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 به‌دست 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 ۲۵، ۴۵، ۶۵ و ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه و سه غلظت مختلف کلرمکوات کلراید (CCC) صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر برخی از صفات جو پاییزه رقم والفجر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست 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 شاخساره، در نتیجه کاربرد سایکوسل در شرایط خشکی نیز افزایش یافت. هم‌چنین مشخص شد که استفاده از تیمار سایکوسل، نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره، 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 حالت‌های مختلف خشکی، استفاده از ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر سایکوسل قابل توصیه باشد.

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

مقدمه

کلرمکوات‌کلراید CCC یکی از مشتقات کولین Choline می‌باشد که از واکنش تری‌متیل‌آمین و یک آلیفاتیک هالید (Aliphatic Halid) به نام ۱ و ۲- دی کلرو اتان تولید می‌گردد. ماده تولید شده به شکل کریستال بوده و در آب قابل حل می‌باشد و از آن به‌عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی استفاده می‌شود. کلرمکوات‌کلراید (2-Chloroethyl trimethyl ammonium chloride) یا سایکوسل (Cycocel) از گروه ترکیبات اونیومی (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 (۱۰و۱۱). کلرمکوات‌کلراید با اختلال در مسیر چرخه بیوسنتز

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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7]

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای (درصد وزن خشک)	٪۲۵
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۳
بافت خاک	لومی – رسی
pH خاک	۷/۵۴
هدایت الکتریکی	۴/۰۵

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) به‌خاطر رشد ریشه بیشتر و مقاومت به خشکی بیشتر تحت حالات خشک بوده است (۷ و۱۲). 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 و۲۵). 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، ۱۳و۲۱).

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی واکنش جو پاییزه رقم والفجر به چهار سطح خشکی در سه غلظت متفاوت کندکننده 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 ۸۳-۸۲ 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 آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال گردید. ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است.

در گلخانه از گلدان‌های پلاستیکی ۱۱ کیلویی که قبلاً توسط مته برقی 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) قرار 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 ٪۶۴/۵ w/v، 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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7]

آب ۲۷۱۲/۵ میلی‌لیتر به‌دست آمد. در سطح اول خشکی (شاهد)، وزن گلدان‌ها ۱۳۸۰۰ گرم، سطح دوم خشکی (۶۵FC٪) وزن گلدان‌ها ۱۳۲۶۰ گرم، سطح سوم خشکی ۴۵٪ ظرفیت زراعی، ۱۲۷۲۰ گرم و سطح چهارم خشکی ۲۵٪ ظرفیت 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 کلروفیل‌سنج 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 گل‌دهی کامل، برگ پرچم از گیاه جدا شد و بلافاصله 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(%)= (وزن خشک – وزن آماس) / (وزن خشک – وزن تر) ×۱۰۰

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.

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

نتایج و بحث

۱. وزن خشک شاخساره

با افزایش غلظت سایکوسل، وزن خشک اندام هوایی افزایش معنی‌داری پیدا کرد (جدول۲)، اما با افزایش تنش خشکی کاهش معنی‌داری در آن ایجاد شد. به‌نظر می‌رسد که تغییر طراحی سایه‌انداز گیاهی و تغییر زاویه برگ‌ها و هم‌چنین تیره‌تر شدن برگ‌ها و افزایش کلروفیل (در نتیجه توان فتوسنتزی بیشتر در اثر استفاده از سایکوسل) باعث افزایش وزن خشک شاخساره شده است. این نتایج با یافته‌های برخی پژوهشگران مطابقت دارد (۱۲). تأثیر متقابل تنش خشکی و سایکوسل بر وزن خشک شاخساره در سطح ۵٪ معنی‌دار 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 تنش خشکی تجمع قند درگیاه زیاد می‌شود و با آبیاری مجدد، رشد گیاه سریع‌تر می‌شود.

۲. وزن خشک ریشه

افزایش تنش خشکی از ۸۵FC ٪ به ۲۵٪، کاهش معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان داد (جداول ۲ و ۳) و با کاهش رطوبت رشد ریشه شدیداً کاهش یافت. با افزایش تنش خشکی سطح برگ و تعداد برگ به علت ریزش برگ‌ها کمتر می‌شود و سطح فتوسنتزی کاهش می‌یابد. در نتیجه تخصیص مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها کاهش می‌یابد. گروهی از پژوهشگران کاهش وزن خشک ریشه را به کاهش رشد ریشه نسبت می‌دهند (۳ و۱۷).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

جدول ۲. میانگین برخی از ویژگی‌های جو والفجر در سطوح مختلف خشکی و غلظت‌های متفاوت کند کننده رشد کلرمکوات‌کلراید (CCC)

غلظت CCC (ppm)	سطوح خشکی (FC%)		ارتفاع نهایی بوته (cm)	وزن خشک شاخساره (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره	محتوای نسبی آب (%)	تعداد دانه در بوته	تعداد سنبله در بوته	عملکرد دانه در بوته (gr)
صفر	D_1	۸۵	۵۸/۴۳^{a}	۵/۷۱۲^{c}	۱/۳۷۵^{b}	۰/۲۴^{c}	۰/۸۸۲۵^{a}	۲۲/۷۵^{c}	۳/۰۰۳^{cd}	۲/۴۷۵^{bc}
	D_2	۶۵	۵۶/۰۰^{b}	۵/۴۱۰^{b}	۱/۳۰۰^{cd}	۰/۲۴^{c}	۰/۷۹۲۵^{b}	۲۱/۰۰^{d}	۲/۲۵۳^{e}	۲/۱۷۵^{def}
C_1	D_3	۴۵	۴۱/۳۰^{f}	۴/۵۸۸^{h}	۱/۲۲۷^{ef}	۰/۲۷^{bc}	۰/۶۳۰۰^{b}	۱۸/۰۰^{f}	۱/۵۸۷^{g}	۱/۳۰۰^{g}
	D_4	۲۵	۴۲/۸۸^{g}	۳/۶۰۷^{k}	۱/۱۲۵^{h}	۰/۳۱^{ab}	۰/۴۹۷۵^{e}	۱۵/۰۰^{h}	۱/۰۸۵^{h}	۰/۸۲۵^{i}
۱۵۰۰	D_1	۸۵	۵۳/۹۷^{c}	۵/۸۲۸^{b}	۱/۴۲۵^{a}	۰/۲۴^{c}	۰/۹۰۲۵^{a}	۲۳/۷۵^{b}	۳/۶۷۰^{b}	۲/۶۷۵^{b}
	D_2	۶۵	۵۲/۰۳^{d}	۵/۷۰۲^{c}	۱/۳۳۵^{bc}	۰/۲۳^{c}	۰/۸۰۰۰^{b}	۲۰/۷۵^{de}	۲/۹۱۵^{d}	۲/۲۲۵^{cde}
C_2	D_3	۴۵	۴۹/۲۰^{f}	۴/۷۲۵^{g}	۱/۲۶۰^{de}	۰/۲۷^{bc}	۰/۶۴۷۵^{cd}	۱۸/۵۰^{f}	۲/۲۵۵^{e}	۱/۹۲۵^{f}
	D_4	۲۵	۴۱/۹۷^{h}	۳/۶۶۵^{g}	۱/۱۷۵^{G}	۰/۳۲^{a}	۰/۵۲۷۵^{e}	۱۵/۷۵^{g}	۱/۴۹۰^{g}	۱/۰۲۵^{hi}
۳۰۰۰	D_1	۸۵	۵۲/۰۳^{d}	۵/۹۵۷^{a}	۱/۴۵۳^{a}	۰/۲۴^{c}	۰/۸۸۰۰^{a}	۲۵/۲۵^{a}	۴/۳۳۰^{a}	۳/۰۵۰^{a}
	D_2	۶۵	۵۰/۹۷^{e}	۵/۵۶۰^{d}	۱/۳۷۲^{b}	۰/۲۵^{c}	۰/۸۱۵۰^{b}	۲۱/۵۰^{d}	۳/۶۷۰^{b}	۲/۳۷۵^{cd}
C_3	D_3	۴۵	۴۲/۲۵^{h}	۴/۸۴۰^{f}	۱/۲۹۰^{cd}	۰/۲۷^{b}	۰/۶۸۵۰^{c}	۲۰/۰۰^{e}	۳/۱۷۰^{c}	۲/۰۲۵^{ef}
	D_4	۲۵	۳۸/۹۵^{i}	۳/۷۴۷^{i}	۱/۲۰۷f^{g}	۰/۳۲^{a}	۰/۵۴۲۵^{e}	۱۶/۷۵^{g}	۱/۸۳۵^{f}	۱/۲۲۵^{gh}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

جدول ۳. میانگین مربعات اثرات اصلی و برهمکنش سطوح خشکی و غلظت‌های متفاوت کندکننده رشد کلرمکوات‌کلراید (CCC) بر برخی ویژگی‌های جو والفجر

	میانگین مربعات (Mean Squares)								
منابع تغییرات	درجات آزادی	ارتفاع نهایی بوته (cm)	وزن خشک شاخساره (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره	محتوای نسبی آب (٪)	تعداد دانه در بوته	تعداد سنبله در بوته	عملکرد دانه در بوته (gr)
کلرمکوات‌کلراید (CCC)	۲	۱۲۶/۴۹۰*	۰/۰۲۲*	۰/۱۶۹*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۴*	۴/۹۹۴*	۱۲/۰۲۱*	۰/۹۰۸*
تنش خشکی (Drought stress)	۳	۴۵۵/۵۲۶*	۰/۱۳۵*	۱/۳۳۴*	۰/۰۱۷*	۰/۳۱۴*	۹/۲۶۱*	۱۴۰/۸۳۳*	۶/۴۱۶*
CCC×Drought Stress	۶	۸/۹۷۰*	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۲۰*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۱۴۳ ns	۰/۷۷۱*	۰/۰۸۵*
خطای آزمایش	۳۳	۰/۱۶	۵/۲۰۸	۶/۹۴۴	۱/۰۳۹	۰/۰۰۱	۰/۲۸۳	۰/۰۶۱	۰/۰۳۳

* : معنی‌دار در سطح ۵ درصد

ns : در سطح ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد.

وزن خشک ریشه با افزایش غلظت سایکوسل تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان داد (جداول ۲ و ۳). کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، به طور عمده ضد جیبرالین‌ها در گلدان بر روی غلات باعث افزایش رشد ریشه (طول و وزن ریشه) می‌شود (۸ و ۲۵). سایکوسل با افزایش تعداد و بقای پنجه‌ها و هم‌چنین سطح برگ باعث فتوسنتز بیشتر شده و مواد پرورده بیشتری به سمت ریشه‌ها انتقال می‌یابد و ریشه‌دهی بیشتری را موجب می‌شود. تأثیر متقابل سایکوسل و تنش خشکی بر وزن خشک ریشه در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

۳. نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره

کاربرد سایکوسل باعث افزایش نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره می‌گردد، اما این تفاوت در غلظت‌های ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل در سطح ۵٪ معنی‌دار نشد (جدول ۲) ولی نسبت به شاهد تفاوت‌ها معنی‌دار 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 فتوسنتزی بیشتر به سمت ریشه در هنگام تنش خشکی در اثر استفاده از سایکوسل باعث مقاومت به خشکی بیشتر در گیاه جو می‌شود.

با افزایش تنش خشکی، نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد (جداول ۲ و ۳). به نظر می‌رسد که افزایش نسبت ریشه به شاخساره به خاطر افزایش ذخیره کربوهیدرات در ریشه در اثر تنش خشکی باشد. هم‌چنین در هنگام تنش خشکی اندام هوایی گیاه بیشتر از ریشه آسیب می‌بیند بنابراین کاهش بیشتری را نشان داد. نتایج حاصله با یافته‌های پژوهشگران دیگر نیز مطابقت دارد (۴ و ۵)؛ که بیان کردند که کمبود رطوبت سبب کاهش بیشتر رشد قسمت هوایی نسبت به ریشه می‌گردد به همین دلیل نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره افزایش می‌یابد. تأثیر متقابل تیمار سایکوسل و تنش خشکی نیز بر نسبت وزن خشک ریشه به شاخساره معنی‌دار شد (جدول ۳).

۴. محتوای نسبی آب

با افزایش تیمارهای خشکی، محتوای نسبی آب تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵٪ نشان داد (جداول۲ و ۳). علت کاهش محتوای نسبی آب، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها در شرایط خشک می‌باشد (۲۲). در تحقیق دیگری تنش آبی باعث کاهش محتوای نسبی آب شده است (۱۹).

تیمارهای سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). به نظر می‌رسد سایکوسل ریشه‌دهی را در گیاه افزایش می‌دهد و باعث می‌شود که گیاه آب بیشتری را از اعماق جذب کند و در نتیجه منجر به بهبود محتوای نسبی آب می‌شود. تأثیر متقابل سایکوسل و تنش خشکی نیز بر محتوای نسبی آب در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۳).

۵. تعداد سنبله

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر سطوح مختلف خشکی و هم‌چنین غلظت‌های متفاوت سایکوسل بر روی تعداد سنبله در سطح ۵٪ معنی‌دار است ولی اثر متقابل این دو معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین تعداد سنبله در بوته برای غلظت‌های متفاوت سایکوسل نشان می‌دهد که غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل بالاترین تعداد سنبله را دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین تعداد سنبله در بوته در سطوح مختلف خشکی نشان می‌دهد که تیمارخشکی شاهد (۸۵FC٪) بیشترین تعداد سنبله در بوته را دارا می‌باشد (جدول ۲).

طبق یافته‌های برخی از پژوهشگران استفاده از تنظیم کننده‌های رشد مانند سایکوسل، تعداد سنبله بیشتری را در گیاه ایجاد می‌کند. علت آن می‌تواند در نتیجه القای پنجه‌زنی بیشتر و ایجاد سنبله‌های بارور بیشتر در گیاه باشد (۶ و۲۳).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7]

طبق یافته‌های شریفی و رحیمیان تنش رطوبت موجب کاهش تعداد سنبله در هر متر مربع می‌شود. علت چنین کاهشی را تأثیر تنش بر برگ درصد بیشتری از پنجه‌های زاینده سنبله نسبت می‌دهند (۲).

۶. تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله با استفاده از تیمار سایکوسل تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳) که بیشترین میانگین آن مربوط به تیمار سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (جدول ۲). هم‌چنین ملاحظه می‌شود که تعداد دانه در سنبله در تیمار سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد ۹٪ افزایش یافت. به نظر می‌رسد 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 می‌دهد (۱۵). محققین دیگری اظهار داشتند که تعداد دانه در نتیجه تیمار بوته‌ها با سایکوسل افزایش می‌یابد و علت آن را به افزایش قدرت مقصد فیزیولوژیکی قبل از گل‌دهی نسبت می‌دهند (۲۴).

افزایش تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله گردید (جداول ۲و۳). تأثیر متقابل سایکوسل و تنش خشکی بر تعداد دانه در سنبله در سطح ۵٪ معنی‌دار است (جدول۳). در این پژوهش کاهش تعداد پنجه‌های بارور در اثر تنش خشکی و هم‌چنین کاهش تعداد سنبله باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می‌باشد. خشکی نیز باعث کاهش تلقیح گل می‌شود، این مسئله اثر مهمی را روی تعداد دانه تولید شده در سنبله دارد (۱۸).

۷. تعداد پنجه

شکل ۱ نشان می‌دهد که غلظت‌های مختلف سایکوسل ۱۰ ورز پس از اعمال تیمار باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری نمی‌شود، در حالی‌که در ۲۰و ۳۰ و ۴۰ روز پس از آن و هم‌چنین زمان نهایی در هنگام برداشت تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده می‌شود. احتمالاً حرکت و انتقال ضعیف و کند سایکوسل در جو می‌تواند دلیل اصلی این موضوع باشد. پژوهشگران متعددی نیز به این نتایج دست یافتند (۱۲).

بین غلظت‌های متفاوت سایکوسل از نظر تأثیر بر تعداد پنجه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (شکل۱). این افزایش می‌تواند به دلیل کاهش چیرگی انتهایی مقصدهای فیزیولوژکی ساقه اصلی و تأمین مواد پرورده بیشتر جهت رشد مقصدهای فیزیولوژیکی ثانویه نظیر پنجه باشد. امام و کریمی(۱) در آزمایشی گلخانه‌ای روی گندم قدس به این نتیجه رسیدند که تعداد پنجه‌ها در بوته‌های تیمار شده با سایکوسل نسبت به شاهد از روز هجدهم پس از تیمار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

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

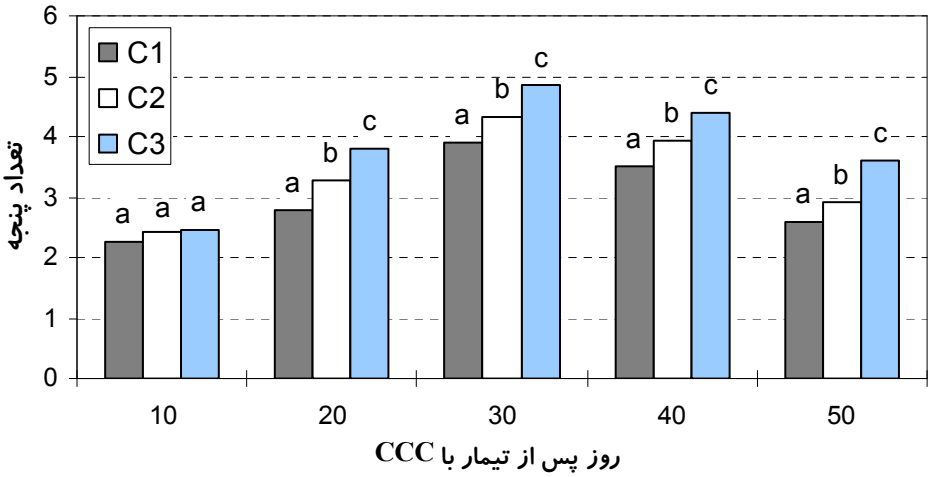
کاهش تعداد پنجه در اثر از بین رفتن پنجه‌های تولید شده صورت می‌گیرد. در زمان ۳۰ روز پس از تیمار (گل‌دهی) شاهد مرگ پنجه‌ها هستیم. کاهش پنجه در اثر از بین رفتن پنجه‌های تولید شده صورت می‌گیرد. اغلب بعد از گل‌دهی ساقه اصلی، مرگ پنجه صورت می‌گیرد. مرگ پنجه‌ها ناشی از کمبود ریشه و رقابت برای مواد غذایی نیز می‌تواند باشد (۳).

۸. ارتفاع نهایی بوته

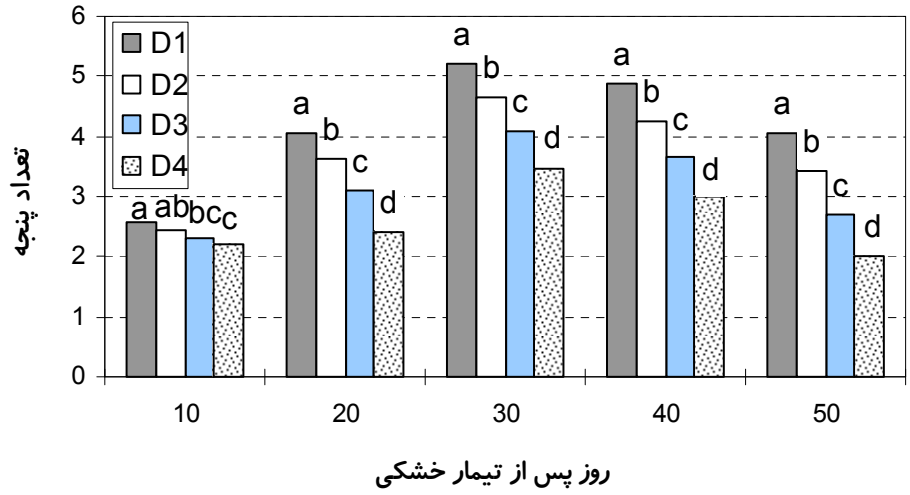
با افزایش غلظت سایکوسل ارتفاع ظاهری(کاذب) بوته کاهش معنی‌داری را پیدا کرد (جدول ۲). علت این کاهش ارتفاع، در نتیجه تأثیر سایکوسل در جلوگیری از رشد طولی سلول‌ها می‌باشد و این‌که سایکوسل از سنتز آنزیم انت-کائورن در مراحل اولیه بیوسنتز جیبرالین جلوگیری می‌کند (۲۱).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7]



شکل ۱. تأثیر تیمارهای سایکوسل بر تعداد پنجه در زمان‌های متفاوت پس از تیمار C_1، C_2 و C_3 به ترتیب تیمار سایکوسل 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 D_1، D_2، D_3 و D_4 به ترتیب سطوح مختلف خشکی در ۸۵، ۶۵، ۴۵ و ۲۵٪ ظرفیت زراعی می‌باشند.

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 سایکوسل و خشکی بر ارتفاع نهایی ساقه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جداول ۲ و ۳).

۹. عملکرد دانه

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که کاربرد سایکوسل باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در سطح ۵٪ گردید. بیشترین میانگین عملکرد دانه مربوط به تیمار سایکوسل با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (جدول ۲). استفاده از تیمار سایکوسل نسبت به تیمار شاهد ۲۰٪ افزایش عملکرد نشان می‌دهد. گروهی از پژوهشگران به دنبال تیمار بوته‌ها توسط ماده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7]

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 (۱۲و۱۶). این چنین روندی نیز در این تحقیق مشاهده می‌شود. عملکرد دانه گیاهان تیمار شده با سایکوسل به دلیل افزایش معنی‌دار تعداد دانه در واحد سطح که خود نتیجه افزایش تعداد پنجه‌های بارور در واحد سطح و تعداد سنبلک‌های بارور در هر خوشه است افزایش یافت (۱).

افزایش تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در سطح ۵٪ گردید (جداول 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 معنی‌دار گردید (جدول ۳).

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

منابع مورد استفاده

۱. امام، ی. و ح.ر.کریمی مزرعه شاه. ۱۳۷۵. اثر ماده کندکننده رشد کلرمکوات‌کلراید بر رشد، نمو و عملکرد برنج. علوم کشاورزی ایران ۲۸(۱): ۶۵-۷۱.

۲. 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.

۳. صفایی، هـ. و ح. غدیری. ۱۳۷۴. اثرات تنش رطوبتی خاک روی پاره‌ای از صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژکی شش رقم گندم (*Ttritium aestivum*) در گلخانه. علوم کشاورزی ایران ۲۹ (۴) :۹-۱۶.

4. 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.
5. Carrow, R.N. 1996. Drought resistance aspects of turfgrasses in the South-East: root-shoot responces. Crop. Sci. 36: 687-694.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Emam, Y. and H.R. Karimi. 1996. Influence of chlormequat chloride on five winter barley cultivars. Iran Agric. Res. 15:89-104.
11. 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.
12. Humphrise, E.C. 1968. CCC and cereals. Field Crop Abst. 21:91-99.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Matthews, S., G.O. Koranteng and W.J. Thomson. 1981. Tillering and ear production: Opportunities for chemical

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7]

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.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.21.7]