



اثر پرایمینگ بذر و محلول پاشی برگي مواد ضد تنش بر عملکرد کمي و کيفي نخود (*Cicer arietinum* L.) رقم عادل تحت رژيم‌هاي مختلف آبياري

ابراهيم زارعي چقاللهي^۱، سيد علي محمد مدرس ثانوي^{۲*}

۱. دانشجوي کارشناسي ارشد گروه زراعت دانشکده کشاورزي دانشگاه تربيت مدرس، تهران

۲. استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزي دانشگاه تربيت مدرس تهران

تاريخ دريافت: ۹۸/۰۳/۰۵؛ تاريخ پذيرش: ۹۸/۰۷/۱۰

چکيده

به منظور بررسي اثر پرایمینگ و محلول پاشی برگي مواد ضد تنش بر عملکرد کمي و کيفي رقم نخود عادل تحت رژيم‌هاي مختلف آبياري، آزمایشي در مزرعه تحقيقاتي دانشکده کشاورزي دانشگاه تربيت مدرس به صورت کرت‌هاي خرد شده در قالب طرح بلوک‌هاي کامل تصادفي در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد برسي شامل رژيم‌هاي آبياري در سه سطح: آبياري مطلوب، کم آبياري متوسط و کم آبياري شديد به ترتيب به صورت قطع آبياري تا تخليه ۲۰، ۴۵ و ۷۰ درصد آب قابل استفاده خاک در منطقه توسعه ريشه و سپس آبياري تا حد ظرفيت زراعي از زمان گلدهي تا برداشت گياه به عنوان عامل اصلي و پرایمینگ و محلول پاشی مواد ضد تنش (اسيدهاي آمينه پرولين، والين، آلانين، ترکيب تجاري و آب مقطر) همراه با تيمار عدم کاربرد مواد ضد تنش به عنوان عامل فرعي بودند. نتايج اين آزمایش نشان داد تنش کم آبي و مواد ضد تنش تأثير معني داري بر صفات مدت زمان رسيدگي، تعداد شاخه اوليه، وزن تر تک بوته، محتوي کلروفيل a، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد علوفه و عملکرد بيولوژيک داشت. برهمکنش آبياري و مواد ضد تنش روی محتوي کلروفيل b معني دار بود. هرچند که کم آبي باعث کاهش در صفات مورد مطالعه شد اما پرایمینگ و محلول پاشی مواد ضد تنش با ايجاد تحمل در گياه باعث شد گياه ديرتر با شرايط تنش رطوبتي مواجه شده و درنتيجه عملکرد بهتري توليد کند.

واژه‌هاي کليدي: اجزای عملکرد، اسيد آمينه، تنش کم آبي، عملکرد بيولوژيک

مقدمه

و پر شدن دانه‌ها از مهم‌ترين عوامل کاهش دهنده عملکرد دانه نخود محسوب مي‌شود (Turner, 2003). آمينو اسيدها باعث تسهيل انتقال مواد غذايي در سيستم آوندي از طريق بهبود نفوذ پذيري غشاي سلولي مي‌شوند. در گياهاني که تحت تنش خشکي يا شوري قرار مي‌گيرند، پرولين به عنوان تنظيم کننده‌ي اسمزي به طور گسترده تجمع مي‌يابد (Farzaneh et al., 2013). در واقع اسيدهاي آمينه به عنوان زنجيره اصلي ساختار پروتئين، در رشد گياه مؤثر هستند (Hounsom et al., 2008). افزايش پرولين در برگ نخود سازوکاري براي تعديل تنش اسمزي تحت شرايط تنش کم آبي معرفي شده است (Niarikhamssi et al., 2010).

نخود عمدتاً در نظام‌هاي کشاورزي مناطق خشک و نيمه خشک کشت مي‌شود و به نهد کمي نياز دارد. خصوصياتي همچون توانايي تثبيت نيترोजن، ريشه دهی عميق و استفاده مؤثر از نزولات جوي سبب شده است که اين گياه نقش مهمي در ثبات توليد نظام‌هاي زراعي ايفا کند (Parsa and Bagheri, 2008). به طور متوسط دانه نخود حاوي ۲۳ درصد پروتئين با قابليت هضم بالا است (Ahmad et al., 2005).

تنش خشکي مهم‌ترين عامل محدود کننده رشد و توليد محصولات کشاورزي در مناطق خشک و نيمه خشک جهان است (Ashraf, 2009). تنش خشکي در زمان تشکيل غلاف

نتایج و بحث

تعداد شاخه اولیه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر رژیم آبیاری در سطح یک درصد و مواد ضد تنش در سطح پنج درصد بر تعداد شاخه‌های اولیه نخود معنی‌دار بود ولی اثر متقابل بین دو عامل معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد شاخه اولیه از تیمار آبیاری مطلوب با ۲۶/۵۵ شاخه اولیه به دست آمد هرچند که با کم‌آبیاری متوسط در یک گروه تیماری قرار دارد و کم‌ترین آن از تیمار کم‌آبیاری شدید با ۱۶/۷۷ شاخه اولیه در بوته به دست آمد (جدول ۳). گزارش شده که شاخه‌دهی در گیاه نخود به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی و تنش خشکی قرار می‌گیرد. لذا تنش خشکی سهم شاخه‌ها را از عملکرد نهایی تغییر می‌دهد (Bagheri et al., 1997). پرایمینگ و محلول پاشی مواد ضد تنش روی تعداد شاخه‌های اولیه (جدول ۳) نشان داد بیشترین تعداد شاخه در بوته مربوط به اسید آمینه تجاری و پرولین (۲۵ شاخه اولیه در بوته) بود هرچند با کاربرد والین، آلانین و آب مقطر در یک گروه آماری قرار گرفتند و کمترین تعداد شاخه مربوط به تیمار عدم کاربرد مواد ضد تنش (۱۸/۳۳ شاخه اولیه در بوته) به دست آمد که با کاربرد آب مقطر تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. محلول پاشی اسید آمینه باعث افزایش ارتفاع و تعداد خوشه در کرفس وحشی نیز شد (Shehata et al., 2011).

دانه‌ها در بوته و تعداد غلاف‌های به دست آمده در هر کرت شمارش شده و بر تعداد بوته‌های موجود در نمونه تقسیم شده و میانگین تعداد شاخه اولیه، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف‌های موجود در بوته‌ها برای هر تیمار محاسبه شد. وزن هزار دانه پس از انتخاب یک نمونه تصادفی از دانه‌های به دست آمده از هر تیمار با دستگاه بذر شمار شمارش گردید و توزین شد. جهت تعیین عملکرد بیولوژیک در هنگام برداشت، از دو ردیف وسط هر کرت آزمایشی یک متر مربع نمونه برداشت شد و داخل کیسه‌های مقوایی قرار گرفت. این نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و خشکاندن در داخل آون (۴۸ ساعت تحت دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) با ترازوی مدل AND با دقت ۰/۱ گرم توزین شدند و عملکرد بیولوژیک به دست آمد. سپس دانه‌ها را جدا نموده و نمونه‌ها دوباره توزین شدند بدین ترتیب عملکرد علوفه نیز به دست آمد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک ضربدر ۱۰۰ حاصل شد. محتوی کلروفیل a و b به روش هیسکاکس و اسرانیستام (Hiscox and Israelstam, 1979) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ درصد انجام شد.

جدول ۲. میانگین مربعات صفات تحت تنش کم‌آبی، پرایمینگ و محلول پاشی مواد ضد تنش

Table 2. Mean squares of traits under water deficit stress and priming and foliar application Anti-stress materials

S.O.V	درجه آزادی df	تعداد شاخه Number of branches	وزن تر بوته plant Fresh weight	محتوی کلروفیل a Chlorophyll a	محتوی کلروفیل b Chlorophyll b	تعداد دانه در بوته Number of seeds/plant	تعداد غلاف در بوته Pod per plant
تکرار Replication	2	53.130	22.17	12.57**	0.09	5.46	83.49
آبیاری Irrigation regime (I)	2	540.02**	5301.3**	6.96**	0.06	1909.07**	141.71**
خطای اصلی Error (a)	4	23.58	97.56	0.06	0.03	52.25	97.32
مواد ضد تنش Anti-stress materials (R)	5	67.31*	371.07**	3.56**	0.14**	149.50**	348.18**
اثرات متقابل I * R	10	2.33	42.12	0.14	0.01*	6.29	18.00
خطای فرعی Error (b)	30	21.30	89.84	0.01	0.006	34.31	68.32
ضریب تغییرات CV%		19.86	17.24	20.19	15.0	15.56	18.31

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه						
شاخص برداشت	وزن هزار دانه	عملکرد علوفه	مدت زمان رسیدگی	درجه آزادی	منابع تغییر	S.O.V
Harvest index	1000 Kernal weight	Yield forage	Duration of ripening	df		
31.23	1161.35	383679.17	23.29	2	تکرار	Replication
734.58*	11139.57*	18080769.7**	594.39**	2	آبیاری	Irrigation regime (I)
53.49	641.35	88760.41	2.61	4	خطای اصلی	Error (a)
9.18	1215.84	825421.51**	106.84**	5	مواد ضد تنش	Anti-stress materials (R)
13.08	74126.93	32452.43	4.57	10	اثرات متقابل	I * R
13.58	287129.16	54481.11	15.11	30	خطای فرعی	Error (b)
4.25	11.00	8.84	3.26		ضریب تغییرات	CV%

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد
ns, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

وزن تر بوته

اثر رژیم آبیاری و مواد ضد تنش روی این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل دو عامل معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین وزن تر تک بوته مربوط به آبیاری مطلوب با ۶۶/۹۳ گرم هرچند که با تیمار کم آبیاری متوسط در یک گروه آماری قرار دارد. کمترین صفت مذکور از تیمار کم آبیاری شدید با ۳۲/۲۹ گرم به دست آمد (جدول ۳). تنش باعث کاهش شاخص‌های مورفولوژیکی از قبیل ارتفاع بوته، وزن برگ و ساقه، تعداد برگ و سطح برگ می‌شود (Ganjeali, 2011). پرایمینگ و محلول‌پاشی مواد ضد تنش روی وزن تر تک بوته (جدول ۳) نشان داد که بیشترین وزن تر تک بوته مربوط به اسیدآمینه تجاری (۶۰/۲۱ گرم) هرچند با پرولین، والین، آلانین در یک گروه آماری قرار دارد و کمترین وزن تر تک بوته مربوط به تیمار عدم کاربرد مواد ضد تنش (۴۴/۲۲) به دست آمد که با پرایمینگ بذر + محلول‌پاشی آب مقطر تفاوت آماری معنی‌داری حداقل در سطح ۵٪ نداشت (جدول ۳). گزارش شده است که تأثیر کاربرد مخلوط اسیدهای آمینه روی خصوصیات رشدی، ترکیبات شیمیایی، عملکرد و کیفیت گیاه کرفس قمری باعث افزایش میزان نیتروژن، کلروفیل a، b و کل، ارتفاع گیاه، وزن تر، خشک و عملکرد برگ و میزان قند در ریشه گردید (Shehata et al., 2011). محلول‌پاشی مواد تخفیف دهنده تنش، نظیر اسیدهای آمینه مثل پرولین،

آرژنین و تریپتوفان برای کاهش اثر تنش محیطی توصیه می‌شود (Yuan, 2008).

محتوی کلروفیل a

نتایج تجزیه واریانس نشان داد رژیم آبیاری و مواد ضد تنش در سطح یک درصد روی محتوی کلروفیل a معنی‌دار بود ولی اثر متقابل بین دو عامل معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به آبیاری مطلوب با ۴/۰۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود، هرچند که با تیمار کم آبیاری متوسط در یک گروه آماری قرار دارد. کمترین میزان کلروفیل a در تیمار کم آبیاری شدید با ۲/۸۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد (جدول ۳). پرایمینگ و محلول‌پاشی مواد ضد تنش نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل a مربوط به اسیدآمینه تجاری (۳/۹۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) هرچند با پرولین، والین، آلانین در یک گروه آماری قرار دارند و کمترین مربوط به تیمار عدم کاربرد مواد ضد تنش (۲/۳۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) که با پرایمینگ بذر + محلول‌پاشی آب مقطر تفاوت آماری معنی‌داری حداقل در سطح ۵٪ نداشت (جدول ۳). اسیدهای آمینه با افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی و افزایش غلظت کلروفیل و تأثیر بر فتوسنتز بر رشد گیاهان مؤثر واقع می‌شوند (Anonymous, 2009). تیمار اسیدهای آمینه در دو فصل

متوالی باعث افزایش میزان سبزینه a در برگ گیاه توت‌فرنگی اثر مواد ضد تنش در سطح یک درصد و اثر متقابل دو فاکتور شد (Shehata et al., 2011).

در سطح پنج درصد روی این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲).
مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به آبیاری مطلوب با مصرف اسید آمینه تجاری با ۰/۸۰ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ و کمترین مربوط به

محتوی کلروفیل b

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات تحت تنش کم آبی، پرایمینگ و محلول پاشی مواد ضد تنش

Table 3. Mean comparison of traits under water deficit stress and priming and foliar application Anti-stress materials

تعداد غلاف	تعداد دانه	محتوی کلروفیل a	تعداد شاخه اولیه		در بوته
			وزن تر بوته	بوته	
Pod per plant	در بوته	Chlorophyll a	plant Fresh weight (g)	Primary in plant	Number of seed/plant
Treatments	تیمارها	(mg gFW ⁻¹)			
Irrigation regime	رژیم آبیاری				
Optimal irrigation	آبیاری مطلوب	4.03 ^a	66.93 ^a	26.55 ^a	51.58 ^a
Moderate water deficit	کم آبیاری متوسط	3.09 ^a	62.65 ^a	25.94 ^a	48.68 ^a
Severe water deficit	کم آبیاری شدید	2.86 ^b	35.29 ^b	16.77 ^b	34.82 ^b
Anti-stress materials	مواد ضد تنش				
Commercial combination	ترکیب تجاری	3.99 ^a	60.21 ^a	25.00 ^a	50.62 ^a
proline	پرولین	3.83 ^a	60.18 ^a	25.00 ^a	50.27 ^a
Valine	والین	3.52 ^a	57.88 ^{ab}	24.55 ^a	47.46 ^{ab}
Alanine	آلانین	3.48 ^a	57.08 ^{ab}	24.44 ^a	47.14 ^{ab}
Distilled water	آب مقطر	2.78 ^b	50.16 ^{bc}	21.22 ^{ab}	40.40 ^{bc}
Control	شاهد	2.37 ^b	44.22 ^c	18.33 ^b	34.88 ^c

Table 3. Continued

جدول ۳. ادامه

Treatments	تیمارها	مدت زمان	عملکرد	وزن هزار دانه 1000 Kernal weight (g)	عملکرد	شاخص برداشت Harvest index (%)
		رسیدگی Duration of ripening (day)	علوفه Yield forage (kg ha ⁻¹)		بیولوژیک Biological yield (kg ha ⁻¹)	
Irrigation regimes	رژیم های آبیاری					
Optimal irrigation	آبیاری مطلوب	123.28 ^a	2566.7 ^a	286.33 ^a	5800.6 ^a	55.68 ^a
Moderate water deficit	کم آبیاری متوسط	121.5 ^b	2472.9 ^a	269.00 ^a	5297.5 ^a	53.11 ^a
Severe water deficit	کم آبیاری شدید	112.55 ^c	1965.8 ^b	237.27 ^b	3512.1 ^b	43.56 ^b
Anti-stress materials	مواد ضد تنش					
Commercial combination	ترکیب تجاری	124.11 ^a	2533.73 ^a	274.56 ^a	5299.2 ^a	51.14 ^a
Proline	پرولین	121.66 ^{ab}	2596.7 ^a	273.89 ^a	5457.7 ^a	51.57 ^a
Valine	والین	118.88 ^{bc}	2506.4 ^a	271.89 ^a	5257.9 ^a	51.40 ^a
Alanine	آلانین	118.55 ^{bc}	2462.8 ^a	262.22 ^{ab}	5114.3 ^a	51.12 ^a
Distilled water	آب مقطر	117.22 ^{cd}	2049.4 ^b	257.67 ^{ab}	4322.8 ^b	50.64 ^a
Control	شاهد	114.22 ^d	1862.2 ^b	245.0 ^b	3768.4 ^c	48.82 ^a

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس LSD در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means with similar letters in each column, show non-significant difference according to LSD tests at 5% level.

وجود رقابت بین اندام‌های زایشی و ریشه‌ها برای جذب مواد غذایی، جذب مواد غذایی کاهش می‌یابد. عمل محلول‌پاشی اسیدهای آمینه می‌تواند این رقابت را کاهش دهد و باعث بهبود عملکرد گردد (Andrade et al., 2009). کاربرد اسیدآمینه باعث افزایش تشکیل میوه در گوجه‌فرنگی شده است (Nahed et al., 2009). محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در مزارع و باغات باعث بهبود خصوصیات رویشی، عملکرد و کیفیت میوه شده است (Goil et al., 2005).

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش کم‌آبی، پرایمینگ و محلول‌پاشی و مواد ضد تنش بر محتوی کلروفیل b

Table 4. Mean comparison for the interaction effect water deficit stress and priming and foliar application Anti-stress materials on content Chlorophyll b

رژیم آبیاری Irrigation regime	مواد ضد تنش Anti-stress materials	محتوی کلروفیل b Chlorophyll b (mg gFW ⁻¹)
آبیاری مطلوب Optimal irrigation	Commercial combination	0.80 ^a
	Proline	0.64 ^b
	Valine	0.63 ^{bc}
	Alanine	0.62 ^{bc}
	Distilled water	0.62 ^{bc}
	Control	0.57 ^{bed}
کم‌آبیاری متوسط Moderate water deficit	Commercial combination	0.58 ^{bed}
	Proline	0.57 ^{bed}
	Valine	0.56 ^{bed}
	Alanine	0.55 ^{bed}
	Distilled water	0.54 ^{bed}
	Control	0.51 ^{cde}
کم‌آبیاری شدید Severe water deficit	commercial combination	0.51 ^{cde}
	Proline	0.46 ^{def}
	Valine	0.38 ^{efg}
	Alanine	0.34 ^{fgh}
	Distilled water	0.27 ^{gh}
	Control	0.24 ^h

میانگین‌های دارای حروف یکسان در ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. The means with similar letters in column, show non-significant difference according to LSD tests at 5% level

کم‌آبیاری شدید و عدم کاربرد مواد ضد تنش با ۰/۲۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آمد که با کاربرد تیمارهای آب مقطر و اسیدآمینه آلانین در تنش شدید کم‌آبی تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

طی تنش رطوبتی کلروفیل‌ها در کلروپلاست تجزیه و ساختارهای تیلاکوئید ناپدید گشته و باعث تولید اکسیژن فعال، همراه با کاهش و تجزیه کلروفیل می‌شود (Sairam et al., 1998). با توجه به اینکه اسیدآمینه تجاری ترکیبی از اسیدآمینه‌های مختلف از جمله آرژنین است گزارش شده است که کاربرد آرژنین در گیاه باعث پیشرفت رشد و افزایش وزن تر و خشک گیاه می‌شود و همچنین در باقلا تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و کلروفیل‌های a و b و کاروتنوئید را افزایش می‌دهد (Sairam et al., 2002). استفاده از اسیدآمینه باعث افزایش سطح برگ افزایش در میزان سبزینه a، b و کل، در برگ می‌شود و این موارد منجر به افزایش میزان فتوسنتز در گیاه می‌شود (Amin et al., 2011; Dahab and El-Aziz, 2006).

تعداد دانه در بوته

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد اثر رژیم آبیاری و مواد ضد تنش روی تعداد دانه در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل بین دو عامل معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تعداد دانه در بوته معادل ۴۵/۲۱ مربوط به تیمار آبیاری مطلوب بود، هرچند که با کم‌آبیاری متوسط در یک گروه آماری قرار داشت و کمترین آن مربوط به تیمار کم‌آبیاری شدید با ۲۵/۹۱ دانه در بوته به دست آمد (جدول ۳). اعمال تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد (غلاف‌بندی و دانه‌بندی) نخود باعث عدم تشکیل غلاف شد (Fang et al., 2010). پرایمینگ و محلول‌پاشی مواد ضد تنش روی این صفت نشان داد بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به اسیدآمینه تجاری (۴۱/۱۴ دانه در بوته) بود، هرچند که با تیمارهای پرولین، والین و آلانین در یک گروه آماری قرار دارد و کمترین مربوط به تیمار عدم کاربرد مواد ضد تنش (۳۰/۵۵ دانه در بوته) که با پرایمینگ بذر + محلول‌پاشی آب مقطر تفاوت آماری معنی‌داری حداقل در سطح ۵٪ نداشت همچنین اختلاف معنی‌داری بین پرولین، والین، آلانین و آب مقطر وجود نداشت (جدول ۳). در دوره رشد و نمو به سبب

تعداد غلاف در بوته

اثر رژیم آبیاری و مواد ضد تنش روی این صفت در سطح یک درصد معنی دار بود اما اثر متقابل بین دو عامل معنی دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین غلاف در بوته مربوط به تیمار آبیاری مطلوب با ۵۱/۵۸ غلاف در بوته که با تیمار کم آبیاری متوسط در یک گروه آبیاری قرار دارد و کمترین مربوط به کم آبیاری شدید با ۳۴/۸۲ غلاف در بوته به دست آمد (جدول ۳). اعمال تنش خشکی بعد از شروع مرحله تشکیل غلاف با کاهش تشکیل و همچنین افزایش ریزش غلافها در بدو تشکیل دانه همراه است (Behboudian et al., 2001; Thalooth et al., 2006). در گیاهان رشد نامحدودی مانند لوبیا، اگر گیاه در شرایط تنش قرار گیرد، تعداد غلاف کمتری فرصت تشکیل دارند (Wakrim et al., 2005). پرایمینگ و محلول پاشی مواد ضد تنش روی این صفت نشان داد بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به اسیدآمینو تجاری (۵۰/۶۲ غلاف در بوته) هرچند که با تیمارهای پرولین، والین و آلانین در یک گروه آماری قرار دارند و کمترین مربوط به تیمار عدم کاربرد مواد ضد تنش (۳۴/۸۸ غلاف در بوته) که با پرایمینگ بذر + محلول پاشی آب مقطر تفاوت آماری معنی داری حداقل در سطح ۵٪ نداشت همچنین تفاوت آماری معنی داری بین کاربرد والین، آلانین و آب مقطر مشاهده نشد (جدول ۳). یکی از ترکیبات در اسیدآمینو تجاری آرژنین است. آرژنین سنتز هورمونهای گیاهی مرتبط با گل دهی و میوه دهی را افزایش می دهد (Anonymous., 2009).

مدت زمان رسیدگی

نتایج نشان می دهد اثر رژیم آبیاری و مواد ضد تنش روی مدت زمان رسیدگی در سطح یک درصد معنی دار بود ولی اثر متقابل بین دو معنی دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده ها نشان می دهد بیشترین مدت زمان رسیدن مربوط به تیمار آبیاری مطلوب با ۱۲۳/۲۸ روز و کمترین مدت زمان رسیدن مربوط به تیمار کم آبیاری شدید با ۱۱۲/۵۵ روز به دست آمد کم آبیاری متوسط بین این دو دامنه قرار گرفت و معنی دار بود (جدول ۳). احتمالاً یکی از دلایل اصلی کاهش وزن و عملکرد دانه همان طور که نتایج این تحقیق نشان داد، می تواند کاهش طول دوره رشد دانه باشد. کاهش دوره رشد دانه و در نتیجه آن کاهش وزن دانه و عملکرد آن تحت تأثیر تنش کم آبی است (Gooding et al., 2003). پرایمینگ و

محلول پاشی مواد ضد تنش روی این صفت نشان داد بیشترین مدت زمان رسیدگی مربوط به اسیدآمینو تجاری (۱۲۴/۱۱ روز) که با تیمار پرولین در یک گروه آماری قرار دارند و کمترین مربوط به تیمار عدم کاربرد مواد ضد تنش (۱۱۴/۲۲ روز) که با پرایمینگ بذر + محلول پاشی آب مقطر تفاوت آماری معنی داری حداقل در سطح ۵٪ نداشت همچنین بین کاربرد اسیدهای آمینه پرولین، والین و آلانین تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). گزارش ها حاکی از آن است که پیش تیمار بذر باعث افزایش درصد سرعت و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن سریع بذر می گردد (Kaya et al., 2006).

عملکرد علوفه در هکتار

اثر رژیم آبیاری و مواد ضد تنش روی این صفت در سطح یک درصد معنی دار بود اما اثر متقابل بین دو معنی دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد علوفه مربوط به تیمار آبیاری مطلوب با ۲۵۶۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار که با تیمار کم آبیاری متوسط در یک گروه آماری قرار دارد به دست آمد و کمترین آن مربوط به کم آبیاری شدید با ۱۹۶۵/۸۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). علت کاهش وزن خشک کل گیاه به علت کاهش فتوسنتز حقیقی، کاهش شاخص سطح برگ گیاه بر اثر تنش بوده است (Diallo et al., 2001). پرایمینگ و محلول پاشی مواد ضد تنش روی این صفت نشان داد بیشترین عملکرد علوفه مربوط به اسیدآمینو پرولین (۲۵۹۶/۷ کیلوگرم در هکتار) بوده هرچند که با تیمارهای تجاری، والین و آلانین در یک گروه آماری قرار دارد و کمترین آن مربوط به تیمار عدم کاربرد مواد ضد تنش (۱۸۶۲/۲ کیلوگرم در هکتار) که با تیمار آب مقطر در یک گروه آماری قرار دارد به دست آمد (جدول ۳). افزایش پرولین منجر به حفظ تورم و کاهش خسارت غشاء در گیاهان می شود بدین ترتیب با روش تنظیم اسمزی تحمل به تنش کم آبی افزایش می یابد (Saneoka, et al., 2004).

وزن هزار دانه

نتایج به دست آمده نشان می دهد تنها اثر رژیم آبیاری روی وزن هزار دانه در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری مطلوب با ۲۸۶/۳۳ گرم که با تیمار کم آبیاری متوسط در یک گروه آماری قرار دارند به دست آمد و کمترین

اسمولیت، رباینده ROS و یک چارپون مولکولی برای حفظ ساختار پروتئین‌ها و حفظ سلول از خسارات ایجادشده توسط تنش عمل می‌کند (Szabados and Savoure, 2010). اثر مثبت محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر عملکرد ماش گزارش شده است (Minaee et al., 2013).

شاخص برداشت

نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد تنها اثر رژیم آبیاری روی شاخص برداشت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار آبیاری مطلوب با ۵۵/۶۸ درصد که با تیمار کم‌آبیاری متوسط در یک گروه آماری قرار دارد به دست آمد و کمترین آن مربوط به کم‌آبیاری شدید با ۴۳/۵۶ درصد بود (جدول ۳). دلیل احتمالی کاهش شاخص برداشت این است که در پایان دوره رشد به علت کمبود آب قابل‌دسترس، قدرت انتقال مواد پرورده به دانه کاهش‌یافته و منجر به افت عملکرد دانه می‌شود. همچنین کاهش تعداد غلاف در بوته که سهم مهمی در تولید عملکرد دارد از دلایل مهم کاهش شاخص برداشت در تیمار تنش محسوب می‌شود (Gebeyehu, 2006).

نتیجه‌گیری نهایی

تنش کم‌آبی موجب کاهش فتوسنتز و محدودیت آسمیلات می‌گردد و بنابراین منجر به کاهش عملکرد و اجزاء عملکرد می‌شود در این آزمایش مشخص شد که کاربرد پرایمینگ و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در شرایط تنش کم‌آبی در اغلب حالات روی صفات مدت‌زمان رسیدن، تعداد شاخه اولیه، وزن تر تک‌بوته، کلروفیل a، کلروفیل b، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد علوفه و عملکرد بیولوژیک اثر مثبت داشت؛ بنابراین در شرایط تنش کم‌آبی استفاده از اسیدآمینه‌ها بخصوص ترکیب تجاری و یا پرولین به‌صورت مصرف توأم پرایمینگ (با غلظت ۰/۲ گرم در لیتر) و محلول‌پاشی با غلظت (با غلظت ۰/۲۵ گرم در لیتر) برای کاهش اثرات سوء خشکی در گیاه نخود رقم عادل توصیه می‌گردد.

مربوط به کم‌آبیاری شدید با ۲۳۷/۲۷ گرم به دست آمد (جدول ۳). با بررسی روی گیاه نخود نشان داده شد که محدودیت رطوبت در زمان گلدهی و غلاف‌دهی موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه می‌شود. فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی باعث طولانی‌تر شدن دوره پر شدن دانه شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای اختصاص به دانه‌ها فراهم می‌گردد. (Ullah et al., 2002). تنش‌های محیطی مانند کمبود آب در مرحله تشکیل و پر شدن دانه به دلیل کاهش در میزان فتوسنتز جاری باعث کاهش وزن هزار دانه می‌شود (Leportet et al., 1999). همزمانی مرحله زایشی کلزا با تنش خشکی، موجب کاهش اکثر صفات وابسته به عملکرد نظیر تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف است (Naeimi et al., 2008).

عملکرد زیستی

اثر رژیم آبیاری و مواد ضد تنش روی این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل بین دو معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار آبیاری مطلوب با ۵۸۰۰/۶ کیلوگرم در هکتار که با تیمار کم‌آبیاری متوسط که در یک گروه آماری قرار دارند به دست آمد و کمترین مربوط به کم‌آبیاری شدید با ۳۵۱۲/۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). در اثر کمبود آب، اندام‌های رویشی از جمله تعداد شاخساره در حبوبات کاهش‌یافته و در نهایت سبب کاهش بیوماس کل می‌شود (Oweis et al., 2004). پرایمینگ و محلول‌پاشی مواد ضد تنش روی این صفت نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به اسیدآمینه پرولین (۵۴۵۷/۷ کیلوگرم در هکتار) هرچند که با تیمارهای تجاری، والین و آلانین در یک گروه آماری قرار دارند و کمترین مربوط تیمار عدم کاربرد مواد ضد تنش (۳۷۶۸/۴ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۳). پرولین نیز یکی از مواد حاصل از متابولیسم آرژنین است که در بسیاری از گونه‌های گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی مختلف مثل خشکی، شوری، فلزات سنگین تجمع می‌یابد. گزارش شده است که پرولین به‌عنوان

منابع

- Amin, A.A., Gharib, F.A., El-Awadi, E.M., Rashad, E.-S.M., 2011. Physiological response of onion plants to foliar application of putrescine and glutamine. *Scientia Horticulturae*. 129, 353-360.
- Ahmad, F., Gaur, P. M. and Croser, J. S. 2005. *Chickpea (Cicer arietinum L.)*. In: Singh, R.J., Jauhar, P.P. (eds.), *Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement*. Taylor & Francis, London, UK, pp. 187-213.
- Andrade, S.A.L., Gratao, P.L., Schiavinato, M.A., Silveira, A.P.D., 2009. Zn uptake, physiological response and stress attenuation in mycorrhizal jack bean growing in soil with increasing Zn concentrations. *Chemosphere*. 75, 1363-1370.
- Ashraf, M., 2009. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology Advances*. 27, 84-93.
- Bagheri, A., Nezami, A., Ganjeali, A., Parsa, M., 1997. *Agronomy and Breeding of Chickpea*. Publications of Academic Jahad of Mashha, Iran. [In Persian].
- Basra, S., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., Ahmad, R., 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cottonseed. *Seed Science and Technology*, 32, 765-774.
- Behboudian, M.H., Qifu, M., Neil, C., Turner, J., Palta, A., 2001. Reactions of chickpea to water stress: yield and seed composition. *Journal of Science Food Agriculture*. 81, 1288-1291.
- Diallo, A.T., Samb, P.I., Roy-Macauley, H., 2001. Water status and stomatal behaviour of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, plants inoculated with two *Glomus* species at low soil moisture levels. *European Journal of Soil Biology*. 37, 187-196.
- Dahab, T.A., El-Aziz, G.A. 2006. Physiological effect of diphenylamin and tryptophan on the growth and chemical constituents of *Philodendron erubescens* plants. *World Journal of Agricultural Science*. 2, 75-81.
- Fang, X., Turner, N.C., Yan, G., Li, F., Siddique, K.H.M., 2010. Flower numbers, pod production, pollen viability, and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum L.*) under terminal drought. *Journal of Experimental Botany*. 61, 335-345.
- Farzaneh, M., Ghanbari, M., Eftekharian, J.A., 2013. Effect of hydro-priming on seed germination and proline content of radish (*Raphanus sativus L.*) under salt stress. *Journal of Plant Environmental Physiology*. 8, 65-74.
- Ganjeali, A., Porsa, H., Bagheri, A., 2011. Assessment of Iranian chickpea (*Cicer arietinum L.*) germplasms for drought tolerance. *Agriculture Water Management*. 98, 1477-1484.
- Gebeyehu, S., 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) genotypes differing in drought resistance. PhD Dissertation, Justus-Liebig-University of Giessen, Germany.
- Gooding, M., Ellis, R., Shewry, P., Schofield, J., 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science*. 37, 295-309.
- Hiscox, J., Israelstam, G., 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without Maceration. *Canadian Journal of Botany*. 57(12), 1332-1334.
- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Cıkılı, Y., Kolsarıcı, Ö., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *European Journal of Agronomy*. 24, 291-295.
- Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D., 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.
- Minaee, P., Haj Seyed Hadi, M.R., Darzi, M.T. Shamsavar, A.M. 2013. Effects of nitrogen fixing bacterial and amino acids spraying on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiata*). *Annals of Biological Research*. 4(8), 265-269.
- Nahed, A.A., Lona, T., Soad, M.M.I., 2009. Some studies on the effect of putrescine, ascorbic acid and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents of gladiolus plants at Nubaria. *Ozean Journal of Applied Sciences*. 2, 169-179.

- Naeimi, M., Akbari, G.A., Shiranirad, A.H., Modares, S.S., Sadat, N.S., Jabari, H., 2008. Evaluation of drought tolerance in different Canola cultivars based on stress evaluation indices in terminal growth duration. *Journal of Crops improvement*. 1(3), 83-98. [In Persian with English summary].
- Niari Khamssi, N., Ghassemi Golezani, K., Zehtab Salmasi, S., Najaphy, A., 2010. Effect of water deficit stress on field performance of chickpea cultivars. *African Journal of Agriculture Research*. 5, 1973-1977.
- Oweis, T., Hachum, A., Pala, M., 2004. Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural water management*. 68, 251-265.
- Parsa, M., Bagheri, A., 2008. Legumes. Publications of Academic Jahad of Mashhad, Iran. [In Persian].
- Sairam, R.K., Roa, K.V., Srivastava, G.C., 2002. Differential response of wheat cultivar genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science*. 163, 1037-1046.
- Sairam, R., Deshmukh, P., Saxea, D., 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotypes tolerance to water stress. *Biologia Plantarum*. 41, 387-394.
- Saneoka, H., Moghaieb, R.E.A., Premachandra, G.S., Fujita, K., 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. *Environmental and Experimental Botany*. 52, 131-138.
- Shehata, S.M., Abdel-Azem, H.S., Abou El-Yazied, A., El-Gizawy, A.M., 2011. Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constituents yield and its quality of celeriac plant. *European Journal Scientific Research*. 58, 257-65.
- Szabados L., Savoure. A., 2010. Proline a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science*. 15(2), 89-97.
- Thalooth, A.T., Tawfik, M.M., Magda Mohamad, H., 2006. A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants grown under water stress conditions, *Bulletin of Egypt. World Journal of Agricultural Sciences*. 2, 37-46.
- Turner, N.C., 2003. Adaptation to drought: lessons from studies with chickpea. *Indian Journal of Plant Physiology (Special issue)*, 11-17.
- Ullah, A., Bakht, J., Shafi, M., Shah, W.A., 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. *Asian Journal of Plant Sciences*. 1(4), 355-357.
- Wakrim, R., Wahabi, S., Tahi, H., Aganchich, B., Serraj, R., 2005. Comparative effect of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relation and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture, Ecosystem and Environment*. 106, 275-287.