تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰
۹۹۱-۱۰۰۱
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.3240.1829

مقاله پژوهشی

بررسی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی عروسک پشت‌پرده (*Physalis alkekengi* L.) در واکنش به سطوح مختلف آبیاری و کود دامی

اشکان عسگری[1*]، پرویز رضوانی‌مقدم[2]، علیرضا کوچکی[2]
۱. دانش‌آموخته دکتری اگرواکولوژی دانشگاه فردوسی مشهد؛ استادیار مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان
۲. عضو هیئت‌علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۱۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطوح آبیاری و کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی عروسک پشت‌پرده (*Physalis alkekengi*)، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. عامل اصلی شامل آبیاری در سه سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) و عامل فرعی دربرگیرنده کود دامی (گاوی) در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) بود. نتایج آزمایش نشان داد که سطوح آبیاری بر تمام صفات موردبررسی به‌جز وزن تک‌میوه و تعداد دانه در میوه تأثیر معنی‌دار داشت، از طرف دیگر اثر کود دامی بر تمام صفات به‌جز وزن هزار دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل سطوح آبیاری و کود دامی نیز بر وزن میوه در بوته، عملکرد میوه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تأثیر معنی‌دار داشت. شایان‌ذکر است در تیمار اثر متقابل ۱۰۰ درصد نیاز آبی با ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی بیشترین وزن میوه (به‌ترتیب ۱۰۱ و ۱۰۲ گرم در بوته) و عملکرد میوه (به‌ترتیب ۸ و ۸/۲ تن در هکتار) مشاهده شد. بیشترین درصد آلکالوئید نیز در سطح آبیاری ۸۰ درصد (۰/۴ درصد) و تیمار کود دامی ۳۰ تن در هکتار (۰/۳۷ درصد) به‌دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق و با در نظر گرفتن مصرف بهینه منابع، می‌توان مناسب‌ترین تیمار برای کاشت گیاه دارویی عروسک پشت‌پرده را تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی و مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: **آلکالوئید، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد میوه، کود گاوی**

مقدمه

در نظام سنتی ایران کاشت گیاهان دارویی اهمیت ویژه‌ای داشته و ازنظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا می‌کنند. اهمیت آن‌ها به دلیل وجود متابولیت‌های ثانویه است که این متابولیت‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی، میزان رطوبت و حاصلخیزی خاک قرار می‌گیرند (Omid Beygi, 1995). جنس *Physalis* متعلق به خانواده سیب‌زمینی است و شامل تعدادی گونه یک‌ساله و چندساله است. میوه برخی از این گونه‌ها کاربرد خوراکی و دارویی داشته و برخی گونه‌ها علف‌هرز محسوب می‌شوند. گیاه عروسک پشت‌پرده (*Physalis alkekengi* L.) بومی قاره آمریکای جنوبی است که در سایر نقاط جهان پراکنده شده است (Sultana et al., 2008). بر اساس طب سنتی چین، معمولاً برای درمان سرفه، گلودرد، فارنژیت، بیماری پوستی پمفیگوس، اگزما و درمان عفونت‌های اداری استفاده می‌شود (Pharmacopoeia Commission of PRC, 2015) و همچنین دارای خواص ضد دیابت، ضدالتهاب و ضد تومور نیز هست (Li et al., 2018).

مدیریت حاصلخیزی خاک بر بهبود رشد کمی و کیفی گیاهان مؤثر هستند. عناصر غذایی علاوه بر بهبود تولید گیاهان دارویی، کیفیت این محصولات را نیز تحت تأثیر قرار

* نگارنده پاسخگو: اشکان عسگری. پست الکترونیک: a.asgari@Hormozgan.ac.ir

می‌دهند. همچنین تأثیرات منفی کودهای شیمیایی بر کیفیت گیاهان دارویی گزارش شده است (Omid Beygi, 1995). نهاده‌های آلی به‌عنوان راهکار بوم‌شناختی مؤثر بر بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی می-تواند موردتوجه قرار گیرند. کودهای آلی همزمان باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تأمین عناصر موردنیاز گیاهان می‌شوند (Limon-Ortega et al., 2008). نتایج برخی محققان نشان‌دهنده تأثیر مثبت کود دامی بر عملکرد گیاهان دارویی است (Said-Al et al., 2009). کود دامی باعث آلودگی محیط‌زیست نمی‌شوند و در تولید محصولات زراعی نقش مهمی را ایفا می‌کنند (Shah et al., 2016).

در حال حاضر تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تهدیدات برای امنیت غذایی در جهان و ایران محسوب می‌گردد. میزان رطوبت خاک یکی از عوامل تعیین‌کننده رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاهان است (Munns, 2002). زمانی که مقدار آب دریافتی گیاه کمتر از تلفات آن باشد تنش آبی در گیاه به وجود می‌آید که می‌تواند به دلیل کاهش جذب یا اتلاف بیش‌ازحد در گیاه باشد. تنش آب باعث کاهش پتانسیل کل آب، از بین رفتن آماس، بسته شدن روزنه‌ها و درنهایت کاهش رشد گیاه می‌شود (Farooq et al., 2009). بنابراین برنامه‌ریزی دقیق و تعیین نیاز آبی گیاهان برای دستیابی همزمان به تولید مناسب و صرفه‌جویی در مصرف آب، ضروری است.

در طی تحقیقی تأثیر کم‌آبیاری بر خصوصیات رشدی و عملکرد دو رقم گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) در شرایط آب و هوایی شهرستان میاندوآب ارزیابی شد. نتایج نشان داد که سطوح مختلف آبیاری بر ارتفاع بوته، تعداد میوه، وزن میوه و عملکرد کل تأثیر معنی‌داری داشتند (Esmaielpour and Akbari, 2013). نتایج مطالعه‌ای دیگر نشان داد که اثر مقادیر آبیاری و اکوتیپ بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد (*Sesamum indicum* L.) معنی‌دار بود. افزایش مقدار آبیاری از ۲۰۰۰ به ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه، تعداد شاخه در بوته، تعداد کپسول، تعداد دانه و وزن هزار دانه شد (Koocheki et al., 2015a). با توجه به تأکید کشاورزی پایدار بر عدم استفاده از نهاده‌های شیمیایی و مصرف بهینه آب، تحقیق حاضر با هدف بررسی واکنش صفات عملکرد و اجزای عملکرد گیاه عروسک پشت‌پرده به سطوح آبیاری و مقادیر مختلف کود دامی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی اردیبهشت ماه تا آبان ماه سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل آبیاری در سه سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) و فاکتور فرعی شامل مقادیر کود دامی گاوی در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) بود.

مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه، تسطیح زمین و ایجاد جوی و پشته قبل از کاشت انجام گردید. پیش از انجام آزمایش جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک مزرعه، نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد و مشخصات خاک و کود دامی تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱. خصوصیات خاک و کود دامی مورداستفاده در آزمایش

Table 1. Characteristics of the soil and manure of experimental

		بافت Texture	pH	هدایت الکتریکی EC	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K
				ds/m^{-1}	%	----------mg/kg----------	
Soil	**خاک**	سیلتی-لومی Loamy-Silt	7.8	1.9	0.13	20	220
Manure	**کود دامی**		6.5	7.1	0.35	310	1600

ابعاد کرت‌های فرعی در این آزمایش ۳×۲ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌های اصلی از یکدیگر یک متر، بین کرت‌های فرعی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر بود. با توجه به شرایط جوانه‌زنی و رشد کُند این گیاه در مراحل آغازین، اقدام به نشاکاری این گیاه با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع گردید. نشاهای موردنیاز، در سینی‌های نشاء به حجم ۲۶ سی‌سی و بستر ترکیبی کوکوپیت+پیت‌ماس با نسبت ۱ به ۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی تولید شدند. کلیه نشاها در تاریخ ۱۵ اردیبهشت (سن ۸ هفته با ارتفاع حدود ۸ سانتی‌متر) از گلخانه به زمین اصلی منتقل شدند.

از آنجائی که عروسک پشت‌پرده ازنظر خانواده گیاهی و مورفولوژی شباهت زیادی با فلفل (*Capsicum annuum* L.) دارد نیاز آبی آن با توجه به این گیاه تعیین گردید. برای این منظور از نرم‌افزار CROPWAT (FAO, Ver 8.0) (1992) استفاده گردید. نیاز آبی در این نرم‌افزار با استفاده از آمار هواشناسی (بارندگی، دمای حداقل، حداکثر، رطوبت، باد و ساعات آفتابی)، مشخصات منطقه، ویژگی‌های گیاهی (تاریخ کاشت، طول مراحل رشدی، ضرایب گیاهی) و خاک تعیین می‌شود. قابل‌ذکر است که نیاز آبی در منطقه موردمطالعه ۴۶۶۰ مترمکعب در هکتار به دست آمد. سپس مقادیر آب بر اساس تیمارهای موردنظر و دور آبیاری با استفاده از کنتور حجمی اعمال شد و این مقدار به‌عنوان معیار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی در نظر گرفته شد. سپس مقادیر آب بر اساس تیمارهای موردنظر و دور آبیاری با استفاده از کنتور حجمی اعمال شد.

در انتهای آزمایش صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته، وزن میوه در بوته، وزن تک میوه، تعداد دانه در هر میوه و وزن هزار دانه موردبررسی قرار گرفتند. برای تعیین تأثیر تیمارهای اعمال‌شده بر روی صفات مذکور قبل از برداشت، پنج بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت انتخاب شد. همچنین در زمان رسیدگی برای تعیین عملکرد میوه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت (از تقسیم عملکرد میوه بر عملکرد بیولوژیکی)، با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، سطحی معادل یک مترمربع از هر کرت برداشت شد. قابل‌ذکر است که برداشت این گیاه در اواخر مهرماه صورت گرفت. برای تعیین مقدار آلکالوئید میوه از روش تیتراسیون و معرف کریستال ویولت استفاده شد. برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد و میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح آبیاری و مقادیر کود دامی در سطح یک درصد و اثر متقابل سطوح آبیاری و کود دامی در سطح ۵ درصد بر وزن خشک میوه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل مقادیر کود دامی و سطوح آبیاری نشان داد که در سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری بین مقادیر کود دامی ازنظر وزن خشک میوه در بوته وجود دارد که با افزایش مقادیر کود دامی مصرفی وزن خشک میوه در بوته افزایش یافت و از طرف دیگر با افزایش مقدار آب مصرفی نیز مقدار این صفت افزایش یافت. همچنین بیشترین مقدار برای این صفت در تیمار اثر متقابل ۱۰۰ درصد نیاز آبی با ۲۰ و ۳۰ تن کود دامی (به‌ترتیب ۱۰۱ و ۱۰۲ گرم میوه خشک در بوته) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۳). نتایج نشان دادند که با افزایش همزمان آب مصرفی و کود دامی مقدار میوه افزایش یافت و از طرف دیگر تنش آبی و عدم مصرف کود دامی موجب کاهش شدید تولید میوه در این گیاه شد.

نتایج تحقیقی بر روی گوجه‌فرنگی نشان داد که سطوح مختلف آبیاری بر وزن میوه و عملکرد کل میوه تأثیر معنی‌داری داشتند و بیشترین مقادیر در تیمار ۶۰ میلی‌متر تبخیر به دست آمد (Esmaielpour and Akbari, 2013). در بررسی دیگری نتایج نشان داد که حداکثر عملکرد گوجه‌فرنگی در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به دست آمد (Golkar et al., 2008) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارند. به‌طورکلی گیاهان به تنش آبی حساس بوده و کم‌آبی باعث کاهش رشد رویشی و عملکرد آن‌ها می‌شود. همچنین کاهش مقدار آب یا تنش خشکی با کاهش فشار آماس و توقف گسترش سلول‌ها باعث تغییرات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه شده و انتقال مواد غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد (Keshavars et al., 2012). درنهایت مقدار آب در دسترس بر رشد گیاه تأثیرگذار است. مصرف کودهای آلی می‌تواند از طریق افزایش جذب و فراهمی عناصر غذایی، موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان شوند (Arancon et al., 2003). از طرف دیگر مصرف کود دامی با افزایش مواد

آلی در خاک و بهبود فعالیت‌های میکروبی و جذب بیشتر عناصر غذایی، باعث افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی شده و درنتیجه افزایش تولید را به‌همراه دارند؛ بنابراین با مصرف مقادیر مناسب آب و کود دامی احتمالاً رشد و عملکرد در گیاهان بهبود خواهد یافت. نتایج نشان داد که سطوح آبیاری، مقادیر کود دامی و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر سطوح آبیاری و مقادیر کود دامی بر صفات در عروسک پشت‌پرده

Table 2. Analysis of variance for the effect of irrigation levels and manure on studied characteristics of physalis alkekengi

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک میوه در بوته Weight of fruit per plant	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد میوه Fruit yield	تعداد میوه در بوته No. of fruit per plant	وزن تک‌میوه Fruit weight
بلوک Block	2	32.6^{ns}	1.11 ^{ns}	0.2 ^{ns}	115.8 ^{ns}	0.001 ^{ns}
آبیاری Irrigation	2	4158.5**	68**	26.6**	5094.6**	0.022 ^{ns}
خطای اصلی Error a	4	24.1	0.33	0.15	89.7	0.003
کود دامی Manure (M)	3	4442.5**	74.3**	28.4**	3013**	0.114**
آبیاری× کود I × M	6	178*	3.6**	1.1*	190.2 ^{ns}	0.002 ^{ns}
خطای فرعی Error b	18	44.9	0.89	0.28	224.7	0.008
ضریب تغییرات CV (%)	-	10.7	9.1	10.6	19.4	11.6

Table 2. Continued **جدول ۲. ادامه**

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد دانه در میوه No. of seed per fruit	وزن هزار دانه seed–1000 weight	ارتفاع بوته Plant height	شاخص برداشت میوه Fruit harvest index	آلکالوئید Alkaloid
بلوک Block	2	100 ^{ns}	0.007 ^{ns}	52.7 ^{ns}	2.1 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
آبیاری Irrigation (I)	2	266.5 ^{ns}	1.95**	1517**	183**	0.0576**
خطای اصلی Error a	4	40.6	0.049	38.4	4.1	0.0003
کود دامی Manure (M)	3	2701.5**	0.055 ^{ns}	947.9**	180.3**	0.0245**
آبیاری× کود I × M	6	100 ^{ns}	0.028 ^{ns}	54.8 ^{ns}	15.9*	0.0018 ^{ns}
خطای فرعی Error b	18	100	0.03	68	4.7	0.0015
ضریب تغییرات CV (%)	-	11.8	9.7	16.3	4.6	11.71

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

ns, * and **: Non–significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و سطوح آبیاری نشان داد که بیشترین مقدار در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی با مصرف ۳۰ تن کود دامی با میانگین عملکرد بیولوژیک ۱۶/۱ تن در هکتار به دست آمد و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود (جدول ۳). عملکرد بیولوژیک در تیمارهای اثر متقابل ۲۰ و ۳۰ تن کود دامی در هکتار در سطح آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی با یکدیگر و با تیمار ۲۰ تن کود دامی در هکتار در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). با افزایش مقدار مصرف کود دامی در تمامی سطوح آبیاری، عملکرد بیولوژیک روند افزایشی داشت به‌طوری‌که با افزایش کود دامی از صفر به ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک در سطح آبیاری ۶۰ درصد به‌ترتیب ۳۴، ۶۵ و ۶۷ درصد، در سطح آبیاری ۸۰ درصد به‌ترتیب ۳۳، ۷۸ و ۹۲ درصد و در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد به‌ترتیب ۳۸، ۸۷ و ۱۱۰ درصد افزایش یافت (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و کود دامی بر صفات اندازه‌گیری شده در عروسک پشت‌پرده

Table 3. Mean comparison for the interaction of irrigation levels and manure on studied characteristics of Physalis alkekengi

سطوح آبیاری (٪) Irrigation levels	کود دامی Manure	وزن خشک میوه در بوته Weight of fruit per plant	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد میوه Fruit yield	شاخص برداشت میوه Fruit harvest Index
%	$t.ha^{-1}$	gr	----------$t.ha^{-1}$----------		%
60	0	25.33 h	5.38 g	2.02 h	37.59 f
	10	34.83 gh	7.24 f	2.78 hg	38.53 ef
	20	52.5 ef	8.9 de	4.2 ef	47.23 bc
	30	54.67 e	9.01 cde	4.37 e	48.53 bc
80	0	38.67 g	7.45 ef	3.09 g	41.79 de
	10	56 de	9.92 cd	4.48 de	45.15 cd
	20	81.17 c	13.3 b	6.49 c	48.71 bc
	30	91.17 bc	14.3 b	7.29 bc	50.92 b
100	0	43.16 fg	7.61 ef	3.45 fg	45.25 cd
	10	66.16 d	10.56 c	5.29 d	50.19 b
	20	101 ab	14.24 b	8.08 ab	56.73 a
	30	102.67 a	16.1 a	8.21 a	50.93 b

* حروف مشابه در ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

Means with the same letters are not significantly different using least significant difference (LSD) test at 5% probability level

نتایج تأثیر همزمان کود دامی و مقدار آب مصرفی را بر عملکرد بیولوژیک نشان دادند و همچنین کاهش مصرف آب یا به تعبیر دیگر تنش خشکی موجب کاهش مقدار عملکرد بیولوژیک شد به‌طوری‌که کمترین مقدار این صفت در اثر متقابل آبیاری ۶۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی حاصل گردید.

محققین طی مطالعات فراوانی تأثیرگذاری آبیاری و کود دامی بر بهبود تولید ماده خشک را گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق همخوانی نیز دارند. در مطالعه‌ای استفاده ۲۰ تن کود دامی باعث بهبود رشد رویشی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.) گردید (Ateia et al., 2009). در مطالعه‌ای دیگر مشاهده شد که اثر حجم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد بیولوژیکی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیشترین عملکرد در حجم آبیاری ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار و کمترین میزان در حجم ۱۰۰۰ مترمکعب به دست آمد (Koocheki et al., 2015b). همچنین گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد تنش آبی باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک و تر اندام هوایی گیاه فلفل (*Capsicum annuum* L.) شد (Gonzalez Dugo et al., 2007).

استفاده از کودهای دامی باعث افزایش رشد ریشه و جذب آب می‌شود درنتیجه افزایش رشد و تولید گیاه را به همراه دارد. از طرف دیگر استفاده از کود دامی به دلیل

افزایش دسترسی به مواد غذایی، رشد گیاه افزایش می‌یابد درنتیجه ماده خشک بیشتری تولید می‌شود (Shabahang et al., 2014). فراهم بودن همزمان آب و عناصر غذایی موجب بهبود رشد رویشی و زایشی گیاهان می‌شود و به نظر می‌رسد به دلیل رشد بهتر اندام‌های هوایی در شرایط افزایش آبیاری، عملکرد بیولوژیک و دانه بهبود می‌یابد (Koocheki et al., 2015a). کمبود رطوبت موجب پیری برگ‌ها و کاهش شاخص سطح برگ می‌شود و در پی آن جذب تشعشع فعال فتوسنتزی افت کرده و منجر به کاهش تولید ماده خشک می‌گردد (Azeez et al., 2010).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح آبیاری، کود دامی و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد میوه گیاه عروسک پشت‌پرده معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرمتقابل مقادیر کود دامی و سطوح آبیاری برای صفت عملکرد میوه نشان داد که بیشترین عملکرد میوه در تیمار اثر متقابل آبیاری ۱۰۰ درصد با مصرف ۳۰ و ۲۰ تن کود دامی در هکتار به ترتیب با میانگین عملکرد معادل ۸/۲ و ۸/۰۸ تن در هکتار به دست آمد و کمترین مقدار نیز در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی و عدم کاربرد کود دامی مشاهده شد که دلیل آن تنش رطوبتی و کمبود مواد غذایی نسبت به سایر تیمارهای اعمال‌شده بود. همچنین در هر سه سطح آبیاری، بیشترین عملکرد میوه مربوط به مقادیر ۳۰ و ۲۰ تن کود دامی در هکتار بود درحالی‌که اختلاف آن‌ها با یکدیگر معنی‌دار نبود. (جدول ۳).

در طی مطالعه‌ای تأثیر تیمارهای آبیاری به میزان ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی را بر عملکرد گوجه-فرنگی بررسی شد و بیشترین عملکرد میوه در تیمار ۱۰۰ درصد به دست آمد (Golkar et al., 2008). نتایج تحقیقی نشان داد که تیمارهای آبیاری بر عملکرد میوه فلفل اثر معنی‌دار داشتند، در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بیشترین و ۴۰ درصد کمترین مقدار عملکرد میوه به دست آمد (Tabatabee et al., 2015) که همه گزارش‌های اشاره‌شده نتایجی مشابه با این تحقیق را داشتند. در شرایط کمبود آب، جذب مواد و عناصر غذایی کاهش‌یافته و در پی آن رشد برگ‌ها دچار محدودیت می‌شود. همچنین در ادامه باعث کاهش سطح برگ، جذب نور و فتوسنتز شده و درنهایت در اثر کمبود آب، رشد گیاه و عملکرد کاهش می-یابد (Lawal and Rahman, 2007). از طرف دیگر، ریشه مرکز ثقل گیاهان بوده و بهبود حاصلخیزی خاک از طریق کودهای دامی، باعث افزایش رشد و عملکرد محصول در درازمدت می‌گردد (Leithy et al., 2006). دسترسی بهتر به عناصر غذایی و مواد آلی باعث شرایط مناسب‌تر برای رشد رویشی، سطح برگ و به‌تبع آن فتوسنتز و درنتیجه رشد گیاه می‌شود. همچنین استفاده از کود دامی در شرایط تنش رطوبتی، باعث افزایش نگه‌داری رطوبت در خاک شده و عملکرد بیشتر را در شرایط تنش به همراه دارد (Daneshian et al., 2013).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح آبیاری و کود دامی در سطح یک درصد بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین سطوح آبیاری حاکی از آن است که تعداد میوه در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد (۹۶ عدد میوه) بیشترین و اختلاف آن با آبیاری ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی (به‌ترتیب ۵۵ و ۷۹ عدد میوه) معنی‌دار بود. میانگین تعداد میوه در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی ۱/۷ برابر بیشتر از آبیاری ۶۰ درصد بود (جدول ۳) که نشان‌دهنده تأثیر مثبت مقدار آب مصرفی بر صفت موردنظر است که با کاهش مصرف آب در سطح آبیاری ۶۰٪ گیاه با تنش مواجه شده و همین امر بر تولید آن اثرگذار بود. همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی مقادیر کود دامی نیز نشان داد که بیشترین میانگین تعداد میوه در بوته در مقادیر کود دامی ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار (به‌ترتیب ۹۲ و ۹۱ عدد میوه) مشاهده شد و اینکه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ولی اختلاف آن‌ها با عدم کاربرد کود دامی و مقدار ۱۰ تن کود دامی (به‌ترتیب ۵۴ و ۷۰ عدد میوه) معنی‌دار بود به‌عبارت‌دیگر با مصرف ۳۰ تن کود دامی نسبت به عدم کاربرد کود دامی تعداد میوه ۶۸ درصد افزایش یافت (جدول ۴).

نتایج آزمایش برخی محققین نشان داد که تیمارهای آبیاری بر وزن تر میوه و تعداد میوه تأثیر معنی‌دار داشتند و با افزایش مقادیر آبیاری تعداد میوه، وزن تر و خشک میوه افزایش یافت و بیشترین مقادیر در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد (Tabatabee et al., 2015). به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف بهینه کود دامی و آبیاری، تعداد میوه در بوته افزایش می‌یابد. بروز تنش آبی باعث سقط‌جنین گل، کاهش تعداد میوه و ایجاد میوه‌های کوچک‌تر می‌گردد (Khan et al., 2008).

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح آبیاری و مقادیر کود دامی بر صفات اندازه‌گیری شده در عروسک پشت‌پرده

Table 4. Mean comparison for the effect of irrigation levels and manure on studied characteristics of Physalis alkekengi

تیمار Treatment	تعداد میوه در بوته No. of fruit per plant	وزن تک‌میوه Fruit weight	تعداد دانه در میوه No. of seed per fruit	وزن هزار دانه seed-1000 weight	ارتفاع بوته Plant height	آلکالوئید Alkaloid
سطوح آبیاری Irrigation levels (%)		gr		gr	cm	%
60	55.78 c	0.74 a	82.33 a	1.25 c	38 b	0.34 b
80	79.08 b	0.83 a	81.41 a	1.95 b	53.58 a	0.40 a
100	96.83 a	0.79 a	90 a	2.21 a	59.83 a	0.26 c
کود دامی (تن در هکتار) **Manure** ($t.ha^{-1}$)						
0	54.66 c	0.65 c	61.77 c	1.81 a	37.66 c	0.25 b
10	70 b	0.74 b	80.44 b	1.69 a	46.77 b	0.34 a
20	92.33 a	0.85 a	98.44 a	1.87 a	57.66 a	0.36 a
30	91.88 a	0.9 a	97.66 a	1.82 a	59.77 a	0.37 a

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تنها مصرف کود دامی تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک تک میوه داشت (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی مقادیر کود دامی (جدول ۴)، افزایش مصرف کود دامی تا ۲۰ تن در هکتار باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در وزن تک¬میوه شد درحالی‌که افزایش مصرف کود دامی بیش از ۲۰ تن در هکتار (۰/۸۵ گرم) تفاوت معنی‌داری را در این صفت ایجاد نکرد. وزن خشک تک‌میوه در تیمارهای ۳۰ تن کود دامی در هکتار (۰/۹ گرم) ۳۸ درصد بیشتر از شرایط عدم مصرف کود دامی (۰/۵۴ گرم) بود و طبق نتایج این تحقیق با بهبود شرایط تغذیه‌ای برای گیاه عروسک پشت-پرده، وزن میوه‌های تولیدی افزایش یافت. طی تحقیقی گزارش شد که با افزایش میزان مصرف کود دامی، وزن میوه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) افزایش یافت و بیشترین وزن میوه در بالاترین سطح کود دامی مشاهده شد (Parsaiemehr et al., 2014). از آنجائی که کودهای دامی باعث افزایش ظرفیت نگه‌داری آب توسط خاک می‌شوند، بنابراین موجب کاهش اثرات تنش خشکی، بهبود ساختمان فیزیکی خاک، تأمین مواد غذایی و درنتیجه بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌گردند (Kumar et al., 2005).

بررسی نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر مقادیر کود دامی بر تعداد دانه در میوه معنی‌دار شد و سطوح آبیاری و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌دار بر تعداد دانه در میوه نداشت (جدول ۲). به‌طورکلی تیمارهای ۲۰ و ۳۰ تن کود دامی با میانگین ۹۸ و ۹۷ عدد دانه در هر میوه نسبت به تیمارهای ۱۰ تن کود دامی و عدم کاربرد کود دامی (به‌ترتیب ۸۰ و ۶۱ عدد دانه در میوه)، از تعداد دانه بیشتری برخوردار بودند. اختلاف تیمارهای ۲۰ و ۳۰ تن کود دامی با دو تیمار دیگر معنی‌دار بود (جدول ۴). محققان در پژوهشی مشاهده نمودند که مصرف مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ تن کود دامی سبب افزایش عملکرد دانه گونه‌های *Plantago ovata* و *Plantago psyllium* نسبت به تیمار عدم مصرف کود دامی شد (Koocheki et al., 2007) که تأییدی بر نتایج این تحقیق است. با افزایش مقدار کود دامی، مواد آلی خاک افزایش‌یافته و ظرفیت نگه‌داری رطوبت خاک زیاد شده است. از طرف دیگر، فراهمی عناصر غذایی افزایش‌یافته و درنتیجه بر تعداد گل، وزن هزار دانه و زیست‌توده گیاه تأثیر گذاشته و درنهایت موجب بهبود عملکرد دانه می‌گردد (Darzi et al., 2012).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس تنها اثر سطوح آبیاری بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. درحالی‌که کود دامی و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین مقدار وزن هزار دانه مربوط به سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۲/۲۱ گرم) بود و به‌ترتیب باعث افزایش ۱۳ و ۷۶ درصد مقدار وزن هزار دانه نسبت به تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گردید که اختلاف بین این سطوح معنی‌دار بود (جدول ۴). طبق نتایج این آزمایش افزایش مقدار آب مصرفی باعث بهبود وزن هزار دانه در گیاه عروسک پشت‌پرده گردید و در طرف مقابل با

کاهش آب مصرفی و اعمال تنش رطوبتی مقدار این صفت کاهش یافت.

در طی تحقیقی بیشترین وزن هزار دانه زنیان در حجم آبیاری ۳۰۰۰ مترمکعب و کمترین میزان در حجم ۱۰۰۰ مترمکعب مشاهده شد (Koocheki et al., 2015b). در مطالعه‌ی دیگری گزارش شد که افزایش مقدار آبیاری از ۲۰۰۰ به ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار موجب افزایش وزن هزار دانه کنجد شد (Koocheki et al., 2015a). افزایش حجم آبیاری به دلیل بهبود رشد رویشی و سطح فتوسنتز کننده گیاهی باعث افزایش سرعت فتوسنتز و بهبود تولید ماده فتوسنتزی می‌گردد (Koocheki et al., 2015b). وقوع تنش خشکی سبب کاهش تولید مواد فتوسنتزی و توسعه رویشی در گیاه می‌شود (Sarmadnia and Koocheki, 2001). در ضمن بروز تنش خشکی در مراحل نهایی رشد زایشی موجب تسریع پیری در گیاه شده و باعث کاهش طول دوره پر شدن دانه می‌گردد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح آبیاری و کود دامی در سطح یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین اثرات سطوح آبیاری، بیشترین ارتفاع بوته در سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی (به ترتیب ۵۹ و ۵۳ سانتی‌متر) مشاهده شد و اختلاف آن‌ها با تیمار ۶۰ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). به عبارتی سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد ازنظر این صفت مناسب هستند ولی سطح ۶۰٪ نیاز آبی به‌منزله تنش رطوبتی است و موجب کاهش ارتفاع بوته نسبت به سایر سطوح گردید. همچنین بررسی میانگین اثرات اصلی کود دامی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در مقادیر کود دامی ۳۰ و ۲۰ تن در هکتار (به‌ترتیب ۵۹ و ۵۷ سانتی‌متر) به دست آمد و اختلاف آن با مقادیر ۱۰ تن کود دامی در هکتار و عدم مصرف کود دامی (به ترتیب ۴۶ و ۳۷ سانتی‌متر) معنی‌دار بود (جدول ۴).

برخی محققان گزارش کردند که کم‌آبیاری باعث کاهش ارتفاع و تولید زیست‌توده ساقه در گیاه گوجه‌فرنگی می‌شود (Jurekova et al., 2011). در آزمایش دیگری روی گیاه علف قناری (*Phalaris canariensis* L.) بیشترین و کمترین ارتفاع به‌ترتیب در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد و ۶۰ درصد نیاز آبی مشاهده گردید که کاهش مقدار آبیاری از طریق تأخیر در وقوع مراحل رشدی و کاهش طول میانگره‌ها، باعث کاهش ارتفاع گیاه گردید (Varnaseri et al., 2016). در شرایط تنش خشکی تعداد گره و طول میانگره کاهش‌یافته و درنتیجه ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (Nabati and Rezvani Moghaddam, 2010). در طی یک بررسی محققان گزارش نمودند که بیشترین ارتفاع بوته و قطر تاج زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) در تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار و تلقیح میکوریزایی مشاهده گردید و با افزایش مقدار کود دامی ارتفاع گیاه افزایش یافت (Koocheki et al., 2015b). با مصرف کود دامی قابلیت نگه‌داری آب در خاک و رشد گیاه که متأثر از آماس سلولی است، افزایش می‌یابد که درنهایت موجب افزایش ارتفاع می‌شوند (Sarmadnia and Koocheki, 1997). دلیل دیگر افزایش ارتفاع بوته در این شرایط را می‌توان بهبود فراهمی و جذب عناصر غذایی بخصوص نیتروژن و تحریک فتوسنتز عنوان کرد.

با توجه به نتایج اثر سطوح آبیاری و مقادیر کود دامی در سطح یک درصد و اثر متقابل تیمارها در سطح ۵ درصد بر شاخص برداشت میوه عروسک پشت‌پرده معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر کود دامی و سطوح آبیاری نشان داد که بیشترین شاخص برداشت مربوط به اثر متقابل سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی با تیمار ۲۰ تن کود دامی (میانگین ۵۶ درصد) بود. همچنین کمترین مقدار شاخص برداشت در اثر متقابل آبیاری ۶۰ درصد و عدم کاربرد کود دامی حاصل گردید (جدول ۳). به تعبیر دیگر وقوع تنش رطوبتی در این تیمار و کمبود مواد غذایی موجب کاهش مقدار شاخص برداشت میوه شد. درحالی‌که در سطح آبیاری ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، بالاترین شاخص برداشت میوه مربوط به تیمار ۳۰ تن کود دامی (به‌ترتیب ۵۰ و ۴۸ درصد) بود با این تفاوت اختلاف آن با تیمار ۲۰ تن معنی‌دار نبود. در هر سه سطح آبیاری، کمترین شاخص برداشت میوه در تیمارهای عدم کاربرد کود دامی به دست آمد (جدول ۳).

محققان اظهار داشتند که اثر حجم‌های مختلف آبیاری بر شاخص برداشت گیاه دارویی زنیان معنی‌دار بوده به‌طوری‌که افزایش حجم آبیاری باعث بهبود ۱۲ درصدی شاخص برداشت این گیاه شد (Koocheki et al., 2015b). تنش آبی موجب کاهش عملکرد میوه گوجه‌فرنگی گردید و از سوی دیگر، تأمین آب موردنیاز گیاه منجر به حداکثر عملکرد می‌شود (Esmaielpour and Akbari,

2013). احتمالاً کاهش مقدار آب باعث کاهش فتوسنتز می‌شود و نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که این موضوع عمدتاً به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و درنتیجه کاهش ظرفیت تثبیت دی‌اکسید کربن است (Basra and Basra, 1997) بنابراین مقدار آب مصرفی در گیاهان می‌تواند بر شاخص برداشت محصول تأثیرگذار باشد.

نتایج نشان داد که اثر سطوح آبیاری و مقادیر کود دامی در سطح احتمال یک درصد بر درصد آلکالوئید میوه عروسک پشت پرده معنی‌دار بود (جدول ۲). درصد آلکالوئید با افزایش مقدار آب مصرفی، کاهش یافت و بیشترین درصد آلکالوئید در سطح آبیاری ۸۰ درصد با میانگین ۰/۴ درصد و کمترین مقدار در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد با میانگین ۰/۲۶ درصد ثبت گردید. واکنش مقدار آلکالوئید به سطوح آبیاری نسبت به سایر صفات متفاوت بود و به‌عبارت‌دیگر مقدار آلکالوئید در سطح آبیاری ۶۰٪ بیشتر از سطح آبیاری ۱۰۰٪ بود و تنش رطوبتی موجب افزایش مقدار این صفت گردید. از سوی دیگر با افزایش مصرف کود دامی تا ۳۰ تن در هکتار مقدار آلکالوئید در گیاه دارویی عروسک پشت‌پرده افزایش یافت و بیشترین درصد آلکالوئید در سطوح ۲۰ و ۳۰ تن کود دامی (به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۳۷ درصد) حاصل گردید (جدول ۴). شایان‌ذکر است در آزمایش حاضر بالاترین درصد آلکالوئید تحت شرایط کم‌آبی بخصوص ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه حاصل شد و کمترین مقدار آلکالوئید در تیمار تأمین ۱۰۰ درصدی نیاز آبی گیاه مشاهده شد. گزارش شده است اگرچه تنش‌های محیطی تأثیر منفی بر رشد و نمو گیاهان دارند اما محتوی متابولیت‌های ثانویه از طریق اثرات مثبت تنش‌ها، افزایش می‌یابد (Selmar, 2008). در همین رابطه قربان‌پور و همکاران (Ghorbanpour et al., 2014) تأثیر نیتروژن و تنش آبی را بر تولید آلکالوئیدهای ریشه و شاخساره را در گیاه بذرالبنج (*Hyoscyamus niger* L.) بررسی کردند. نتایج نشان داد بیشترین آلکالوئید کل (۲۰/۵ میلی‌گرم در گیاه) در تیمار ۱۵۰ کیلو نیتروژن در شرایط تنش خفیف آبی به دست آمد.

نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتایج این پژوهش سطوح آبیاری و مقادیر کود دامی تأثیر قابل‌توجهی بر صفات موردراندازه‌گیری داشتند. به‌طوری‌که اعمال ۸۰ و ۱۰۰ درصد آبیاری ازنظر اکثر صفات برتری قابل‌توجهی نسبت به سطح آبیاری ۶۰ درصد ایجاد کردند. سطح آبیاری ۶۰٪ به‌منزله تنش رطوبتی برای این گیاه بود و کاهش مقادیر صفات اندازه‌گیری شده را به همراه داشت. از طرف دیگر کاربرد کود دامی به‌خصوص مقادیر ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار در مقایسه با مقدار ۱۰ تن و عدم کاربرد کود دامی، موجب بهبود در صفات موردمطالعه شدند. در کل آزمایش تفاوت ناچیزی بین سطوح آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌جز وزن میوه در بوته و تعداد دانه در میوه وجود داشت و تأثیرگذاری تقریباً مشابهی داشتند و همچنین در مورد مقادیر کود دامی ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار نیز به‌جز عملکرد بیولوژیک این مسئله مشاهده شد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف کود دامی برای گیاه عروسک پشت‌پرده، تمامی صفات مرتبط با رشد و عملکرد به‌جز وزن هزار دانه این گیاه بهبود یافت و همچنین از طرفی دیگر تنش کم‌آبی باعث کاهش تمامی صفات به‌جز وزن تک‌میوه و تعداد دانه شد و درنتیجه کاهش مقدار تولید محصول این گیاه گردید بنابراین با برنامه‌ریزی مناسب ازنظر مقدار آب (۸۰ درصد نیاز آبی) و کود دامی مصرفی (۲۰ تن در هکتار)، می‌توان شرایط رشدی مناسبی را برای دستیابی به عملکرد مطلوب فراهم کرد.

منابع

Ateia, E.M., Osman, Y.A.H., Meawad, A.E.A.H., 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. under North Sinai conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 5, 555-565.

Azeez, J.O., Van Averbeke, W., Okorogbona, A.O.M. 2010. Differential responses in yield

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S., Welch, C., 2003. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. p. 731-735. Proceeding 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales.

of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresource Technology. 101, 2499-2505.

Basra, A.S., Basra, R.K., 1997. Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants. CRC Press. 407 p.

Daneshian, G., Rahmani, N., Alimohammadi, M., 2013. Effect of manure and nitrogen on yield and yield components of calendula (*Calendula officinalis* L.) under drought stress. Journal of Crop Production Research. 5, 251-260. [In Persian with English summary].

Darzi, M.T., Hadj Seyed Hadi, M.R., Rajali, F., 2012. Effects of cattle manure and plant growth promoter bacteria application on some morphological traits and yield in Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 28, 434-446. [In Persian with English summary].

Esmaielpour, B., Akbari, M., 2013. Evaluation the effect of deficit irrigation on growth properties, yield and post-harvest quality of two tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars under Mindoab conditions. Journal of Agroecology. 5, 178-187. [In Persian with English summary].

FAO., 1992. CROPWAT: A computer program for irrigation planning and management, by Smith M. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 46. Rome.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S., 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development. 29, 185–212.

Ghorbanpour, M., Majnon Hossieni, N., Rezazadeh, Sh., Omidi, M., Khavazi, K., Hatami, M., Ghafarzadegan, R., 2014. Nitrogen effects on growth, biomass allocation, root and shoot alkaloids production of black henbane (*Hyoscyamus niger* L.) under water decici stress. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 30, 199-215. [In Persian with English summary].

Golkar, F., Farahmand, A., Fardad, H., 2008. Effect of deficit irrigation on yield and efficiency of tomato, Water Engineering Journal. 1, 13-22. [In Persian with English summary].

Gonzalez Dugo, V., Orgaz, F., Fereres, E., 2007. Responses of pepper to deficit irrigation for paprika production. Scientia Horticulturae. 114, 77-82.

Jurekova, Z., Németh-Molnár, K., Paganová, V., 2011. Physiological responses of six tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars to water stress. Journal of Horticulture and Forestry. 3, 294-300.

Keshavars. L., Farahbakhsh, H., Golkar, P., 2012. The effects of drought stress and super absorbent polymer on morphophysiological traits of pear millet (*Pennisetum glaucum*). International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3, 148-154.

Khan, M.A.I., Farooque, A.M., Haque, M.A., Rahim, M.A., Hoque, M.A., 2008. Effects of water stress at various growth stages on the Physio-morphological characters and yield in chilli. Bangladesh Journal of Agricultural Research. 33, 353-362.

Koocheki, A., Tabrizi, L., Mahallati, M., 2007. The effects of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. Asian Journal of Plant Sciences. 6(8), 1229-1234.

Koocheki, A., Mokhtari, V., Khorramdel, S., Taherabadi, Sh., 2015a. Effects of irrigation levels on growth characteristics and yield of four ecotypes of Sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 13, 239-247. [In Persian with English summary].

Koocheki, A.R., Shabahang, J., Khorramdel, S., Nadjafi. F., 2015b. Effects of mycorrhiza inoculation and different irrigation levels on yield, yield components and essential oil contents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajwain (*Trachyspermum ammi* L.). Journal of Agroecology. 7, 20-37. [In Persian with English summary].

Kumar, S., Rawat, C.R., Dhar, S., Rai, S.K., 2005. Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic sources of nutrients to forage sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 75, 340-342.

Lawal, A.B., Rahman, S.A., 2007. Effect of irrigation, fertilizer and manure on yield and economic return of okra / pepper intercrops. Tropical Science. 57, 45-48.

Leithy, S., El-Meseiry, T.A., Abdallah, E.F., 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research. 2, 773-779.

Li, A.L., Chen, B.J., Li, G.H., Zhou, M.X., Li, Y.R., Ren, D.M., Lou, H.X., Wang, X., Shen, T., 2018. *Physalis alkekengi* L. var. franchetii (Mast.) Makino: An ethnomedical, phytochemical and pharmacological review. Journal of Ethnopharmacology. 210, 260-274.

Limon-Ortega, A., Govaerts, B., Sayre, K.D., 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy. 29, 21–28.

Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment. 25, 239-250.

Nabati, J., Rezvani Moghaddam, P., 2010. Effect of irrigation intervals on the yield and morphological characteristics of forage Millet, Sorghum and Corn. Iranian Journal of Field Crop Science. 41, 179-186. [In Persian with English summary].

Omid Beygi, R., 1995. Approaches for Production and Processing in Medicinal Plants. Vol. 1. Tarrahan-e-Nashr, Publication, Tehran. 424 p. [In Persian].

Parsaiemehr, N., Ghanbari, A., Dahmardeh, M., 2014. The effects of methanol foliar and manure on quantitative and qualitative yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) at different plant density. Journal of Crop Science Research in Arid Regions. 1, 47-69. [In Persian with English summary].

Pharmacopoeia Commission of PRC. 2015. Pharmacopoeia of the People's Republic of China, China Medical Science Press, Beijing, China.

Said-Al Ahl, H.A.H., Omer, E.A., Naguib, N.Y., 2009 Effect of water stress and fertilizer on herb and essential oil of oregano. International Journal of Agrophysics. 23, 269-275.

Sarmadnia, G.H., Koocheki, A., 1997. Physiological Aspects of Dryland Farming. Jihad Daneshgahi Publication of Mashhad. 420p. [In Persian].

Sarmadnia, G.H., Koocheki, A., 2001. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication of Mashhad, Iran. [In Persian].

Selmar, D., 2008. Potential of salt and drought stress to increase pharmaceutical significant secondary compounds in plants. Agriculture and Forestry Research. 58, 139-144.

Shabahang, J., Khorramdel, S., Siahmargue, A., Gheshm, R. and Jafari, L., 2014. Evaluation of integrated management of organic manure application and mycorrhiza inoculation on growth criteria, qualitative and essential oil yield of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under Mashhad climatic conditions. Journal of Agroecology. 6, 353-363. [In Persian with English summary].

Shah, G.A., Shah, G.M., Groot, C.J., Raza, M., Shahid, N., Lantinga, E., 2016. Maize nitrogen recovery and dry matter production as affected by application of solid cattle manure subjected to various storage conditions. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 16, 591-603.

Sultana, N., Hassan, M.A., Begum, M., Sultana, M., 2008. *Physalis angulate* L. (Solanaceae) - a new angiospermic record for Bangladesh. Bangladesh Journal of Botany. 37, 195-198.

Tabatabee, S.H., Mardani Nejad, S., Zare Abiane, H., 2015. Effects of water stress on growth indices, yield, and water use efficiency of pepper plant in greenhouse condition. Journal of Water Research in Agriculture. 28, 63-71.

Varnaseri Ghandali, V., Rezvani Moghaddam, P., Khoramdel, S., 2016. Investigation of yield and yield components of canary seed forage (*Phalaris canariensis* L.) in response to different levels of irrigation, organic and chemical fertilizers and their integration. Iranian Journal of Field Crops Research. 14, 526-538. [In Persian with English summary].