

اثر تنش خشکی و سایکوسل بر عملکرد و اجزای عملکرد جو رقم والفجر

سارا شریف^۱، مهری صفاری^۱ و یحیی امام^۲

چکیده

پژوهش‌های زیادی در زمینه کاهش تأثیرات سوء تنش خشکی و به دست آوردن میزان رشد مناسب در شرایط کمبود آب صورت گرفته و کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی یکی از مهم‌ترین روش‌های پیشنهادی است. در یک پژوهش گلخانه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، تأثیر چهار سطح خشکی ۴۵، ۶۵ و ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه و سه غلظت مختلف کلرمکوات کلرايد (CCC) صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر برخی از صفات جو پاییزه رقم والفجر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که افزایش غلظت سایکوسل از صفر به ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته گردید. محتوای نسبی آب تحت تأثیر ماده کندکننده رشد سایکوسل در شرایط خشکی افزایش نشان یافت. تعداد پنجه‌ها و وزن خشک ریشه و ساخساره، در نتیجه کاربرد سایکوسل در شرایط خشکی نیز افزایش یافت. هم‌چنین مشخص شد که استفاده از تیمار سایکوسل، نسبت وزن خشک ریشه به شاسخاره، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله را در شرایط خشکی و بدون تنش افزایش می‌دهد. به نظر می‌رسد برای دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه رقم والفجر در حالات‌های مختلف خشکی، استفاده از ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، کلرمکوات کلرايد، عملکرد دانه، تنظیم کننده رشد گیاهی

مقدمه

سایکوسل (2-Chloroethyl trimethyl ammonium chloride) یا سایکوسل (Cycocel) از گروه ترکیبات اوئینومی (Oniome compounds) بوده و از پرمصرف‌ترین کندکننده‌های رشد گیاهی (Plant growth Retardants) بهویژه در اروپا بوده و امروزه جهت کاهش خوابیدگی و کنترل رشد رویشی گیاهان زراعی (بهویژه غلات) کاربرد فراوانی پیدا کرده است (۱۱ و ۱۰).

کلرمکوات کلرايد با اختلال در مسیر چرخه بیوسیتر

کلرمکوات کلرايد CCC یکی از مشتقات کولین Choline می‌باشد که از واکنش تری‌متیل‌آمین و یک آلیفاتیک هالید (Aliphatic Halid) به نام ۱-۲-دی‌کلرو‌اتان تولید می‌گردد. ماده تولید شده به شکل کریستال بوده و در آب قابل حل می‌باشد و از آن به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی استفاده می‌شود. کلرمکوات کلرايد

۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲. استاد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

جدا	تی	رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای (درصد وزن خشک)
۱۳	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)
۷/۵۴	pH خاک	لومی - رسی
۴/۰۵	هدایت الکتریکی	%/۲۵

آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال گردید. ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است.

در گلخانه از گلدان‌های پلاستیکی ۱۱ کیلویی که قبل از توسط مته بر قی سوراخ‌هایی به قطر یک سانتی‌متر در ته آنها ایجاد شده بود، استفاده گردید. خاک گلدان‌ها از زمین زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان برداشت شد. کاشت بذرها در تاریخ ۸۳/۹/۲۷ انجام گرفت. بذرها قبل از کاشت ابتدا با قارچ‌کش ویتاواکس (Vitavax) به میزان ۲ در هزار ضد عفونی شدند. درون هر گلدان ۶ عدد بذر کشت گردید. پس از رشد دانه‌های جو زمانی که گیاهان سبز شده در مرحله ۲ برگی (ZGS=12) قرار گرفتند، تنک شدند و ۳ گیاه در هر گلدان حفظ گردید. در طول آزمایش دو بار سمپاشی علیه شته، یکبار دیازنیون به میزان یک در هزار و بار دیگر با پریموز ۰/۵ در هزار صورت گرفت. کود مایع به صورت اسپری به میزان ۰/۵ در هزار در مرحله اواخر ساقه رفتن به گیاهان تیمار شد.

در اواخر اسفند ۱۳۸۲ تیمارهای خشکی و سایکوسل اعمال گردید. گیاهان در این زمان در مرحله اوایل ساقه رفتن (ZGS=15=22=30) فرار داشتند. تیمارهای سایکوسل با غلظت ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت محلول پاشی دستی صورت گرفت و درصد خلوص سایکوسل مورد استفاده در این آزمایش ۷/۶۴/۵ w/w Arotex extra بود.

تا قبل از اعمال تیمارها، رطوبت گلدان‌ها هر ۶ روز یکبار با آب معمولی به حد شاهد رسانده شد. میزان ظرفیت مزرعه خاک ۲۵٪ وزنی بود که با توجه به وزن خشک گلدان‌ها، میزان

جیبرلیک اسید مانع از فعالیت آنزیم انت‌کائورن‌سنتتاز (Ent-kaurene synthetase) شده و ارتفاع گیاهان را کاهش می‌دهد (۲۱). گزارش شده است که کاربرد کلرمکوات‌کلراید (بیشتر در عملکرد دانه) به خاطر رشد ریشه بیشتر و مقاومت به خشکی بیشتر تحت حالات خشک بوده است (۷ و ۱۲). عملکرد بیشتر دانه در گیاهان تیمار شده با CCC به خاطر رشد ریشه بیشتر، افزایش مقاومت روزن‌های و پتانسیل آب بیشتر در برگ می‌باشد (۷). کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، به طور عمده ضد جیبرالین‌ها (Anti-Gibberellins) بر روی غلات باعث افزایش رشد ریشه (طول و وزن ریشه) می‌شود (۸ و ۲۵). بر طبق نتایج برخی پژوهشگران سایکوسل باعث کاهش ارتفاع ساقه، افزایش تعداد پنجه در هر بوته، افزایش تعداد دانه در سنبله، افزایش مقاومت به سرما، شوری، قارچ‌ها و حشرات می‌شود (۹ و ۲۱).

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی واکنش جو پاییزه رقم والفجر به چهار سطح خشکی در سه غلاظت متفاوت کننده رشد سایکوسل در شرایط گلخانه بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کلرمکوات‌کلراید (CCC) بر تنش خشکی در گیاه جو رقم والفجر، آزمایشی در سال زراعی ۸۲-۸۳ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. پیش از انجام آزمایش نمونه مرکبی از خاک مزرعه جهت تعیین عناصر غذایی مورد نیاز تهیه و به

داده‌های به دست آمده از این آزمایش با استفاده از نرم افزارهای SPSS، EXCEL و MSTAT-C، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

۱. وزن خشک شاخصاره

با افزایش غلظت سایکوسل، وزن خشک اندام هوایی افزایش معنی داری پیدا کرد (جدول ۲)، اما با افزایش تنفس خشکی کاهش معنی داری در آن ایجاد شد. به نظر می‌رسد که تغییر طراحی سایه انداز گیاهی و تغییر زاویه برگ‌ها و هم‌چنین تیره‌تر شدن برگ‌ها و افزایش کلروفیل (در نتیجه توان فتوستزی بیشتر در اثر استفاده از سایکوسل) باعث افزایش وزن خشک شاخصاره شده است. این نتایج با یافته‌های برخی پژوهشگران مطابقت دارد (۱۲). تأثیر متقابل تنفس خشکی و سایکوسل بر وزن خشک شاخصاره در سطح ۵٪ معنی دار شد (جدول ۳).

نتایج نشان می‌دهد که گیاهان تیمار شده با CCC و تیمار خشکی نسبت به گیاهان تیمار نشده و خشکی، وزن خشک نهایی بیشتری را نشان می‌دهند. شاید علت این باشد که گیاهان تیمار شده با CCC وقتی در معرض خشکی قرار می‌گیرند، بعد از آبیاری مجدد تولید برگ‌های جدید می‌کنند. شاید علت دیگر این است که در هنگام تنفس خشکی تجمع قند در گیاه زیاد می‌شود و با آبیاری مجدد، رشد گیاه سریع‌تر می‌شود.

۲. وزن خشک ریشه

افزایش تنفس خشکی از ۸۵FC٪ به ۲۵٪، کاهش معنی داری را در سطح ۵٪ نشان داد (جداول ۲ و ۳) و با کاهش رطوبت رشد ریشه شدیداً کاهش یافت. با افزایش تنفس خشکی سطح برگ و تعداد برگ به علت ریزش برگ‌ها کمتر می‌شود و سطح فتوستزی کاهش می‌یابد. در نتیجه تخصیص مواد فتوستزی به ریشه‌ها کاهش می‌یابد. گروهی از پژوهشگران کاهش وزن خشک ریشه را به کاهش رشد ریشه نسبت می‌دهند (۳ و ۱۷).

آب ۲۷۱۲/۵ میلی‌لیتر به دست آمد. در سطح اول خشکی (شاهد)، وزن گلدان‌ها ۱۳۸۰۰ گرم، سطح دوم خشکی (۶۵FC٪) وزن گلدان‌ها ۱۳۲۶۰ گرم، سطح سوم خشکی ۴۵٪ طرفیت زراعی، ۱۲۷۲۰ گرم و سطح چهارم خشکی ۲۵٪ طرفیت زراعی، ۱۲۱۵۰ گرم بود.

آبیاری گلدان‌ها هر بار تا حد شاهد انجام گرفت و مقدار آب خاک قبل از آبیاری با توزین گلدان‌ها اندازه‌گیری شد. آب اضافه شده صرفاً به مصرف تعرق گلدان‌ها می‌رسید، زیرا سطح گلدان‌ها توسط پرلیت (Perlite) (ماده‌ای که تبخیر در سطح گلدان‌ها را به حداقل می‌رساند) پوشانده شده بود.

اندازه‌گیری‌های محتوای کلروفیل، ارتفاع ظاهری، تعداد پنجه در زمانهای معین بعد از شروع اعمال تیمارها انجام شد، بقیه اندازه‌گیری‌ها در هنگام برداشت محصول انجام گرفت.

اندازه‌گیری محتوای کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج صورت گرفت. در هر بار اندازه‌گیری گیرنده دستگاه روی برگ سوم گیاه قرار می‌گرفت و میزان محتوای کلروفیل از روی صفحه نمایش دستگاه ثبت می‌شد.

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب در مرحله گل دهی کامل، برگ پرچم از گیاه جدا شد و بلا فاصله در کیسه‌های پلاستیکی در بسته گذاشته شد و سریعاً روی یخ در محیط بدون نور به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه وزن تر آنها اندازه‌گیری گردید و سپس در آب مقطر به مدت ۴ ساعت در محیط بدون نور قرار داده شدند و بعد از آن وزن آماس اندازه گرفته شد، سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۲°C نمونه‌ها خشک گردیدند و وزن خشک آنها به دست آمد. در نهایت محتوای نسبی آب با فرمول زیر محاسبه گردید (۲۲):

$$RWC(\%) = \frac{(وزن خشک - وزن آماس)}{(وزن خشک - وزن تر)} \times 100$$

جهت اندازه‌گیری وزن ریشه، خاک هر گلدان توسط آب شسته شد و پس از تمیز نمودن، وزن ریشه‌ها توزین گردید. گیاهان در کوره در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. پس از آن وزن خشک بوته‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی تعیین شد.

جدول ۲. میانگین برخی از ویژگی‌های جو و الفجر در سطوح مختلف خشکی و غلظت‌های متفاوت کد کننده رشد کلرموکات کلرايد (CCC)

	CCC (ppm)	ارتفاع نهایی (cm)	سطوح خشکی (FC%)	غلظت (ppm)	وزن خشک شاخصاره (gr)	وزن خشک رشیده (gr)	نسبت وزن خشک رشیده به شاخصاره	محتوای نسجی آب (%)	تعداد سنبله در محیط آب (gr)	تعداد دانه در محیط آب (gr)	تعداد دانه در بنره (gr)	عملکرد دانه در بنره (gr)
C ₁	D ₁	۸۰	۵۸/۴۳ ^a	۵/۸۱۲ ^c	۱/۳۷۵ ^b	۰/۲۴۳ ^c	۰//۸۸۲۵ ^a	۲۲/۷۵ ^c	۲/۰۰۳۰ ^d	۲/۰۰۳۰ ^d	۲/۲۷۵ ^{bc}	
	D ₂	۷۰	۵۷/۰۰ ^b	۵/۴۱۰ ^b	۱/۳۰۰ ^{cd}	۰/۲۴۳ ^c	۰//۷۹۲۵ ^b	۲۱/۰ ^d	۲/۲۵۳ ^c	۲/۱۷۵ ^{def}		
	D ₃	۶۰	۵۱/۳۰ ^f	۵/۵۸۸ ^h	۱/۲۲۷ ^{ef}	۰/۲۷۱ ^{bc}	۰/۶۳۰ ^b	۱۸/۰ ^f	۱/۰۸۷ ^g	۱/۳۰ ^g		
	D ₄	۵۰	۵۲/۱۸۸ ^g	۳/۶۰۷ ^k	۱/۱۲۵ ^h	۰/۳۱ ^{ab}	۰/۴۹۷۵ ^e	۱۵/۰ ^h	۱/۰۸۵ ^h	۰//۸۲۰ ⁱ		
C ₂	D ₁	۸۰	۵۳/۹۷ ^c	۵/۸۲۸ ^b	۱/۴۲۵ ^a	۰/۲۴۳ ^c	۰/۹۰۲۵ ^a	۲۳۳/۷۵ ^b	۳/۶۷۰ ^b	۲/۰۰۳۰ ^b	۲/۲۲۵ ^{cd}	
	D ₂	۷۰	۵۲/۰۳ ^d	۵/۷۰۰ ^c	۱/۳۲۵ ^{bc}	۰/۲۳۳ ^c	۰//۸۰۰ ^b	۲۰/۰ ^{de}	۲/۹۱۵ ^d			
	D ₃	۶۰	۵۹/۲۰ ^f	۵/۷۲۵ ^g	۱/۲۷۱ ^{de}	۰/۲۷۱ ^{bc}	۰/۷۴۵ ^{cd}	۱۸/۰ ^f	۲/۲۵۵ ^e	۱/۴۲۵ ^f		
	D ₄	۵۰	۵۱/۹۷ ^h	۳/۶۱۵ ^g	۱/۱۷۶ ^G	۰/۳۲۳ ^a	۰/۵۲۷۵ ^e	۱۵/۰ ^g	۱/۴۹۰ ^g	۱/۰۰۵ ^{hi}		
C ₃	D ₁	۸۰	۵۲/۰۳ ^d	۵/۹۵۷ ^a	۱/۴۵۳ ^a	۰/۲۴۳ ^c	۰//۸۸۰ ^a	۲۵/۰ ^a	۳/۰۰۳۰ ^a	۳/۰۰۵ ^a		
	D ₂	۷۰	۵۰/۹۷ ^e	۵/۵۷۰ ^d	۱/۳۷۷ ^b	۰/۲۵ ^c	۰//۸۱۵ ^b	۲۱/۰ ^d	۳/۶۷۰ ^b	۲/۳۷۵ ^{cd}		
	D ₃	۶۰	۵۲/۲۵ ^h	۵/۸۴۰ ^f	۱/۲۹۰ ^{cd}	۰/۲۷۱ ^b	۰/۷۸۵ ^c	۲۰/۰ ^e	۳/۱۷۰ ^c	۱/۰۲۵ ^{ef}		
	D ₄	۵۰	۵۸/۹۵ ⁱ	۳/۷۴۷ ⁱ	۱/۲۰۷ ^f	۰/۳۲۳ ^a	۰/۵۴۲۵ ^e	۱۶/۷۵ ^g	۱/۰۸۳۵ ^f	۱/۰۲۲۵ ^{gh}		

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح اختلاف معنی دارند.

جدول ۳. میانگین مربuat اثرات اصلی و برهمکنش سطوح خشکی و غلاظت‌های متفاوت کنندگانده رشد کلمکوات کلارید (CCC) بر بخش ویژگی‌های جو والفجر

میانگین مربuat (Mean Squares)		عملکرد دانه					
		تعادل نسبنله	تعادل دانه در	محشرانی نسبی	تعادل دانه در	بوته	در بوته (gr)
منابع تغییرات		نسبت وزن خشک	وزن خشک	وزن خشک	وزن خشک	بوته	در بوته
درجهات آزادی		آب (%)	آرتقای نهایی (cm)	آرتقای نهایی (cm)	آرتقای نهایی (cm)	بوته	در بوته (gr)
کلمکوات کلارید (CCC)	۱	۰/۶۹*	۰/۰۲۲*	۰/۰۷۶*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۸*
تشخیص خشکی (Drought stress)	۲	۰/۱۳۵*	۰/۰۳۴*	۰/۱۷*	۰/۰۱۷*	۰/۰۱۴*	۰/۱۶*
CCC×Drought Stress	۱	۰/۹۷*	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۲۰*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۰۵*
خطای آزمایش	۳۳۳	۰/۷۸۶	۰/۵۰۸	۰/۷۴۲	۰/۰۳۹	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۳۳*

*: معنی دار در سطح ۵٪ درصد.
ns : دار سطح ۵٪ معنی دار نمی‌باشد.

خشک ریشه به شاخصاره معنی دار شد (جدول ۳).

۴. محتوای نسبی آب

با افزایش تیمارهای خشکی، محتوای نسبی آب تفاوت معنی داری را در سطح ۵٪ نشان داد (جداول ۲ و ۳). علت کاهش محتوای نسبی آب، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه ها در شرایط خشک می باشد (۲۲). در تحقیق دیگری تنفس آبی باعث کاهش محتوای نسبی آب شده است (۱۹).

تیمارهای سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر نسبت به شاهد تفاوت معنی داری را نشان داد (جدول ۲). به نظر می رسد سایکوسل ریشه دهی را در گیاه افزایش می دهد و باعث می شود که گیاه آب بیشتری را از اعماق جذب کند و در نتیجه منجر به بهبود محتوای نسبی آب می شود. تأثیر متقابل سایکوسل و تنفس خشکی نیز بر محتوای نسبی آب در سطح ۵٪ معنی دار شد (جدول ۳).

۵. تعداد سنبله

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که اثر سطوح مختلف خشکی و هم چنین غلظت های متفاوت سایکوسل بر روی تعداد سنبله در سطح ۵٪ معنی دار است ولی اثر متقابل این دو معنی دار نگردید. مقایسه میانگین تعداد سنبله در بوته برای غلظت های متفاوت سایکوسل نشان می دهد که غلظت ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل بالاترین تعداد سنبله را دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین تعداد سنبله در بوته در سطوح مختلف خشکی نشان می دهد که تیمار خشکی شاهد (۸۵FCC٪) بیشترین تعداد سنبله در بوته را دارا می باشد (جدول ۲).

طبق یافته های برخی از پژوهشگران استفاده از تنظیم کننده های رشد مانند سایکوسل، تعداد سنبله بیشتری را در گیاه ایجاد می کند. علت آن می تواند در نتیجه القای پنجه زنی بیشتر و ایجاد سنبله های بارور بیشتر در گیاه باشد (۶ و ۲۳).

وزن خشک ریشه با افزایش غلظت سایکوسل تفاوت معنی داری را در سطح ۵٪ نشان داد (جداول ۲ و ۳). کاربرد تنظیم کننده های رشد گیاهی، به طور عمده ضد جیبرالین ها در گلدان بر روی غلات باعث افزایش رشد ریشه (طول و وزن ریشه) می شود (۸ و ۲۵). سایکوسل با افزایش تعداد و بقای پنجه ها و هم چنین سطح برگ باعث فتوستتر بیشتر شده و مواد پرورده بیشتری به سمت ریشه ها انتقال می یابد و ریشه دهی بیشتری را موجب می شود. تأثیر متقابل سایکوسل و تنفس خشکی بر وزن خشک ریشه در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳).

۳. نسبت وزن خشک ریشه به شاخصاره

کاربرد سایکوسل باعث افزایش نسبت وزن خشک ریشه به شاخصاره می گردد، اما این تفاوت در غلظت های ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل در سطح ۵٪ معنی دار نشد (جدول ۲) ولی نسبت به شاهد تفاوت ها معنی دار نشان داد. سایکوسل باعث شد که ماده خشک بیشتری به سمت ریشه، نسبت به ساقه انتقال یابد. امام و دستفال (۹) گزارش کردند که افزایش تعداد پنجه و تخصیص مواد فتوستزی بیشتر به سمت ریشه در هنگام تنفس خشکی در اثر استفاده از سایکوسل باعث مقاومت به خشکی بیشتر در گیاه جو می شود.

با افزایش تنفس خشکی، نسبت وزن خشک ریشه به شاخصاره افزایش معنی داری را نشان می دهد (جداول ۲ و ۳). به نظر می رسد که افزایش نسبت ریشه به شاخصاره به خاطر افزایش ذخیره کربوهیدرات در ریشه در اثر تنفس خشکی باشد. هم چنین در هنگام تنفس خشکی اندام هوایی گیاه بیشتر از ریشه آسیب می بیند بنابراین کاهش بیشتری را نشان داد. نتایج حاصله با یافته های پژوهشگران دیگر نیز مطابقت دارد (۴ و ۵)؛ که بیان کردند که کمبود رطوبت سبب کاهش بیشتر رشد قسمت هوایی نسبت به ریشه می گردد به همین دلیل نسبت وزن خشک ریشه به شاخصاره افزایش می یابد. تأثیر متقابل تیمار سایکوسل و تنفس خشکی نیز بر نسبت وزن

می شود. احتمالاً حرکت و انتقال ضعیف و کند سایکوسل در جو می تواند دلیل اصلی این موضوع باشد. پژوهشگران متعددی نیز به این نتایج دست یافتند (۱۲).

بین غلظت های متفاوت سایکوسل از نظر تأثیر بر تعداد پنجه تفاوت معنی داری وجود دارد (شکل ۱). این افزایش می تواند به دلیل کاهش چیرگی انتهایی مقصد های فیزیولوژیکی ساقه اصلی و تأمین مواد پرورده بیشتر جهت رشد مقصد های فیزیولوژیکی ثانویه نظیر پنجه باشد. امام و کریمی (۱) در آزمایشی گلخانه ای روی گندم قدس به این نتیجه رسیدند که تعداد پنجه ها در بوته های تیمار شده با سایکوسل نسبت به شاهد از روز هجدهم پس از تیمار به طور معنی داری افزایش یافت.

بر طبق مشاهدات به عمل آمده در طول آزمایش، افزایش بقای پنجه ها در اثر استفاده از سایکوسل ممکن است به دلیل بازتر شدن زاویه ساقه در بوته های تیمار شده و بهبود نفوذ نور به درون سایه انداز گیاهی باشد. با افزایش تنش خشکی، تعداد پنجه کاهش یافت و تفاوت معنی داری بین تیمار های مختلف خشکی مشاهده شد (شکل ۲).

کاهش تعداد پنجه در اثر از بین رفتن پنجه های تولید شده صورت می گیرد. در زمان ۳۰ روز پس از تیمار (گل دهی) شاهد مرگ پنجه ها هستیم. کاهش پنجه در اثر از بین رفتن پنجه های تولید شده صورت می گیرد. اغلب بعد از گل دهی ساقه اصلی، مرگ پنجه صورت می گیرد. مرگ پنجه ها ناشی از کمبود ریشه و رقابت برای مواد غذایی نیز می تواند باشد (۳).

۸. ارتفاع نهایی بوته

با افزایش غلظت سایکوسل ارتفاع ظاهری (کاذب) بوته کاهش معنی داری را پیدا کرد (جدول ۲). علت این کاهش ارتفاع، در نتیجه تأثیر سایکوسل در جلوگیری از رشد طولی سلول ها می باشد و این که سایکوسل از سنتز آنزیم انت-کائتون در مراحل اولیه بیوسنتز جیبرالین جلوگیری می کند (۲۱).

طبق یافته های شریفی و رحیمیان تنش رطوبت موجب کاهش تعداد سنبله در هر متر مربع می شود. علت چنین کاهشی را تأثیر تنش بر برگ در صد بیشتری از پنجه های زاینده سنبله نسبت می دهند (۲).

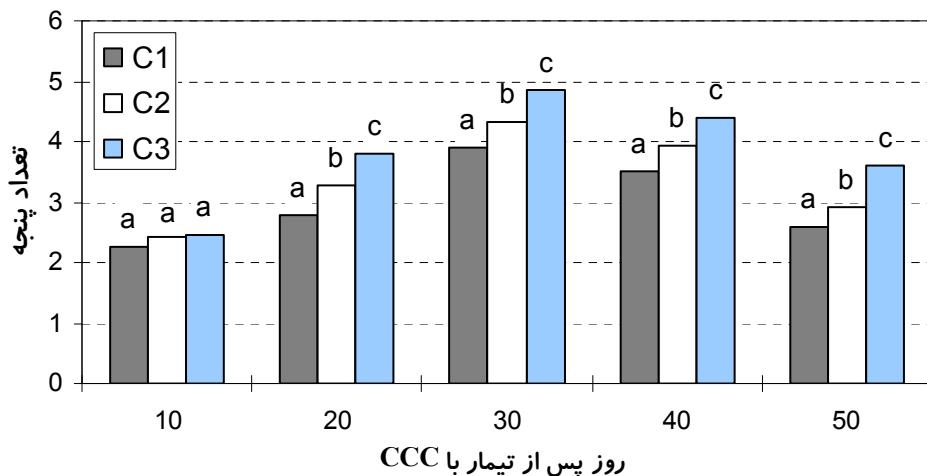
۶. تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله با استفاده از تیمار سایکوسل تفاوت معنی داری را نشان داد (جدول ۳) که بیشترین میانگین آن مربوط به تیمار سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد (جدول ۲). هم چنین ملاحظه می شود که تعداد دانه در سنبله در تیمار سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر نسبت به شاهد ۹٪ افزایش یافت. به نظر می رسد که افزایش تعداد دانه در سنبله به علت افزایش تعداد سنبله در این آزمایش باشد. برخی پژوهشگران بیان کردند که کاربرد CCC در گیاه جو تعداد دانه را به دلیل افزایش تعداد سنبله افزایش می دهد (۱۵). محققین دیگری اظهار داشتند که تعداد دانه در نتیجه تیمار بوته ها با سایکوسل افزایش می یابد و علت آن را به افزایش قدرت مقصد فیزیولوژیکی قبل از گل دهی نسبت می دهند (۲۴).

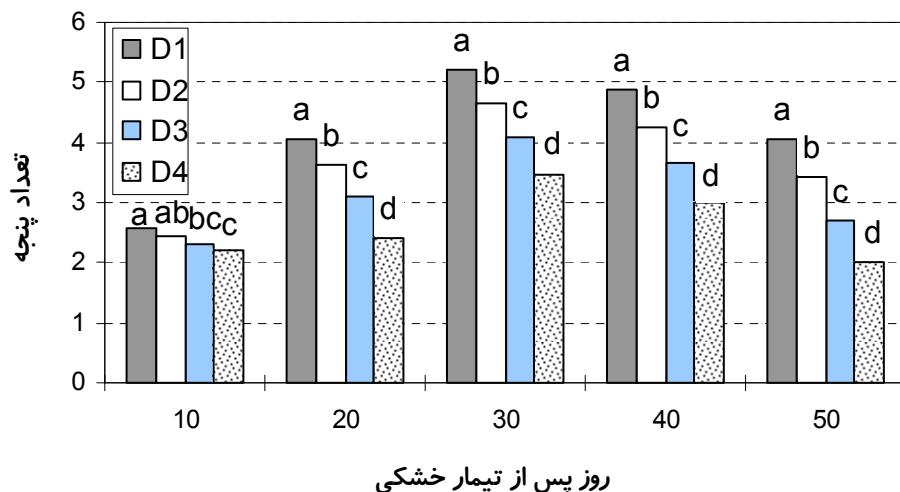
افزایش تنش خشکی باعث کاهش معنی دار تعداد دانه در سنبله گردید (جداول ۲ و ۳). تأثیر متقابل سایکوسل و تنش خشکی بر تعداد دانه در سنبله در سطح ۵٪ معنی دار است (جدول ۳). در این پژوهش کاهش تعداد پنجه های بارور در اثر تنش خشکی و هم چنین کاهش تعداد سنبله باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می باشد. خشکی نیز باعث کاهش تلقیح گل می شود، این مسئله اثر مهمی را روی تعداد دانه تولید شده در سنبله دارد (۱۸).

۷. تعداد پنجه

شکل ۱ نشان می دهد که غلظت های مختلف سایکوسل ۱۰ ورز پس از اعمال تیمار باعث ایجاد تفاوت معنی داری نمی شود، در حالی که در ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ روز پس از آن و هم چنین زمان نهایی در هنگام برداشت تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ مشاهده



شکل ۱. تأثیر تیمارهای سایکوسول بر تعداد پنجه در زمان‌های متفاوت پس از تیمار C₁, C₂ و C₃ به ترتیب تیمار سایکوسول با غلظت صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشند.



شکل ۲. اثر تیمارهای مختلف خشکی بر تعداد پنجه در روزهای متفاوت پس از تیمار D₁, D₂, D₃ و D₄ به ترتیب سطوح مختلف خشکی در ۸۵، ۶۵، ۴۵ و ۲۵٪ ظرفیت زراعی می‌باشند.

۹. عملکرد دانه

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که کاربرد سایکوسول باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در سطح ۰.۵٪ گردید. بیشترین میانگین عملکرد دانه مربوط به تیمار سایکوسول با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (جدول ۲). استفاده از تیمار سایکوسول نسبت به تیمار شاهد ۲۰٪ افزایش عملکرد نشان می‌دهد. گروهی از پژوهشگران به دنبال تیمار بوته‌ها توسط ماده

با افزایش سطوح خشکی نیز ارتفاع ظاهری بوته کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). علت این کاهش را به کاهش سرعت رشد و اندازه سلول نسبت می‌دهند و این‌که با کاهش میزان آب خاک، رشد ساقه و طویل شدن آنها کاهش می‌یابد (۱۴). تأثیر متقابل سایکوسول و خشکی بر ارتفاع نهایی ساقه در سطح ۰.۵٪ معنی‌دار بود (جدوال ۲ و ۳).

سطح ۵٪ گردید (جدول ۲ و ۳). تیمار خشکی در سطح ۲۵FC٪ نسبت به تیمار شاهد، ۶۰٪ عملکرد را کاهش داده است. اثرات متقابل غلظت‌های سایکوسل و سطوح خشکی بر عملکرد دانه معنی دار گردید (جدول ۳).

برخی محققان بیان کردند که کاهش آب سبب کاهش تعداد سنبلاچه می‌گردد. دلیل این موضوع را اثر منفی کاهش آب روی تعداد گل‌های تلقیح شده در هر سنبلاچه و کاهش در گل‌های تلقیح شده به دلیل تولید کمتر آغازه سنبلاچه (Primordia) نسبت دادند (۱۸).

کندکننده رشد سایکوسل به افزایش ۱۲ تا ۱۸ درصدی عملکرد دانه دست یافتند (۱۶). تعدادی از پژوهشگران افزایش عملکرد دانه را به واسطه افزایش تعداد سنبله در واحد سطح تعداد دانه در سنبله نسبت دادند (۱۶ و ۱۲). این چنین روندی نیز در این تحقیق مشاهده می‌شود. عملکرد دانه گیاهان تیمار شده با سایکوسل به دلیل افزایش معنی دار تعداد دانه در واحد سطح که خود نتیجه افزایش تعداد پنجه‌های بارور در واحد سطح و تعداد سنبلاچهای بارور در هر خوشة است افزایش یافت (۱).

افزایش تنش خشکی باعث کاهش معنی دار عملکرد دانه در

منابع مورد استفاده

- امام، ی. و ح.ر.کریمی مزرعه شاه. ۱۳۷۵. اثر ماده کندکننده رشد کلمکوات کلرايد بر رشد، نمو و عملکرد برنج. علوم کشاورزی ایران ۲۸(۱): ۶۵-۷۱.
- شریفی، ح. و ح.رحیمیان مشهدی. ۱۳۸۰. اثر تنش رطوبت، تراکم و رقم بر گندم دیم در شرایط شمال خراسان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱: ۱۲۹.
- صفایی، ه. و ح. غدیری. ۱۳۷۴. اثرات تنش رطوبتی خاک روی پاره‌ای از صفات مرفلوزیکی و فیزیولوژیکی شش رقم گندم در گلخانه. علوم کشاورزی ایران ۲۹(۴): ۹-۱۶.

- Brown, S.C., J.D.H. Keating, P.J. Gregory and J.M. Cooper. 1987. Effect of fertilizer, variety and location on barley production under rain fed conditions in Northern Syria. 1: Root and shoot growth. Field Crops Res. 16: 53-66.
- Carrow, R.N. 1996. Drought resistance aspects of turfgrasses in the South-East: root-shoot responses. Crop. Sci. 36: 687-694.
- Cox, W.J. and D. J. Otis. 1989. Growth and yield of winter wheat as influenced by chlormequat chloride and ethephon. Agron. J. 1: 264-270.
- De, R., G. Giri, G. Saran, R.K. Singh and G.S. Chaturvedi. 1982. Modification of water balance of dry land wheat through the use of chlormequat chloride. J. Agric. Sci. 98: 593-597.
- Emam, Y. and P.M. Cartwright. 1990. Effects of drying soil and CCC on root:shoot growth and water use in barley plants. In: Importance of Root to shoot communication in the Response to Environmental Stress. Br. Plant Growth Regulator Group, Monograph 21. p. 389-392.
- Emam, Y. and M. Dastfal. 1997. Above and below ground responses of winter barley plants to chlormequat in moist and drying soil. Crop Res. 14(3): 457-470.
- Emam, Y. and H.R. Karimi. 1996. Influence of chlormequat chloride on five winter barley cultivars. Iran Agric. Res. 15:89-104.
- Emam, Y. and G.R. Moaied. 2000. Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological characteristics of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivar "Valfajr". J. Agric. Sci. Technol. 2:75-83.
- Humphrise, E.C. 1968. CCC and cereals. Field Crop Abst. 21:91-99.
- Jung, J. and W. Rudemacher. 1983. Plant growth regulating chemicals cereal grains. PP. 253-271. In: L .G. Nickell (Ed.) , Plant Growth Regulating Chemicals, Vol. 1, CRC Pub., Boca Raton, Florida.
- Ludlow, M.M. and R.C. Muchow. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. Agron. J. 69:78.
- Ma, B.L. and D.L. Smith. 1991. The effects of ethephon, chlormequat chloride and mixtures of ethephon and chlormequat chloride applied at the beginning of stem elongation on spike-bearing shoots and other yield components of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). J. Agron and Crop Sci. 166:270-274.
- Matthews, S., G.O. Koranteng and W.J. Thomson. 1981. Tillering and ear production: Opportunities for chemical

- regulation. PP. 88-96. In: A.F. Hawkins and B. Jeffcoat (Ed.), opportunities for manipulation of cereal productivity. Mono. 7. Br. Plant Growth Regul. Group, Wantage, England.
17. Nass, H.G. and J.D.E. Sterling. 1981. Comparison of tests characterizing varieties of barley and wheat for moisture stress resistance. Can. J. Plant Sci. 61:283-292.
18. Oosterhuis, D.M. and P.M. Cartwright. 1983. Spike differentiation and floret survival in semidwarf spring wheat as affected by water stress and photoperiod. Crop Sci. 23: 711-717.
19. Prakash, M. and K. Ramachandran. 2000. Effects of chemical ameliorants on stomatal frequency and water relations in Brinjal (*Solanum melongena* L.) under moisture stress conditions. J. Agron and Crop Sci. 185:237.
20. Rademacher, W., K.E. Temple-Smith, D.L. Griggs and P. Hedden. 2000. Growth retardants: Effect on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. Annual Rev. of Plant Physiol. and Molecular Biol. 51: 501-531.
21. Rajala, A. 2003. Plant growth regulators to manipulate cereal growth in Northern growing conditions. University of Helsinki, Finland.
22. Siddique, M.R.B., A. Hamid and M.S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Bat. Bull. Acad. Sin.41:35-39.
23. Waddington, S.R. and P. Cartwright. 1986. Modifications of yield components and stem length in spring barley by the application of growth retardants prior to main shoot stem elongation. J. Agric. Sci. Camb. 107: 367-375.
24. Waddington, S.R. and P.M. Cartwright. 1988. Prematurity gradients in shoot size and in number and size of florets for spring barley treated with mepiquat chloride. J. Agric. Sci. Camb. 110: 633-639.
25. Yang, W. and R.E.L. Naylor. 1988. Effect of tetcyclacis and chlormequat applied to seed on seedling growth of triticale cv. Lasko. Plant Growth Regulation 7: 289-301.