۹۲ انجام گرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Table 1- Soil physical and chemical characteristics of the experimental site

بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (میلی‌موس بر سانتی‌متر) ($mmhos.cm^{-1}$)	کربن آلی (٪) Organic Matter (%)	نیتروژن کل (٪) Total nitrogen (%)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام) Available phosphorous (ppm)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام) Available Potassium (ppm)
لوم Loam	7.65	0.27	0.78	0.07	4.17	401

هر کرت فرعی شامل پنج خط کاشت به طول پنج متر بود. فاصله بین ردیف و روی ردیف‌های کاشت به ترتیب ۱۵۰ و ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Jahan et al., 2013). آبیاری تا مرحله استقرار گیاهچه بر اساس دور آبیاری شش روز در همه تیمارها انجام و از این مرحله به بعد تیمار آبیاری اعمال گردید. آبیاری با استفاده از لوله‌های پلی اتیلن انجام شد و جهت اعمال تیمار آبیاری و اندازه‌گیری میزان آب ورودی به هر کرت از کنتور آب استفاده شد. نیتروژن مورد نیاز که از منبع اوره تأمین گردید در سه مرحله همزمان با کاشت و مراحل گلدهی و میوه‌دهی مصرف شد. در طی فصل رشد و بر حسب نیاز، در چند مرحله علف‌های‌هرز وجین شدند. در این آزمایش صفات اسید چرب لینولئیک، اسید چرب اولئیک، عملکرد دانه، عملکرد میوه، کارآیی مصرف آب برای عملکرد میوه و دانه و کارآیی زراعی نیتروژن برای عملکرد میوه و دانه اندازه‌گیری و مطالعه شد.

برای این منظور، در پایان فصل رشد با حذف اثر حاشیه، تعداد پنج بوته به طور تصادفی از ردیف‌های وسط هر کرت انتخاب شد و بر اساس آن‌ها صفات تعداد میوه در بوته و عملکرد میوه تعیین گردید. سپس دانه‌ها از میوه‌های مربوط به هر واحد آزمایشی استخراج و در سایه خشک شدند. پس از خشک شدن، دانه‌ها توزین و به عنوان عملکرد دانه در نظر گرفته شد. اسیدهای چرب دانه با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC)[1] تعیین گردید (Shahidi, 2005). کارآیی مصرف آب (WUE)[2] با استفاده از معادله (۱) به دست آمد (Al-Mefleh et al., 2012).

$$WUE=Y/W \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله، WUE: کارآیی مصرف آب بر حسب کیلوگرم دانه بر میلی‌متر آب مصرفی، EY: عملکرد اقتصادی بر حسب کیلوگرم در هکتار و W میزان آب مصرفی بر حسب میلی‌متر در هکتار است. کارآیی زراعی مصرف نیتروژن (ANUE)[3] نیز بر اساس معادله (۲) محاسبه شد (El-Gizawy, 2011). در این معادله، ANUE: کارآیی زراعی مصرف نیتروژن بر حسب کیلوگرم دانه بر کیلوگرم کود مصرفی، N_1: عملکرد دانه در تیمار کودی و N_0: عملکرد دانه در تیمار شاهد و N_t: کل کود مصرفی می‌باشد.

$$NUE=(N_1- N_0)/N_t \quad \text{معادله (۲)}$$

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 6.12 و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD و در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

اسید چرب لینولئیک و اولئیک

اثر آبیاری و نیتروژن بر درصد اسید چرب لینولئیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین، اثر متقابل آن‌ها ویژگی مذکور را در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در نیتروژن نشان داد که با افزایش میزان آب و کود نیتروژن مصرفی میزان اسید چرب لینولئیک افزایش یافت، به طوری‌که بیشترین درصد اسید چرب لینولئیک (۴۰/۲۶ درصد) از رژیم آبیاری ۹۰۰ میلی‌متر و مصرف ۵۲۰ کیلوگرم اوره به دست آمد که با تیمارهای W_4U_4، W_3U_4 و W_3U_5 در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین میزان این ویژگی (۳۷/۱۲ درصد) با ۷/۷۹ درصد کاهش نسبت به تیمار W_4U_5 از تیمار W_1U_1 به دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که کمبود آب و نیتروژن به خصوص در

1- Gas chromatography
2- Water use efficiency
3- Agronomic nitrogen use efficiency

مرحله پر شدن دانه به علت محدودسازی منبع فتوسنتزی و کاهش طول دوره رشد گیاه، و همچنین ایجاد شرایط متفاوت محیطی سبب کاهش سنتز اسیدهای چرب می‌شود. در آزمایش بویداک و همکاران (Boydake et al., 2010) بر بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) مشاهده شد که در حالت کمبود آب و نیتروژن، میزان اسید چرب لینولئیک کاهش یافت. در بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر کلزا (*Brassiea napus* L.) مشخص شد که با کاربرد نیتروژن، درصد اسید چرب لینولئیک در روغن کلزا افزایش یافت. علت این امر را به تغییر در سرعت سنتز اسید چرب و انتقال آن‌ها از پروپلاستیدها به اجزاء سیتوسول نسبت داده‌اند (Akhtar Cheema et al., 2001).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اسید چرب اولئیک در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و نیتروژن و در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین میزان اسید چرب اولئیک (۳۸/۶۷ درصد) از رژیم آبیاری ۹۰۰ میلی‌متر و عدم کاربرد کود اوره (W_4U_1) به دست آمد و از لحاظ آماری با تیمارهای W_2U_1 و W_3U_1 تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین میزان اسید چرب اولئیک نیز که معادل ۳۵ درصد بود به رژیم آبیاری ۳۲۰ میلی‌متر همراه با کاربرد ۵۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار (W_1U_5) تعلق گرفت که در مقایسه با تیمار W_4U_1 از کاهش ۹/۵۰ درصدی برخوردار بود (جدول ۳). سنتز اسیدهای چرب در دانه‌های روغنی تحت تأثیر فعالیت‌های آنزیمی می‌باشد که حساسیت بالایی به شرایط محیطی به خصوص دما دارند (Felaga et al., 2002).

در واقع، در شرایط کمبود آب دمای میکروکلیمای گیاهان افزایش می‌یابد. احتمالاً در این آزمایش، افزایش دمای بافت گیاهی در شرایط تنش خشکی سبب کاهش فعالیت آنزیمی و در نتیجه کاهش میزان اسیدهای چرب غیر اشباع در شرایط تنش خشکی شده است. قلی-پوری و همکاران (Gholipoori et al., 2006) نیز با مطالعه اثر نیتروژن بر روی کدوی تخمه کاغذی بیان داشتند که با افزایش مصرف کود درصد اسید چرب اولئیک دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. آن‌ها دلیل کاهش اسید چرب مزبور را به افزایش در میزان پروتئین دانه نسبت دادند.

عملکرد میوه و دانه

اثرات اصلی آبیاری و نیتروژن بر عملکرد میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین، اثر متقابل آبیاری × نیتروژن ویژگی مذکور را در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر رژیم‌های آبیاری و نیتروژن بر درصد اسیدهای‌چرب دانه، عملکرد میوه و دانه کدوی تخمه کاغذی

Table 2- Analysis of variance for the effect of irrigation regimes and nitrogen on seed fatty acids percentage, fruit yield and grain yield of pumpkin

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square			
		اسید چرب لینولئیک Linoleic fatty acid	اسید چرب اولئیک Oleic fatty acid	عملکرد میوه Fruit yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	0.05	11.58	1.71	5.64
آبیاری (W) Irrigation (W)	3	11.80**	1.24**	12.77**	4292.61**
خطای a Error a	6	0.32	0.35	0.49	96.85
نیتروژن (U) Nitrogen (U)	4	1.34**	4.65**	2.60**	1086.11**
W×U	12	0.41*	0.75*	0.19**	46.30*
خطای b Error b	32	0.17	0.23	0.08	21.35
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		1.07	1.33	9.97	8.55

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرمتقابل آبیاری (W) در اوره (U) بر درصد اسیدهای چرب دانه، عملکرد میوه و دانه کدوی تخمه کاغذی

Table 3– Mean comparisons of W×N co-actions on seed fatty acids percentage, fruit and seed yield of pumpkin

	W_1					W_2					W_3					W_4				
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
اسید لینولئیک (٪) Linoleic acid (%)	37.12 ^{h} *	37.16 ^{h}	37.35 ^{gh}	37.45 ^{fgh}	37.55 ^{efgh}	38.21 ^{defg}	37.45 ^{fgh}	37.58 ^{efgh}	37.79 ^{efgh}	37.98 ^{efgh}	38.29 ^{def}	38.99 ^{cd}	39.34 ^{bc}	39.99 ^{ab}	40.20 ^{ab}	38.34 ^{de}	39.37 ^{bc}	39.35 ^{bc}	40.10 ^{ab}	40.26 ^{a}
اسید اولئیک (٪) Oleic acid (%)	35.82 ^{fg}	36.18 ^{defg}	36.37 ^{cdefg}	35.58 ^{defg}	35.00 ^{efg}	37.76 ^{ab}	36.55 ^{cdef}	36.48 ^{cdef}	36.06 ^{defg}	35.88 ^{fg}	38.47 ^{a}	37.03 ^{bcd}	36.59 ^{cdef}	35.69 ^{gf}	35.38 ^{g}	38.67 ^{a}	37.24 ^{bc}	37.02 ^{bcde}	36.18 $^{d-g}$	35.59 ^{fg}
عملکرد میوه (کیلوگرم در متر مربع) Fruit yield ($kg.m^{-2}$)	1.53 ^{k}	1.63 ^{ik}	2.04 ^{ij}	2.18 ^{hi}	2.31 ^{ghi}	2.03 ^{ij}	2.36 ^{ghi}	2.58 ^{fgh}	2.85 ^{def}	2.73 ^{efg}	2.90 ^{def}	3.06 ^{cdef}	3.16 ^{cde}	4.40 ^{ab}	3.44 ^{c}	3.22 ^{cd}	3.44 ^{c}	4.01 ^{b}	4.84 ^{a}	4.58 ^{a}
عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Grain yield ($g.m^{-2}$)	25.26 ^{k}	29.56 ^{jk}	34.13 ^{ij}	37.98 ^{hi}	38.03 ^{hi}	38.70 ^{hi}	43.96 ^{gh}	49.26 ^{fg}	56.16 ^{ef}	53.00 ^{f}	46.66 ^{gh}	56.81 ^{ef}	67.64 ^{cd}	77.23 ^{ab}	73.76 ^{bc}	54.27 ^{f}	63.39 ^{de}	72.01 ^{bc}	84.84 ^{a}	79.64 ^{ab}

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

W_1 تا W_4: به ترتیب ۳۲۰، ۴۲۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌متر آب در هکتار و U_1 تا U_5: به ترتیب صفر، ۱۳۰، ۲۶۰، ۳۹۰ و ۵۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار

* Means within each row followed by the same letters are not significantly different at α=0.05 based on LSD test.

(W_1-W_4: 320, 420, 600 and 900 mm of water.ha^{-1}, respectively and U_1-U_5: 0, 130, 260, 390 and 520 kg urea.ha^{-1}, respectively.

بررسی اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد میوه که معادل ۴/۸۴ کیلوگرم در متر مربع بود به تیمار W_4U_4 تعلق گرفت که با تیمارهای W_4U_5 و W_3U_4 در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین میزان این ویژگی (۱/۵۳ کیلوگرم در متر مربع) نیز در تیمار W_1U_1 مشاهده شد، به طوری‌که این تیمار در مقایسه با تیمار W_4U_4 عملکرد میوه کدوی تخمه کاغذی را ۶۸ درصد کاهش داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که علت افزایش عملکرد میوه با کاربرد بهینه نیتروژن در شرایط مطلوب آبیاری، توسعه مناسب اندام‌های هوایی طی دوره رشد، استفاده کارآمد از نور خورشید و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه باشد. همچنین، با افزایش سطح برگ تا حد مطلوب، میزان عملکرد بالا می‌رود. در حالی‌که افزایش بیش از حد شاخص سطح برگ با مصرف نیتروژن زیاد، به دلیل سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر باعث ایجاد بیماری‌های قارچی و کاهش فتوسنتز کانوپی شده که این امر به کاهش تولید و عملکرد میوه منجر می‌شود (Khalad Barin & Islam Zadeh, 2002). کاهش عملکرد میوه در شرایط مصرف بیش از حد نیتروژن توسط رایان هارلسون و همکاران (Ryan Harrelson et al., 2008) نیز گزارش شده است. به طوری‌که آن‌ها افزایش بیش از حد رشد رویشی را دلیل این امر گزارش کردند.

بین تیمارهای مختلف آبیاری و سطوح نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین عملکرد دانه در ترکیبات تیماری حاکی از این بود که بیشترین عملکرد دانه (۸۴/۸۴ گرم در متر مربع) از تیمار W_4U_4 و کمترین میزان آن (۲۵/۲۶ گرم در متر مربع) از تیمار W_1U_1 (مصرف ۳۲۰ میلی‌متر آب در هکتار و عدم کاربرد اوره) به دست آمد (جدول۳). به طوری‌که، تیمار W_1U_1 در مقایسه با تیمار W_4U_4 از کاهش ۷۰ درصدی از نظر عملکرد دانه برخوردار بود. تیمار W_4U_4 با تیمارهای W_4U_5 و W_3U_4 از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۲). قابل ذکر است که در هر چهار تیمار دور آبیاری با افزایش مصرف اوره به بیش از ۳۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه کاهش یافت. بروز تنش خشکی و کمبود عناصر غذایی به خصوص نیتروژن در طی مراحل مختلف نمو به ویژه مراحل زایشی به علت کاهش طول دوره فتوسنتز و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری و همچنین کاهش سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده، موجب کاهش در اجزای عملکرد

و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود. در مطالعه‌ای که توسط آل عمران و همکاران (Al-Omran et al., 2005) بر روی گیاه کدوی تخمه کاغذی انجام گرفت، نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد کدوی تخمه کاغذی به طور معنی‌داری تحت تنش خشکی کاهش یافت. همچنین، کاربرد بیش از حد نیتروژن به دلیل افزایش رشد رویشی و تولید شاخ و برگ فراوان، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Eftekhari Nasab et al., 2011).

کارآیی مصرف آب

اثر آبیاری و نیتروژن بر کارآیی مصرف آب دانه و میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است، ولی اثر متقابل آبیاری در نیتروژن بر این ویژگی‌ها معنی‌دار نشد. بیشترین کارآیی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه (۱/۱۰ کیلوگرم بر میلی‌متر) و میوه (۵۶/۶۱ کیلوگرم بر میلی‌متر) برای رژیم آبیاری ۶۰۰ میلی‌متر به دست آمد که از لحاظ آماری با تیمار W_2 تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۴). کمترین میزان کارآیی مصرف آب دانه (۱/۰۳ کیلوگرم بر میلی‌متر) و میوه (۴۴/۷۰ کیلوگرم بر میلی‌متر) به ترتیب با ۳۶ و ۲۸ درصد کاهش نسبت به تیمار W_3 از رژیم آبیاری ۹۰۰ میلی‌متر (W_4) حاصل شد (جدول ۴). افزایش کارآیی مصرف آب در شرایط کم آبیاری (W_3) را می‌توان به هدر روی کمتر آب از طریق تبخیر و تعرق و نفوذ عمقی کمتر آب آبیاری نسبت داد. در واقع، مختل شدن فرآیند فتوسنتز به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و کاهش سطح برگ در تیمار تنش شدید کم آبی (W_4) منجر به کاهش عملکرد میوه و دانه شد. نیسانکا و همکاران (Nissanka et al., 1997) اظهار داشتند که کاهش بازده مصرف آب در شرایط تنش رطوبتی ناشی از کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با تنفس گیاه می‌باشد. این محققان دلیل این امر را به ایجاد خسارت به مزوفیل برگ در اثر تنش رطوبتی نسبت دادند. همچنین، افزایش مقاومت مزوفیلی و روزنه‌ای در شرایط تنش شدید آبی باعث کاهش ورود دی اکسید کربن به درون گیاه شده و تحت تأثیر این حالت فتوسنتز خالص گیاه کاهش می‌یابد که این امر منجر به کاهش عملکرد و کارآیی مصرف آب در شرایط تنش خشکی می شود. افزایش کارآیی مصرف آب تحت شرایط کم‌آبیاری توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Allen & Musik, 1993). همچنین، علت کاهش کارآیی مصرف آب در تیمار آبیاری W_4 در مقایسه با تیمار آبیاری W_1، بیانگر این واقعیت است که اگر چه عملکرد در تیمار آبیاری W_4 بیشتر بود، ولی به دلیل مصرف زیاد آب در این تیمار و هدر رفت آب، کارآیی مصرف آب کاهش یافت. در پژوهشی بر روی خربزه مشخص شد که کارآیی مصرف آب با کاهش میزان آب مصرفی افزایش پیدا کرد (Al-Mefleh et al., 2012). مقایسه سطوح نیتروژن نشان داد که بیشترین کارآیی مصرف آب دانه (۱/۱۷ کیلوگرم بر میلی‌متر) و میوه (۶۵/۸۸ کیلوگرم بر میلی‌متر) بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار U_5 مربوط به تیمار U_4 (۳۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و کمترین آن‌ها به ترتیب با ۴۱/۶۶ و ۳۲/۰۶ درصد کاهش نسبت به تیمار ۳۹۰ کیلوگرم اوره از تیمار U_1 (عدم مصرف کود) به دست آمد (جدول ۴). بهبود کارآیی مصرف آب در تیمار ۳۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار را می‌توان به بالا بودن عملکرد دانه و میوه در این تیمار نسبت داد. اثر مثبت کاربرد متعادل نیتروژن بر کارایی مصرف آب در کلزا (Daneshvar et al., 2008) و اسفرزه (*Plantago psyllium* L.) (Rahimi et al., 2008) نیز گزارش شده است. همچنین، سینگاندهوپ و همکاران (Singandhupe et al., 2002) تأثیر کود نیتروژن را بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) بررسی گزارش نمودند که کاربرد بهینه کود نیتروژن نسبت به کاربرد بیش از حد آن، منجر به افزایش عملکرد و کارآیی مصرف آب و همچنین باعث صرفه جویی ۲۰ تا ۴۰ درصدی در میزان نیتروژن شد.

کارآیی زراعی مصرف نیتروژن

اثر آبیاری و نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر درصد بر کارآیی زراعی مصرف نیتروژن دانه و میوه معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل آبیاری در نیتروژن فقط بر کارآیی زراعی نیتروژن میوه معنی‌دار شد. با مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری مشخص گردید که بیشترین کارآیی زراعی نیتروژن دانه (۶/۵۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) را تیمار ۶۰۰ میلی‌متر (W_3) به خود اختصاص داد که با تیمارهای ۴۲۰ و ۹۰۰ میلی‌متر آب مصرفی در هکتار اختلاف معنی‌دار نداشت. کمترین کارآیی زراعی نیتروژن دانه (۳/۰۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) از رژیم آبیاری ۳۲۰ میلی‌متر آب مصرفی در هکتار (W_1) به دست آمد که در مقایسه با تیمار W_3 کارآیی زراعی نیتروژن را ۵۴ درصد کاهش داد (جدول ۴). حضور آب به دلیل نقش آن در فرآیندهای جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش عملکرد ضروری است (Karimi, 2009). هنگامی که مقدار آب مصرفی کاهش یابد، امکان جذب بیشتر عناصر

غذایی خصوصاً نیتروژن فراهم نشده و هدر رفت آن به ویژه اگر بافت خاک قابلیت نگهداری رطوبت پایینی داشته باشد، افزایش می‌یابد و در نتیجه باعث کاهش کارآیی زراعی نیتروژن می‌گردد (Karimi, 2009). حمزه‌ئی (Hamzei, 2011) در بررسی اثر سطوح آبیاری بر کارآیی زراعی نیتروژن در کلزا دریافت که با کاهش میزان آب آبیاری کارآیی زراعی نیتروژن کاهش یافت.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر آبیاری (W) در اوره (U) بر کارآیی مصرف آب و کارآیی زراعی مصرف نیتروژن در کدوی تخمه کاغذی

Table 4– Mean comparisons of the W×U co-action on water use efficiency and agronomic nitrogen use efficiency in pumpkin

تیمار Treatment	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر میلی‌متر) Water use efficiency ($kg.mm^{-1}$)		کارآیی زراعی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) Agronomic nitrogen use efficiency ($kg.kg^{-1}$)	
	دانه Grain	میوه Fruit	دانه Grain	میوه Fruit
W_1	0.78 [b]	62.44 [a]	0.67 [b]	-
W_2	1.07 [a]	57.10 [ab]	0.90 [ab]	-
W_3	1.10 [a]	56.61 [ab]	1.45 [a]	-
W_4	1.03 [b]	44.70 [b]	1.43 [a]	-
				-
U_1	0.76 [d]	44.78 [d]	-	-
U_2	0.90 [c]	48.61 [c]	1.21 [a]	-
U_3	1.02 [b]	55.69 [c]	1.18 [a]	-
U_4	1.17 [a]	65.88 [a]	1.24 [a]	-
U_5	1.12 [a]	61.13 [a]	0.81 [b]	-

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

W_1 تا W_4: به ترتیب ۳۲۰، ۴۲۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌متر آب در هکتار و U_1 تا U_5: به ترتیب صفر، ۱۳۰، ۲۶۰، ۳۹۰ و ۵۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار

* Means within each row followed by the same letters are not significantly different at α=0.05 based on LSD test.

W_1-W_4: 320, 420, 600 and 900 mm of water.ha^{-1}, respectively. and U_1-U_5: 0, 130, 260, 390 and 520 kg urea.ha^{-1}, respectively.

نامبرده دلیل کاهش این امر را به کاهش عملکرد دانه در شرایط کمبود آب نسبت داد. همچنین، نتایج این تحقیق با نتایج گان و همکاران (Gan et at., 2008) در کلزا هماهنگ است. مقایسه میانگین کارآیی زراعی نیتروژن دانه در سطوح مختلف نیتروژن حاکی از این بود که بیشترین کارآیی زراعی نیتروژن (۶/۶۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) از تیمار U_4 و کمترین میزان آن (۳/۶۶ کیلوگرم بر کیلوگرم) از تیمار U_5 (۵۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به دست آمد. به طوری‌که تیمار U_4 در مقایسه با تیمار U_5 از افزایش ۳۵ درصدی از نظر کارآیی زراعی نیتروژن دانه برخوردار بود (جدول ۴). شایان ذکر است که تیمار U_4 با تیمارهای U_2 و U_3 اختلاف معنی‌دار از لحاظ کارآیی زراعی نیتروژن نداشت. به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش کارآیی زراعی نیتروژن در مقادیر بالای کود نیتروژن، افزایش سرعت از دست رفتن عنصر مذکور از طریق آبشویی و تصعید یا به علت عدم استفاده مؤثر از نیتروژن است (Mojadam, 2005). گوردا و همکاران (Guarda et at., 2004) در تحقیق خود دریافتند که افزایش مصرف زیاد کود نیتروژن باعث کاهش کارآیی استفاده از نیتروژن می‌شود. تیمسینا و همکاران (Timsina et al., 2001) نیز در آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند که افزایش مصرف نیتروژن از ۹۰ کیلوگرم به ۱۳۵ کیلوگرم، کارآیی استفاده از نیتروژن را از ۸/۹ به ۵/۶ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن در برنج کاهش داد. برهمکنش تیمارهای مختلف آبیاری و نیتروژن بر کارآیی زراعی نیتروژن میوه حاکی از این بود که بیشترین میزان کارآیی زراعی نیتروژن (۳۲/۲۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) از تیمار W_3U_4 به دست آمد که با تیمارهای W_4U_3 و W_4U_4 اختلاف معنی‌دار نداشت. کمترین میزان این ویژگی (۱۰/۹۵ کیلوگرم بر کیلوگرم) نیز از تیمار W_1U_5 حاصل شد که در مقایسه با تیمار W_3U_4 از کاهش ۶۶ درصدی برخوردار بود (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری (W) در اوره (U) بر کارآیی زراعی نیتروژن میوه کدوی تخمه کاغذی

Table 5- Mean comparison of the W×U interaction on agronomic nitrogen use efficiency of pumpkin

	W_1					W_2					W_3					W_4				
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
کارآیی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) Agronomic nitrogen use efficiency ($kg.kg^{-1}$)	–	12.53 cde*	14.73 cde	16.38 cde	10.95 e	–	18.58 cde	20.66 cde	18.24 cde	13.13 de	–	11.60 e	14.20 cde	32.37 a	13.03 de	–	12.82 de	29.73 ab	31.47 a	22.17 bc

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

W_1 تا W_4: به ترتیب ۳۲۰، ۴۲۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌متر آب در هکتار و U_1 تا U_5: به ترتیب صفر، ۱۳۰، ۲۶۰، ۳۹۰ و ۵۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار

* Means within each row followed by the same letters are not significantly different at α=0.05 based on LSD test. (W_1-W_4: 320, 420, 600 and 900 mm of water.ha^{-1}, respectively. and U_1-U_5: 0, 130, 260, 390 and 520 kg urea.ha^{-1}, respectively.

واکنش گیاه به مصرف کود نیتروژن از قانون بازده نزولی تبعیت می‌کند، به این مفهوم که هر چه میزان کود نیتروژن مصرفی افزایش یابد، میزان عملکرد به طور مستمر کمتر افزایش می‌یابد و در نهایت مماس با خط مجانب می‌گردد (Bani Saeidi, 2012). بـه احتمـال زیاد میزان تلفات نیتروژن در سطوح بالای کـود نیتـروژن از طریـق تصعید، دنیتریفیکاسیون، آبشویی یا به علت عدم جذب نیتـروژن بـه وسیله گیاه زراعی و بالاخره عدم استفاده مؤثر از آن افزایش می‌یابـد کـه ایـن خـود موجـب کـاهش کـارآیی زراعـی نیتـروژن مـی‌شـود (Mojadam, 2008). در مطالعه اسوایدرو همکـاران (Swaider et al., 1994) در زمینـه اثـر سـطوح مختلـف نیتـروژن بـرروی کـدو مسمایی (*Cucurbita moschata* Poir.) مشخص شد کـه کـاربرد بیش از حد نیتروژن باعث کاهش کارآیی زراعی نیتروژن گردید.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، با توجه محدودیت منابع آبـی در منـاطق خشـک و نیمه‌خشک، هدف تولید عملکرد کمی و کیفی قابل قبول با توجه بـه میزان آب مصرفی و نهاده‌های دیگر شامل کود شیمیایی می‌باشـد و بهبود کارآیی مصرف آب و کـود یکـی از معیارهـای مهـم در تولیـد محسوب می‌شود. بنابراین، بر اساس نتایج این آزمایش و در راسـتای بهبود کارآیی مصرف آب و نیتروژن در زراعت کدوی تخمه کاغذی، تیمار ۶۰۰ میلی‌متر آب مصرفی در هکتـار و مصـرف ۳۹۰ کیلـوگرم اوره در هکتار مناسب خواهد بود.

منابع

Akhtar Cheema, M., Saleem, M., and Asghar Malik, M. 2001. Effect of row spacing and nitrogen management on agronomic traits and oil quality of canola (*Brassiea napus* L.). Agricultural Science 38(4): 15-18.

Allen, R.R., and Musik, J.T. 1993. Planting date, water management, and maturity length relations for irrigated grain sorghum. Journal Articles USDA 36(4): 1123-1129.

Al-Mefleh, N.K., Samarah, N., Zaitoun, S., and Al-Ghzawi, A. 2012. Effect of irrigation levels on fruit characteristics, total fruit yield and water use efficiency of melon under drip irrigation system. Journal of Food Agriculture and Environment 10(2): 540-545.

Al-Omran, A.M., Sheta, A.S., Falatah, A.M., and 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(1): 43-55.

Arouiee, H., Omid Beigi, R., and Kashi, A. 2000. Effects of salinity and nitrogen nutrition on free-proline and oil content of common pumpkin. Seed and Plant 16(3): 359-373. (In Persian with English Summary)

Bani Saeidi, A.K. 2012. Effect of nitrogen fertilizer on yield, yield components and nitrogen use efficiency of sunflower cultivars in Khuzestan conditions. Crop Physiology 15: 71-86.

Boydake, E., Karaasland, D., and Turkoglu, H. 2010. The effect of nitrogen and irrigation levels on fatty acid composition of peanut oils. Turkish Journal of Field Crops 15(1): 29-33.

Daneshvar, M., Tahmasevi Sarvestani, G., Mdrssanvi, S.A.A., and Shirani Rad, A.H. 2009. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on the agronomic and morphological indexes two cultivars of rapeseed. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 15(4): 56-68. (In Persian with English Summary)

Eftekharinasab, N., Khoramivafa, M., Sayyadian, K., and Najaphy, A. 2011. Nitrogen fertilizer effect on grain yield, oil and protein content of pumpkinseed (*Cucurbita pepo* L. var. styriaca) intercropped with Lentil and Chickpea. International Journal of Agricultur Science 1(5): 283-289.

El-Gizawy, N.K.B. 2009. Effects of nitrogen rate and plant density on agronomic nitrogen efficiency and maize yield following wheat and faba bean. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science 5(3): 378-386.

Fatemi, R., Khraryan, B., Ghanbari, A., and Vali Zadeh, M. 2006. Investigate the effect of different irrigation regimes on yield and yield components of maize and blue need Hybrbd S.c 704. Agricultural Science 11(3): 133-141.(In Persian with English Summary)

Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R., and DeCaro, A. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronomy 17: 221-230.

Gan, Y., Malhi, S.S., Brandt, S., Katepa-Mupondwad, F., and Stevenson, C. 2008. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of *juncea* canola under diverse environments. Agronomy Journal 2(100): 285-295.

Gholipoori, A., Javanshir, A., Rahimzadeh Khoie, F., Mohammdi, A., and 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(2): 40-44. (In Persian with English Summary)

Guarda, G., Padovan, S., and Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bred-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. European Journal of Agronomy 21(1): 181-192.

Hamzei, J. 2011. Seed, oil, and protein yields of canola under combinations of irrigation and nitrogen application. Agronomy Journal 103(33): 1152-1158.

Jahan, M., Amiri, M.B., Aghhavani Shajari, M., and Tahami, M.K. 2013. Evaluate the quality and quantity production of the pumpkin influenced by clover and green pea cover crops, inoculated with rizobacter stimulating plant growth and organic manure. Iranian Journal of Field Crops Research 11(2): 337-356. (In Persian with English Summary)

Karimi, A. 2009. Assessment of flood irrigation regimes on nitrogen use efficiency for sugar beet. Journal of Plant Production 16(1): 133-148. (In Persian with English Summary)

Khalad Barin, B., and Islam Zadeh, T. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Shiraz University, Iran. (In Persian)

Kng, S.Z., Shi, P., Pan, Y.H., Liang, Z.S., Hu, X.T., and Zhang, J. 2000. Soil water distribution, uniformity and water use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. Irrigation Science 19(4): 181-190.

Lak, S., Naderi, A., Siadat, S.A., Aynaband, A., and Noor Mohammad, G. 2006. Effect of different levels of nitrogen and plant density in different conditions of moisture on yield, yield components and water use efficiency of maize S.C 704 in Khuzestan. Iranian Journal of Crop Sciences 2(8): 153-170. (In Persian with English Summary)

Majidian, M., Ghalavand, A.A., Karimiyan, N., and Kamkar Haghighi, E.A. 2008. Effect of nitrogen fertilizer, manure and irrigation water on yield and yield components of maize. Electronic Journal of Crop Production 2(1): 67-85. (In Persian with English Summary)

Mojadam, M. 2008**.** Effects of water deficit stress and nitrogen management on dry matter distribution and some morphological characteristics of corn. Journal of Environmental Stresses in Plant Science 1(2): 123-136.

Nissanka, S.P., Dixon, M.A., and Tollennar, M. 1997. Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid. Crop Science 37(1): 172-181.

Rahimi, A., Sayadi, F., Dashti1, H., and Tajabadi Pour, A. 2013. Effects of water and nitrogen supply on growth, water-use efficiency and mucilage yield of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Journal of Soil Science and Plant Nutrition 13(2): 341-354.

Ryan Harrelson, E., Hoyt, G.D., Havlin, J.L., and Monks, D.W. 2008. Effect of planting date and nitrogen fertilization rates on no-till pumpkins. Horticultural Science 43(3): 857-861.

Shahidi, F. 2005. Bailey's industrial oil and fat products. Edible seed oils. Journal of Food Science 68: 1240-1243.

Shahidi, F., Koocheki, A., and Baghaie, H. 2006. Evaluation of some chemical combinations and physical traits of water melon, pumpkin, cantaloupe and melon seeds and determination of their chemical characteristics of oil. Food

Science and Technology 20(5): 411-421.

Singandhupe, R.B., Rao, G.G.S.N., Patial, N.G., and Brahmanand, P.S. 2002. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.). European Journal of Agronomy 19(2): 327-340.

Swaider, J.M., Chyan, F., and Freill, G. 1994. Genotypic difference in nitrate uptake and utilization efficiency in pupmpikin hybrids. Journal of Plant Nutrition 17(10): 1687-1699.

Timsina, J., Singh, U., Badaruddin, M., Meisner, C., and Amin, M.R. 2001. Cultivar, nitrogen, and water effects on productivity, and nitrogen use efficiency and balance for rice-wheat sequences of Bangladesh. Field Crops Research 72(12): 43-161.

Wang, H., Zhang, L., Dawes, W.R., and Liu, C. 2001. Improving water use efficiency of irrigated crops in the North China Plain-measurements and modeling. Agriculture and Water Management 48(2): 151-167.

Winter, S.R. 1990. Sugar beet response to nitrogen as affected by seasonal irrigation. Agronomy Journal 82(5): 984-988.

Zwart, S.J., and Bastiansen, W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, cotton, and maize. Agricultural Water Management 69(2): 115-133.