نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۲۸-۲۱۹

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 2, Summer 2014, p. 219-228

تأثیر رژیم آبیاری و عمق کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی و صنعتی موسیر (*Allium altissimum* Regel.) در شرایط آب و هوایی مشهد

میلاد شریف روحانی[۱*]، محمد کافی[۲] و احمد نظامی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۳

چکیده

موسیر (*Allium altissimum* Regel.) گیاهی دارویی و صنعتی، چندساله، دارای غده زیرزمینی و یکی از مهم‌ترین گونه‌های دارویی و صنعتی جنس *آلیوم* در ایران می‌باشد که به صورت خودرو و طبیعی در مناطق مرتفع با اقلیم خیلی سرد تا نیمه‌سرد رشد می‌کند. با توجه به خودرو بودن این گیاه و احتمال مواجه شدن با تنش کمبود آب در سال‌های مختلف و تأثیر بر عملکرد آن، تعیین نیاز آبی گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بدین جهت به منظور بررسی اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری و عمق کاشت، این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج سطح آبیاری: بدون آبیاری(I_1)، آبیاری پس از ۵±۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر(I_2)، آبیاری پس از ۵±۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر(I_3)، آبیاری پس از ۵±۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (I_4) و آبیاری پس از ۵±۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر(I_5، شاهد) و دو سطح عمق کاشت پنج سانتیمتر (D_1) و ۱۰ سانتیمتر (D_2) بودند. نتایج نشان داد افزایش فواصل آبیاری باعث کاهش وزن خشک پیاز، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع ساقه گل‌دهنده شد. همچنین عمق کاشت تأثیر معنی‌داری بر روی صفات مورد مطالعه نداشت. اثرات متقابل سطوح آبیاری و عمق کاشت نیز باعث کاهش ارتفاع ساقه گل‌دهنده، عملکرد خشک پیاز و شاخص برداشت شد. همچنین اثر متقابل آبیاری و عمق کاشت تأثیر معنی‌داری در تغییرات سطح برگ و سرعت رشد محصول داشت. نتایج این مطالعه نشان داد گیاه موسیر به میزان آب در دسترس واکنش مثبت نشان می‌دهد، ولی عمق کاشت تا ۱۰ سانتی‌متر تأثیری بر عملکرد پیاز آن ندارد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع ساقه گل‌دهنده، سرعت رشد محصول، شاخص برداشت، وزن خشک پیاز

مقدمه

کشور ما دارای منابع غنی گیاهان دارویی بوده و از لحاظ آب وهوایی، موقعیت جغرافیایی و زمینه رشد این گیاهان یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می‌گردد، ولی متأسفانه علیرغم دارا بودن این پتانسیل‌ها بهره‌برداری و استفاده از این گیاهان به صورت خودرو و زراعی به نحوی که در دیگر کشورها معمول است، هنوز در ایران که تاریخچه چشمگیری در این زمینه دارد مورد توجه قرار نگرفته است (Samsamshariat, 1995). جنس *Allium* شامل بیش از ۷۰۰ گونه می‌باشد که از تعداد زیادی گیاهان چندساله با اندام‌هایی ذخیره‌ای زیرزمینی تشکیل شده است. یکی از مراکز اصلی تکامل جنس *Allium* منطقه ایران و تورانی می‌باشد (Hanlet et al., 1992). موسیر (*Allium altissimum* Regel.) یکی از مهم‌ترین گونه‌های دارویی و صنعتی جنس *آلیوم* در ایران می‌باشد که به صورت خودرو و طبیعی در مناطق مرتفع با اقلیم خیلی سرد تا نیمه‌سرد از جمله خراسان، لرستان و دیگر مناطق کشور با ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و در شیب‌های مختلف رشد می‌کنند (Kheyrkhah, 2006). پیاز و برگ‌های موسیر در صنایع غذایی به عنوان ترشیجات و تهیه ماست موسیر در کارخانجات لبنی کاربرد دارد. از ساقه زیرزمینی آن استفاده‌های فراوانی در طب سنتی و صنایع دارویی می‌شود. درخصوص اثرات دارویی آن می‌توان به درمان رماتیسم، ترمیم زخم-های سطحی، سنگ‌کلیه، کاهش فشار خون، ضد اسهال، اشتهاآور، تقویت‌کننده سیستم گوارش اشاره کرد. همچنین عصاره پیاز موسیر

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Milad_rohani@yahoo.com)

مانع از تکثیر سلول‌های سرطانی می‌شود (Amin et al., 2001; Baril et al., 2005; Block et al., 2000).

با توجه به نیاز روزافزون به گیاهان دارویی و صنعتی قابل برداشت از زیستگاه‌های طبیعی و نیز تخریب روزافزون رویشگاه‌های طبیعی آن‌ها به نظر می‌رسد تولید زراعی این گونه‌ها در سیستم‌های زراعی بتواند به عنوان یک استراتژی مهم در تأمین بازار رو به گسترش این گیاهان عمل کند (Uniyal, 2000). کشت و تولید گیاهان دارویی و صنعتی نه تنها وسیله‌ای برای تأمین نیازهای روز افزون ترکیبات دارویی حال و آینده است، بلکه رهیافتی جهت کاهش فشار بر جوامع گیاهی عرصه‌های طبیعی می‌باشد (Bodeker, 2002; Hrnischfeger, 2000).

عمق کاشت تعیین‌کننده وضعیت و تغییرات حرارتی و رطوبتی خاک بوده و معیاری از نیروی مقاومت خاک در برابر خروج جوانه اولیه از خاک است. عدول از عمق کاشت مطلوب گیاه موجب تأخیر در سرعت سبز شدن و یا ضعف بنیه گیاهچه می‌شود (Khajehpour, 2006). از آنجا که رشد گیاه با تنش آب در خاک به طور غیر مستقیم کنترل می‌شود، اندازه‌گیری و کنترل رطوبت خاک برای بالا بردن عملکرد و بازده آبیاری محصولات زراعی الزامی می‌باشد. با توجه به مصارف بالای گیاه موسیر در کشور ما و احتمال نابودی آن بر اثر استفاده بی‌رویه از رویشگاه‌های طبیعی گیاه، انجام تحقیقات در زمینه فرایند اهلی‌سازی و تولید انبوه این گیاه باارزش برای جلوگیری از فرسایش ژنتیکی ضرورت دارد. با توجه به خودرو بودن این گیاه و احتمال مواجه شدن با تنش کمبود آب در سال‌های مختلف و تأثیر آن بر عملکرد آن تعیین نیاز آبی گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اینکه در رابطه با میزان آبیاری و عمق کاشت گیاه موسیر اطلاعاتی وجود ندارد، هدف از این مطالعه تعیین میزان آب و عمق کاشت مطلوب در گیاه موسیر و اثرات این پارامترها بر صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکرد این گیاه می‌باشد.

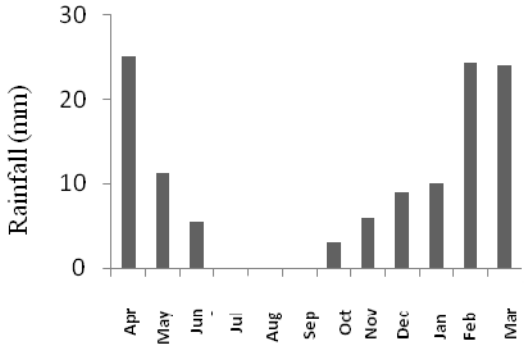
مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا اجرا شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمایش شامل میزان آبیاری در پنج سطح، بدون آبیاری (I_1)، آبیاری پس از ۵±۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (I_2)، آبیاری پس از ۵±۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (I_3)، آبیاری پس از ۵±۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (I_4) و آبیاری پس از ۵±۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (I_5، شاهد) و فاکتور عمق کاشت در دو سطح پنج سانتی‌متر (D_1) و ۱۰ سانتی‌متر (D_2) بودند.

پس از عملیات آماده‌سازی زمین (شخم، کوددهی، دیسک و تسطیح) غده‌ها در تاریخ نهم دی‌ماه ۱۳۸۹ در ردیف‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر کشت شدند و تراکم کاشت ۲۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها یک متر لحاظ شد. هر کرت شامل چهار ردیف به طول ۲/۵ متر بود. غده‌های موسیر مورد استفاده در این آزمایش از منطقه کلات خراسان رضوی جمع‌آوری شد و گستره وزن آن‌ها بین ۲۰ تا ۳۰ گرم بود. از نظر کوددهی بر اساس آزمایش خاک (جدول ۱) معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل به زمین داده شد (بر اساس آزمایش، پتاسیم خاک در حد مناسبی بود و مصرف کود پتاسه ضروری به نظر نمی‌رسید). تمامی کود سوپرفسفات تریپل مورد نیاز در ابتدا به خاک افزوده شد و کود اوره نیز به دو بخش مساوی تقسیط شد که بر این اساس بخش اول قبل از کاشت و بخش دوم ۶۵ روز پس از کاشت به خاک افزوده شد. مبارزه با علف هرز موجود در زمین به صورت دستی از اوایل تا اواسط دوره رشد گیاه صورت گرفت.

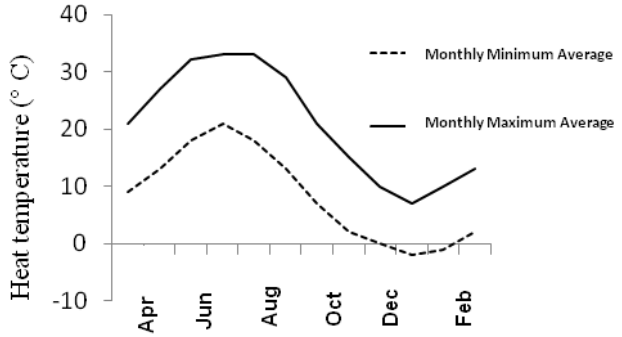
میزان تبخیر به طور روزانه از تشت تبخیر کلاس A ثبت می‌شد. هر زمان که تبخیر تجمعی روزهای متوالی بین اعداد ۱۵ تا ۲۵ میلی-لیتر قرار می‌گرفت، تیمار شاهد (I_5) در روز بعد آبیاری می‌شد. این مقادیر برای تیمار I_2 تا I_4 به ترتیب برابر ۷۵ تا ۸۵، ۵۵ تا ۶۵ و ۳۵ تا ۴۵ میلی‌لیتر بود. آمار هواشناسی دوره رشد، شامل بارش و میانگین دمای ماهیانه نیز در شکل ۱ و ۲ آمده است.

نصف مساحت هر کرت به نمونه‌برداری تخریبی و نصف دیگر آن برای تعیین عملکرد اختصاص داده شد. برای کاهش اثرات حاشیه، نمونه‌ها از دو ردیف وسط هر کرت برداشت شدند. نمونه‌برداری در طول فصل رشد در هفت مرحله به طور تصادفی (با فواصل ۱۰- ۱۵ روز بسته به مرحله رشد گیاه) و با برداشت بخش‌های زیرزمینی و هوایی دو بوته از هر کرت صورت گرفت و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه ارتفاع ساقه گل‌دهنده و سطح برگ (از طریق دستگاه سطح برگ‌سنج) تعیین شد.



شکل ۱- بارندگی ماهیانه در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

Fig. 1- Monthly precipitation during growing season 2010-2011



شکل ۲- میانگین حداقل و حداکثر دمای ماهانه در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

Fig. 2- Average monthly minimum and maximum temperatures during growing season 2010-2011

در مرحله بعد ابتدا وزن‌تر برگ، ساقه و غده تعیین و سپس وزن خشک اندام‌های مذکور پس از قرار دادن در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری و ثبت شد.

برای محاسبه شاخص سطح برگ[1] (LAI) و سرعت رشد محصول[2] (CGR) معادله‌های زیر مورد استفاده قرار گرفت (Koochaki & Sarmadnia, 1998).

$$LAI=(\{LA_1/G_A\}+\{LA_2/G_A\})/2 \quad \text{معادله (۱)}$$

$$CGR=(W_2-W_1)/(\{T_2-T_1\}*G_A) \quad \text{معادله (۲)}$$

در این معادلات، W_1 و W_2: به ترتیب وزن خشک کل در نمونه-برداری اول و دوم، LA_1 و LA_2: به ترتیب سطح برگ نمونه‌برداری اول و دوم، T_1 و T_2: به ترتیب زمان نمونه‌برداری اول و دوم و G_A: سطح نمونه‌برداری شده بر حسب متر مربع می‌باشد.

همچنین در پایان فصل رشد گیاه و به منظور تعیین عملکرد غده، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، سایر بوته‌های باقی‌مانده در نیمه دیگر کرت از سطح یک متر مربع برداشت و صفات مربوطه تعیین شد.

برای محاسبه شاخص برداشت[3] (HI) از نسبت عملکرد اقتصادی به بیولوژیک استفاده شد.

در این معادلات وزن خشک غده خشک شده (گرم در متر مربع) به عنوان عملکرد اقتصادی و وزن خشک کل بوته شامل غده، برگ و ساقه گل‌دهنده (گرم در متر مربع) به عنوان عملکرد بیولوژیک در نظر گرفته شد.

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MINITAB انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

در هر نوبت آبیاری، با نمونه‌برداری خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر، رطوبت موجود در خاک اندازه‌گیری شد. آبیاری‌ها به نحوی انجام می‌گرفت که تا عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک به حد ظرفیت

1- Leaf Area Index
2- Crop Growth Rate
3- Harvest Index

مزرعه برسد. حجم آب مورد نیاز در هر کرت در هر آبیاری از رابطه زیر به دست آمد:

معادله (۳) $W = (\theta_{fc} - \theta_i)\rho.R.A$

که در آن، W حجم آب لازم برای آبیاری یک کرت (متر مکعب)، θ_{fc} رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه (نسبت وزنی)، θ_i رطوبت خاک قبل از آبیاری (نسبت وزنی)، ρ جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، R عمق ریشه (در این آزمایش ۰/۲ متر) و A مساحت کرت (متر مربع) می‌باشد. میزان آب آبیاری محاسبه شده و با استفاده از کنتور تعیین و به زمین داده شد. بدین ترتیب حجم کل آب مصرفی در کل دوره رشد در تیمارهای I_1 تا I_5 به ترتیب ۰/۵ (آبیاری اولیه)، ۲/۳، ۲/۹، ۴/۱ و ۷/۴ متر مکعب برای هر کرت بود. میزان بارندگی در طول دوره رشد محاسبه و از میزان تبخیر کاسته شد. با توجه به میزان تبخیر از تشتک در طول دوره آزمایش، فواصل بین دو آبیاری در ماه‌های اسفند تا اردیبهشت در جدول ۲ ذکر شده است.

نتایج و بحث

تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)

شاخص سطح برگ گیاهان با گذشت زمان از کاشت در تمام تیمارهای آبیاری افزایش یافت، اما پس از رسیدن به یک حد معین شروع به کاهش نمود که میزان آن بسته به میزان آبیاری متفاوت بود. در تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر)، گیاهان نسبت به بقیه تیمارها دیرتر به حداکثر LAI رسیدند (۸۰ روز پس از سبز شدن)، اما سایر تیمارها در حدود ۵۰ تا ۶۰ روز پس از سبز شدن به حداکثر LAI خود رسیدند. همچنین این تیمار در بین تیمارهای آبیاری بیشترین سطح برگ را داشت و پس از رسیدن به نقطه اوج LAI با شیب کمتری نسبت به سایر تیمارها کاهش پیدا کرد (شکل ۳- الف و ب). بیشترین سطح برگ گیاه در تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) و عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر (LAI = ۳/۸) و کم‌ترین آن در تیمار بدون آبیاری و عمق کاشت پنج سانتی‌متر (LAI =۰/۴) مشاهده شد (شکل ۳- الف و ب). با وجود این که در اغلب تیمارها LAI پس از رسیدن به اوج خود کاهش یافت، ولی این کاهش با افزایش فاصله آبیاری، شدیدتر شد، همچنین در تیمار آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و عمق کاشت پنج سانتی‌متر مشاهده شد که LAI به آخر فصل رشد روندی تقریباً صعودی داشت درحالیکه در سایر تیمارها در هر دو عمق کاشت بعد از رسیدن به حداکثر LAI شاخص سطح برگ کاهش داشت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical properties of soil

وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Bulk density (g/cm^3)	بافت Texture	درصد ظرفیت زراعی (٪) θ_f (%)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	نیتروژن (پی‌پی‌ام) N (ppm)	اسیدیته pH
1/5	سیلتی لوم Silty-loam	27	120	25	15/5	7/14

جدول ۲- فواصل آبیاری تیمارهای آبیاری در ماه‌های مختلف

Table 2- Irrigation intervals of treatments in different months

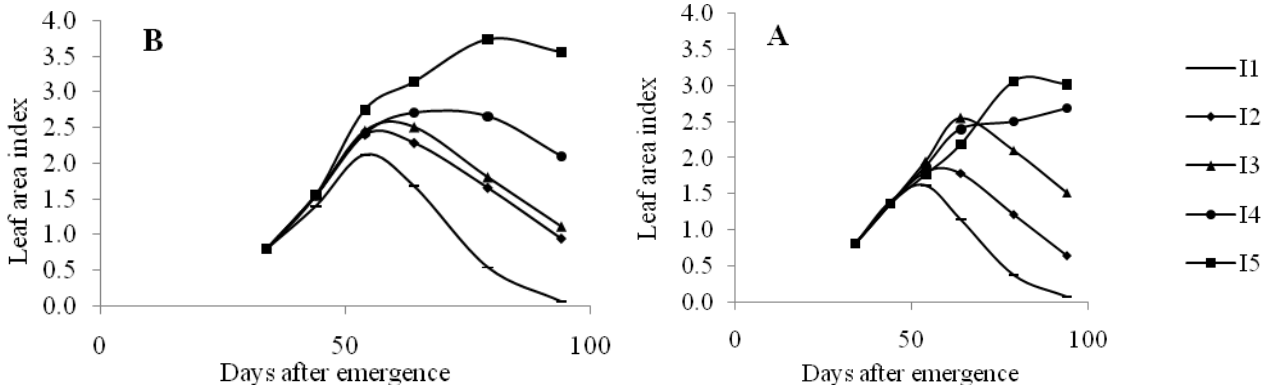
فواصل آبیاری (روز) در ماه‌های مختلف Irrigation intervals (days) in a month			
تیمار آبیاری Irrigation treatment	اسفند February	فروردین March	اردیبهشت April
I_2	20	16	12
I_3	15	11	9
I_4	10	8	6
I_5	5	4	3

به نظر می‌رسد کـه کمبـود آب تسـریع در پیـری بـرگ و پدیـده زودرسی را در پی داشته است و در طی آن برگ‌هـای پیـر بـه میـزان قابل توجهی سطح سبز خود را از دسـت دادنـد (Karimi, 1994). در این مطالعه حتی در بعضی از تیمارها فقط جوانترین برگ‌ها سبز بـاقی مانده و مابقی برگ‌هـا زرد شـده و در نتیجـه آن سـطح بـرگ شـدیداً کاهش یافت. این پدیـده کـه تنظـیم سـطح بـرگ نامیـده مـی‌شـود، مکانیزمی است که توسط آن سطح برگ و تعرق در شرایط محدودیت رطوبت، کاهش می‌یابد (Emam, 2005). محققین دیگر نیز معتقدنـد که تنش رطوبت از طریق تسریع پیری و ریزش بـرگ‌هـا اثـر خـود را روی کاهش سطح برگ می‌گذارند (Salim et al., 1985). راوسون و ترنر (Rawson & Turner, 1992) نیز طی آزمایشی نتیجـه گرفتنـد که تعداد برگ در آفتابگردان‌های تحت تنش خشکی کمتـر از شـرایط بدون تنش بود.

به طورکلی سطح برگ در شرایط کمبود آب کاهش پیدا می‌کنـد، زیرا در شروع تنش آب و با کاهش میزان آب گیاه، سلول‌ها چروکیـده شده و دیواره سلولی سست می‌شود و کاهش حجم سلولی باعث فشار هیدروستاتیک و یا پتانسیل فشاری کمتـر مـی‌شـود. بـه علـت اینکـه کاهش پتانسیل فشاری اولین اثر مهم بیوفیزیکی تنش آب اسـت، بـه نظر می‌رسد فعالیت‌های وابسته بـه پتانسـیل فشـاری، حسـاس‌تـرین واکنش‌ها نسبت به کمبود آب هستند. رشـد سـلول شـامل دو فرآینـد تقسیم و بزرگ شدن سلول است و میزان تـأثیر کمبـود آب بـر رشـد سلول بیشتر است، زیرا تا زمانی که سلولی به اندازه کافی رشـد نکنـد، فرآیند تقسیم انجام نخواهد شد که در نهایت ممانعت از رشد سـلولی، منجر به کاهش سطح برگ می‌شود و به همین دلیـل کـاهش سـطح برگ و به دنبال آن کاهش LAI اولین واکـنش گیـاه بـه کمبـود آب می‌باشد (Tize & Zaiger, 1991).

تغییرات سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول تا مرحله گلدهی روند افزایشی داشت و بعـد از آن روندی نزولی بـه خـود گرفـت (شـکل ۴- الـف و ب). افـزایش CGR در اواسط فصل رشد به زیاد شدن سطح برگ نسبت داده شـده و مقدار آن در مرحله‌ای که LAI حـداکثر اسـت، بیشـترین مـی‌باشـد (شکل۴-۲ الف و ب)، زیرا برگ‌ها عامل اصلی فتوسنتز و افزایش ماده خشک در واحد سطح هسـتند (Tize & Zaiger, 1991). بـا کـاهش میزان آبیاری CGR به شدت تحت تأثیر قرار گرفت، به طوری که در عمق کاشت پنج سانتی‌متر گیاهان در تیمارهای شاهد (آبیاری پـس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) و آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر در ۸۰ روز پس از سبز شدن بـه حـداکثر CGR خـود رسیده و پس از آن کاهش یافتند. در صورتی که در تیمار آبیاری پـس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر CGR پس از رسیدن به حداکثر خود پس از ۶۴ روز پس از سبز شدن کاهش یافت و دو تیمارآبیاری پس از ۸۰ میلی-متر تبخیر از تشت تبخیرو بدون آبیاری گیاهـان ۵۵ روز پـس از سـبز شدن به حداکثر CGR رسیدند (شکل۴- الف).



شکل ۳- تأثیر رژیم‌های آبیاری بر تغییرات شاخص سطح برگ موسیر در طی فصل رشد در شرایط کشت غده در عمق پنج (الف) و ۱۰ سانتی‌متر (ب)

Fig. 3- Effect of irrigation regimes on changes in LAI of shallot during the growing season in the planting conditions of bulb at a depth of 5 (A) and 10 cm (B)

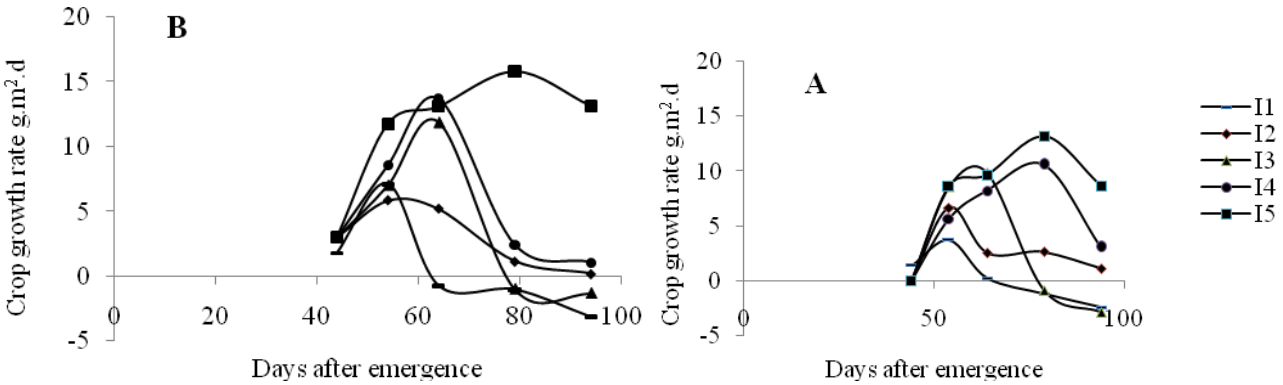
I_1، I_2، I_3، I_4 وI_5 به‌ترتیب بدون آبیاری و آبیاری پس از ۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر

I_1, I_2, I_3, I_4 and I_5, respectively, with no irrigation and irrigation after 80, 60, 40 and 20 mm evaporation from pan evaporation

در عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر تنها تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) در ۸۰ روز پس از سبز شدن به حداکثر CGR خود رسید و بعد از آن کاهش یافت. تیمارهای آبیاری پس از ۴۰ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر ۶۴ روز پس از سبز شدن و دو تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و بدون آبیاری در ۵۵ روز پس از سبز شدن به حداکثر CGR خود رسیدند و بعد از آن کاهش یافتند (شکل۴- الف و ب). بیشترین میزان CGR (۱۵/۷۹ گرم بر متر مربع در روز) مربوط به تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) در عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر و کم‌ترین آن مربوط به تیمار بدون آبیاری در عمق کاشت پنج سانتی-متر (۳/۷ گرم بر متر مربع در روز) بود (شکل ۴- الف و ب). به نظر می‌رسد که گیاه تحت کمبود آب برای کاهش تبخیر و تعرق اقدام به کاهش سطح سبز کرده است. بعلاوه کاهش سرعت رشد محصول را تا مرز صفر، می‌توان به علت کاهش فتوسنتز خالص و مصرف کربوهیدرات‌ها در مسیر تنفس نسبت داد (Tize & Zaiger, 1991). با توجه به رابطه مستقیمی که بین LAI و CGR وجود دارد، احتمالاً می‌توان اظهار داشت که گیاهان در تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) با حفظ سطح برگ خود توانایی بیشتری برای رسیدن به حداکثر CGR داشته‌اند، زیرا با دریافت تشعشع، کربوهیدرات بیشتری را ساخته‌اند. علت منفی شدن CGR در مراحل آخر رشد، کاهش ماده خشک در اثر ریزش برگ‌ها می‌باشد (Clarcke & Simpson, 1978). گزارش‌های توماس (Thomas, 1969) حاکی از آن است که در شرایط تنش خشکی و با کاهش پتانسیل آبی گیاه، سرعت رشد گیاه به دلیل افزایش شدت تنفس و کاهش فتوسنتز کاهش می‌یابد.

ارتفاع ساقه گل‌دهنده

نتایج نشان داد که اثر متقابل آبیاری و عمق کاشت بر ارتفاع ساقه گل‌دهنده معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۳) و بیشترین ارتفاع در تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) در عمق کاشت پنج سانتی‌متر (۷۱ سانتی‌متر) و کم‌ترین آن در تیمار بدون آبیاری در عمق کاشت پنج سانتی‌متر (۵۶/۷ سانتی‌متر) بدست آمد. افزایش فواصل آبیاری تا تیمار بدون آبیاری نسبت به شاهد در عمق کاشت پنج سانتی‌متر منجر به کاهش ارتفاع ساقه گل‌دهنده به میزان ۲۰ درصد شد، درحالی که افزایش فواصل آبیاری تا تیمار بدون آبیاری نسبت به شاهد در عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر کاهش ۱۶ درصدی ارتفاع ساقه گل‌دهنده را به دنبال داشت (جدول ۵). کاهش میزان آب قابل دسترس باعث تغییرات مورفولوژیکی در گیاه می‌شود. با افزایش تنش رطوبتی رشد طولی گیاهان کاهش می‌یابد. در واقع کاهش پتانسیل آب بافت‌های مریستمی در طول روز موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول‌ها می‌گردد (Nielson, 1996). در آزمایشی دیگر محققین بیان نمودند که کمبود آب اثرات زیادی بر روی تشکیل ماده خشک برگ‌ها و ساقه‌ها دارد (Blocke et al., 2001).



شکل ٤- تأثیر رژیم‌های آبیاری بر تغییرات سرعت رشد موسیر در طی فصل رشد در شرایط کشت غده در عمق پنج (الف) و ۱۰ سانتی‌متر (ب)

Fig. 4- Effect of irrigation regimes on changes in CGR of shallot during the growing season in the planting conditions of bulb at a depth of five (A) and 10 cm (B)

I_1، I_2، I_3، I_4 و I_5 به ترتیب بدون آبیاری و آبیاری پس از ۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر

I_1, I_2, I_3, I_4 and I_5, respectively, with no irrigation and irrigation after 80, 60, 40 and 20 mm evaporation from pan evaporation

احتمالاً کاهش رطوبت خاک سبب می‌گردد که رقابت برای آب بین بوته‌ها زیاد گردد، لذا گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به اندام‌های زیرزمینی (ریشه) اختصاص می‌دهد و به دنبال آن در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به بخش هوایی از جمله ساقه رسیده که این امر باعث کاهش ارتفاع بوته می‌گردد (Chabdraker,1994; Daulay, 1982). از سوی دیگر آب اضافه شده به خاک موجب افزایش تورژسانس و در نتیجه رشد و توسعه سلول به ویژه در ساقه و برگ‌ها شده و به همین علت ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. در آزمایشی دیگر بر روی تأثیر رژیم آبیاری ارزن مشاهده شد که اعمال تنش رطوبتی باعث کاهش ارتفاع بوته شده است (Khazaei et al., 2005). کاهش میزان آب قابل دسترس به خصوص در ابتدای دوره گلدهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه کردن دوره زایشی به طور غیر مستقیم روی ارتفاع بوته اثر منفی می‌گذارد (Gopta et al., 1995).

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که بین رژیم‌های آبیاری از نظر عملکرد بیولوژیک موسیر اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) وجود داشت (جدول ۳). بین رژیم‌های آبیاری، گیاهان مربوط به تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) با ۵۶۱ گرم در متر مربع و تیمار بدون آبیاری با ۱۳۱ گرم در متر مربع به ترتیب بیشترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک را تولید کردند (جدول ۴). کمبود آب مانع از آن می‌شود که وزن زیستی گیاه به حداکثر خود برسد که این کاهش می‌تواند به دلیل اثر تنش آبی بر فتوسنتز باشد (Tize & Zaiger, 1991). در آزمایشی که بر روی اثرات سطوح مختلف تنش خشکی و کود نیتروژن بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد بیولوژیک ذرت سینگل کراس ۷۰۴ انجام شد، بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۰/۳ تن در هکتار) در شرایط آبیاری مناسب به دست آمد و با اعمال تنش خشکی از مقدار تولید ماده خشک گیاه کاسته شد (Eck, 1984). در آزمایشی دیگر نشان داده شد که ماده خشک کل تولیدی در شرایط بدون آبیاری نسبت به گیاهانی که بعد از گل‌دهی آبیاری شده بودند ۳۰ تا ۴۰ درصد کمتر بود (Leport et al., 1999).

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که بین رژیم‌های آبیاری از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) وجود داشت (جدول۳). با وجود این بین تیمار شاهد با تیمارهای آبیاری پس از ۴۰ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و عمق کاشت نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) در عمق کاشت پنج سانتی‌متر (۹۲ درصد) و کم‌ترین آن در تیمار بدون آبیاری در عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر (۸۵ درصد) بدست آمد (جدول ۵). افزایش فواصل آبیاری تا تیمار بدون آبیاری نسبت به شاهد در عمق کاشت پنج سانتی‌متر منجر به کاهش شاخص برداشت به میزان شش درصد شد، در حالی که افزایش فواصل آبیاری تا تیمار بدون آبیاری نسبت به شاهد در عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متری نسبت به شرایط بدون آبیاری کاهش شاخص برداشت را به میزان چهار درصد به دنبال داشت (جدول ۵). همچنین در تیمارهای بدون آبیاری و آبیاری پس از ۴۰ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر تفاوت معنی‌داری بین شاخص برداشت گیاه موسیر در عمق کاشت پنج و ۱۰ سانتی‌متر دیده نشد. در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر افزایش عمق کاشت از پنج به ۱۰ سانتی‌متر افزایش شش درصدی شاخص برداشت را در پی داشت، در صورتی که افزایش عمق کاشت در تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) منجر به کاهش شاخص برداشت به میزان سه درصد شد. در گیاه موسیر بالا بودن شاخص برداشت به دلیل بالا بودن صورت کسر یعنی عملکرد پیاز می‌باشد، زیرا اندام هوایی گیاه موسیر آب بیشتری نسبت به پیاز دارد و پس از خشک شدن افت شدیدی در وزن اندام هوایی گیاه موسیر ایجاد می‌شود، اما میزان آب موجود در پیاز موسیر پایین بود و پس از خشک شدن افت کمتری در وزن پیازهای موسیر مشاهده شد. به همین دلیل بخش زیادی از وزن خشک کل گیاه موسیر مربوط به پیاز آن می‌باشد و لذا شاخص برداشت در این گیاه بالا می‌باشد.

عملکرد پیاز

نتایج نشان داد که بین رژیم‌های آبیاری از نظر عملکرد خشک پیاز موسیر اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) وجود داشت (جدول ۳). به طوری‌که عملکرد خشک پیاز موسیر با افزایش فاصله آبیاری کاهش یافت. بیشترین و کم‌ترین عملکرد پیاز به ترتیب در تیمارهای شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) و تیمار بدون آبیاری بدست آمد (جدول ۴). این کاهش عملکرد را می‌توان به نقش آب در

افزایش رشد رویشی و تجمع مواد فتوسنتزی ساخته شده در پیاز و در نتیجه افزایش قطر و وزن پیاز زیرزمینی نسبت داد. نتایج حاصله از این آزمایش با یافته‌های سایر محققین که در گیاهان هم‌خانواده موسیر انجام گرفته، مطابقت دارد. در آزمایشی هنگامی که پس از ۳۵ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر، گیاه پیاز را آبیاری کردند، بیشترین عملکرد پیاز و هنگامی که پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر آبیاری انجام دادند، کم‌ترین عملکرد پیاز را بدست آوردند (Hasanzadeh et al., 2010). در آزمایش دیگر محققین بیان کردند از بین چهار تیمار آبیاری بر اساس نسبت آب آبیاری به تبخیر تجمعی از تشت تبخیر به ترتیب ۰/۶، ۰/۸، ۱ و ۱/۲، بیشترین عملکرد پیاز در تیمار بیشترین مقدار آبیاری گزارش شده است (Sharma & Behat, 1997).

اثر متقابل آبیاری و عمق کاشت بر عملکرد خشک پیاز موسیر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود و بیشترین آن از تیمار شاهد (آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر) در عمق کاشت پنج سانتی‌متر و کم‌ترین آن از تیمار بدون آبیاری در همان عمق کاشت بدست آمد (جدول ۵). افزایش فواصل آبیاری تا تیمار بدون آبیاری نسبت به شاهد در عمق کاشت پنج سانتی‌متر منجر به کاهش عملکرد خشک پیاز به میزان ۸۴ درصد شد، درحالی‌که افزایش فواصل آبیاری تا تیمار بدون آبیاری نسبت به شاهد در عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر نسبت به شرایط بدون آبیاری کاهش ۶۸ درصدی عملکرد خشک پیاز را به دنبال داشت (جدول ۵). بر این اساس تیمار آبیاری در عمق پنج سانتی‌متری نسبت به عمق ۱۰ سانتی‌متری به کمبود آب حساس‌تر بوده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده موسیر تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و عمق کاشت

Table 3- Analysis of variance of shallot traits, measured under different levels of irrigation and planting depth

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	وزن خشک پیاز Bulb dry weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI
تکرار Block	2	0/95^{ns}	3/47^{ns}	1/00^{ns}	3/21^{ns}
آبیاری Irrigation	4	281**	49/92**	19/41**	8/76**
عمق کاشت Planting depth	1	0/09^{ns}	0/3^{ns}	0/11^{ns}	0/64^{ns}
آبیاری * عمق کاشت Irrigation*Planting depth	4	6/61**	4/47*	0/32^{ns}	4.28*

*، ** وns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیرمعنی‌دار

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

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد موسیر تحت تأثیر سطوح رژیم آبیاری و عمق کاشت

Table 4- Mean Comparison of yield and yield components of shallot affected by irrigation levels and planting depth

	آبیاری Irrigation					عمق کاشت Planting depth	
تیمارها Treatments	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	D_1	D_2
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	57/5e	59/5d	62/0c	68/3b	70/3a	63/2a	63/8a
وزن خشک پیاز (گرم بر مترمربع) Bulb dry weight (g/m^2)	113d	246c	249c	366b	510a	302a	292a
عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) Biological yield (g/m^2)	131d	287c	276c	407b	561a	335a	326a
شاخص برداشت HI	85.7c	88.3b	90.2a	90/0a	90.2a	88.5a	89.2a

در هر ردیف میانگین‌های مربوط به هر عامل که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر مبنای آزمون LSD در سطح پنج درصد دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

Means with the same letter(s) in each row are not significantly different based on LSD test ($p\leq0.05$).

جدول ۵- اثر متقابل رژیم آبیاری و عمق کاشت بر میانگین صفت های مورد مطالعه در موسیر

Table 5- Interaction between irrigation regime and Planting depth on the mean of studied traits of shallot

رژیم آبیاری*عمق کاشت Irrigation*Planting depth	شاخص برداشت (٪) HI (%)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) Biological yield (g/m^2)	وزن خشک پیاز (گرم بر مترمربع) Bulb dry weight (g/m^2)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
I_1D_1	88. 3	108	92.2	56.7
I_1D_2	85.0	154	132	58. 3
I_2D_1	86.0	267	233	58.7
I_2D_2	90.67	290	259	60. 3
I_3D_1	89.0	257	229	61.0
I_3D_2	91. 3	295	269	63.0
I_4D_1	89. 7	404	362	69.0
I_4D_2	90. 3	410	370	67.7
I_5D_1	91. 7	642	594	71.0
I_5D_2	88. 7	480	426	69.7
LSD (0.05)	2.3	116.2	88.6	1.4

I_1، I_2، I_3، I_4 و I_5 به ترتیب بدون آبیاری و آبیاری پس از ۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و D_1 و D_2 به ترتیب عمق کاشت پنج و ۱۰ سانتی‌متر

I_1, I_2, I_3, I_4 and I_5, respectively, with no irrigation and irrigation after 80, 60, 40 and 20 mm evaporation from pan evaporation and $D_1$and D_2, respectively, five and 10 cm planting depth

شاخص برداشت

تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که بین رژیم‌های آبیاری از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت (جدول ۳)، اما بین تیمار آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). بین تیمارهای عمق کاشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و عمق کاشت نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری پس از ۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و عمق کاشت پنج سانتی‌متر (۹۲) و کمترین شاخص برداشت در تیمار بدون آبیاری و عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر (۸۵) بدست آمد (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد گیاه موسیر به میزان آب در دسترس واکنش نشان می‌دهد. افزایش فواصل آبیاری باعث کاهش عملکرد خشک پیاز، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه شد. همچنین عمق کاشت تأثیر معنی‌داری بر روی صفات ایجاد نکرد. اثرات متقابل سطوح آبیاری و عمق کاشت نیز بر روی ارتفاع ساقه گل‌دهنده، عملکرد خشک پیاز و شاخص برداشت معنی‌دار بود. با توجه به نتایج آزمایش به نظر می‌رسد گیاه موسیر در شرایط آب و هوایی گرم و خشک نیاز آبی بالایی داشته باشد و در شرایط آب و هوایی مشهد فاصله آبیاری پنج روز مناسب به نظر می‌رسد.

منابع

Amin, H., Koshapour, V., and Polzade, M. 2001. The effect of aqueous extract of shallot on *Pseudomonas aeruginosa* infection following burn injury in rats. Proceedings of the Fourth Congress of Microbiology, Tehran University, p. 216-195. (In Persian)

Barile, E., Capasso, R., Izzo, A.A., Lanzotti, V., Sajjadi, S.E., and Zolfaghari, B. 2005. Structure activity relationships for saponins from *Allium hirtifolium* and *Allium elburzense* and their antispasmodic activity. Planta Medica 71: 1010-1018.

Block, E., Birringer M., Jiang W., Nakahodo T., Thompson H.J., Toscano P.J., Uzar, H., Zhang, X., and Zhu, Z. 2001. *Allium* chemistry: synthesis, natural occurrence, biological activity and chemistry of *se*-alk (en)ylselenocysteines and their g-glutamyl derivatives. Journal of Agriculture, Food and Chemistry 49: 458-470.

Bodeker, G. 2002. Medicinal Plants: Towards Sustainability and Security. Pp.11. Green College, Oxford, UK.

Chanbdrakar, B.L., Sekhar, S., Tuteja, S., and Tripathi, R.S. 1994. Effect of irrigation and nitrogen on growth and yield of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian Agronomy 39: 701-702.

Clarcke, J. M., and Simpson, G. M. 1987.Growth and analysis of *Brassica napus* cv. Tower. Canadian Journal of Plant Science 58: 587- 595.

Daulay, H.S., and Singh, K.C. 1982.Effect of prates and plant densities on the yield of rain fed sesame. Indian Journal of Agricultural Sciences 52: 166-169.

Eck, H.V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agronomy Journal 76: 421-428.

Emam, E., and Zavareh, M. 2005. Tolerate of Drought in Plants. Tehran University Publisher. p. 107-108. (In Persian)

Gopta, S.N., Dahiya, B.S., Malic, B.P.S., and Bishnoi, N.R. 1995. Response of chickpea to water deficit and drought stress. Haryan Agriculture. University Journal Research 25(2): 11-19.

Hanelt, P., Schultze-Motel, J., Fritsch, R., Kruse, J., Maass, H.I., Ohle, H., and Pistrick, K. 1992. Infrageneric Grouping of Allium- the Gatersleben approach. p. 107-123.

Hasanzadeh, H., Mohammadi, S.A., Zakeri, A., Nejati, F., and Mohammadi, M.A. 2010. Effects of different irrigation regimes on yield and yield components of four varieties of onion in hot and humid climates. Fifth National Conference on New Ideas in Agriculture, Faculty of Agriculture.

Hrnischfeger, G. 2000. Proposed guidelines of commercial collection of medicinal plant material. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 7: 43-50.

Karimi, M., and Azizi, M. 1994. Growth Analyzes of Crop Plants. Academic Jihad publisher, Mashhad. (In Persian)

Koo, A., and Sarmadnia, GH. 1998. Crop Physiology. Mashhad University of jihad publications.

Khajehpour, M.R. 2006. Principles of Agriculture. Industrial unit of University Jihad, Press Center. (In Persian)

Khajehpour, M.R. 2007. Fundamentals of Agriculture. Academic Jihad - Publications Centre, Isfahan. (In Persian)

Khazaei, H.R., Mohammadabadi, A., and Borzoei, A. 2005. Morphological and physiological characteristics of millet varieties in different irrigation regimes. Iranian Journal of Agricultural Research 3(1): 35-44. (In Persian with English Summary)

Kheyrkhah, M., and Dadkhah, A. 2006. Phenology of shallot (*Allium altissimum* Regel.) and examine its crop. Science and Technology 5: 15-9.

Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Bar, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11: 279-291.

Nielsen, D.C. 1996. Potential of canola as a dry land crop in north eastern Colorado. p. 281- 287. In: Journal Janick progress in new crops. ASHA press. Alexanderia, VA.

Rawson, H.M., and Turner, N.C. 1982. Recovery from water stress in five sunflower cultivars. I. Effect of the timing of water application on leaf area and seed production. Australian Journal of Plant Physiology 9: 437-443.

Salim, M.S., Hossain, M., Mamun, A.A. and Sidiqu, M.A. 1985. Yield of maize as affected by seed size and depth of planting. Journal of Agricultural Research 10: 136-141.

Samsameshariat, H. 1995. Breeding and Propagation of Medicinal Plants. Mani Publication. (In Persian)

Sharma, O.L., Katole N.S., and Gautam K.M. 1994. Effect of irrigation schedules and nitrogen levels on bulb yield and water use by onion (*Allium cepa* L.) Agricultural Science Digest Karnal 14(1): 15-18.

Taiz, L., and Ziger, E. 1991.Plant Physiology. Benjamin Publication. p. 346-356.

Thomas, T.H. 1969.The role of growth substances in the regulation of onion bulb dormancy. Journal of Experimental Botany 20: 124-137.

Uniyal, R.C. 2000. Research for Medicinal Plants Cultivation in India – a reference book. In Medicinal Plants Stakeholders Meeting. TRAFFIC-India, New Delhi.