[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

تأثیر سه تنظیم‌کننده رشد بر عملکرد دانه ارقام گندم در رژیم‌های متفاوت رطوبتی

محمد اسماعیل صداقت[۱] و یحیی امام[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۴)

چکیده

یکی از راه‌های جلوگیری از کاهش عملکرد گندم در شرایط محدودیت رطوبت استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشد. به همین منظور تأثیر سه تنظیم‌کننده رشد سایکوسل، سالسیلیک اسید و براسینواستروئید بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم (چمران، شیرودی، پیشتاز و سیروان) در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی (قطع آبیاری پس از گل‌دهی) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت اسپیلت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۴ - ۱۳۹۳ در مزرعه پژوهشی در شهرستان سروستان استان فارس اجرا گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه هر سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با آبیاری مطلوب گردید. با این حال، کمترین تأثیر تنش خشکی بر وزن هزار دانه (۷ درصد) و بیشترین آن بر تعداد دانه در سنبله (۱۳ درصد) مشاهده گردید. کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد و به‌ویژه سایکوسل، موجب افزایش وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه گردید و پس از سایکوسل، به‌ترتیب براسینواستروئید و سالسیلیک اسید تأثیر مثبتی بر اجزای عملکرد دانه داشتند. در بین ارقام مورد بررسی، رقم سیروان بهترین عملکرد را در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی و رقم شیرودی کمترین عملکرد را در این شرایط به خود اختصاص داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده اگرچه تنش خشکی موجب کاهش عملکرد و اجزای آن گردید، لیکن، تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد توانست بخشی از کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی را جبران نماید. بنابراین، استفاده از این تنظیم‌کننده‌ها به‌عنوان راهی قابل دسترس جهت افزایش تحمل به شرایط تنش خشکی قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: براسینواستروئید، سالسیلیک اسید، سایکوسل، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: yaemam@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از عمده‌ترین محصولات کشاورزی و تأمین‌کننده بیشترین نیاز غذایی انسان‌ها در کشورهای در حال توسعه است (۴) و در ایران از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول زراعی بوده و افزایش عملکرد دانه آن روز به روز مورد توجه بیشتر پژوهشگران بوده است (۱۱).

خشکی پدیده‌ای نسبی است که با عدم عرضه رطوبت کافی، چه ازطریق بارندگی و چه ازطریق ذخیره آب همراه است و ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی زراعی جهان را در برمی‌گیرد (۲۸) و در سطوح وسیعی از کشور ایران، کاهش رطوبت خاک در اثر عدم بارندگی و افزایش ناگهانی دما از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده رشد و عملکرد گندم به‌شمار می‌رود. بنابراین، تنش خشکی یک پدیده محیطی مهم و مؤثر بر عملکرد غلات دانه‌ای می‌باشد (۱۱) که اغلب در طول مرحله پر شدن دانه در گندم رخ می‌دهد و باعث کاهش محصول در بیشتر مناطق مورد کشت در دنیا می‌شود (۱). مهم‌ترین دلیل افت عملکرد در این شرایط، کاهش تعداد دانه به‌علت خشک شدن دانه‌های گرده گزارش شده است (۲۰).

به‌نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سایکوسل یا سالسیلیک اسید بتوانند به‌عنوان یک استراتژی برای جلوگیری ازاثرات منفی تنش خشکی به‌کار رود. در این راستا بررسی‌های انجام شده نشان داده به‌کارگیری تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی موجب افزایش تعداد دانه در سنبله و افزایش مقاومت به سرما و خشکی می‌شوند (۲۱ و ۲۷).

سایکوسل یا کلرمکوات کلراید (CCC) که یکی ازمشتقات کولین می‌باشد، از واکنش تری متیل آمین و یک آلفا تیک هالید به‌نام ۱و ۲ دی کلرواتان تولید می‌گردد. ماده تولید شده به شکل کریستال بوده و در آب قابل حل می‌باشد و از آن به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاهی استفاده می‌شود. سایکوسل از گروه ترکیبات آمونیومی بوده و از پرمصرف‌ترین کند کننده‌های رشد گیاهی به‌ویژه در اروپا بوده و امروزه جهت کاهش خوابیدگی و کنترل رشد رویشی گیاهان زراعی به‌ویژه غلات کاربرد فروانی دارد (۸ و ۹). سایکوسل با اختلال در چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید مانع از فعالیت آنزیم انتکائورون سنتتاز شده و ارتفاع بوته را کاهش می‌دهد و از طرفی افزایش تعداد دانه در سنبله و افزایش عملکرد دانه را سبب می‌گردد (۳۶).

سالیسیلیک اسید نیز به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد دیگر به‌طور گسترده‌ای در سنتز مواد آلی و انجام فرایندهای گیاهی کاربرد دارد، این ماده از متابولیسم سالیسین ۱ مشتق شده و از آمینو اسید فنیل آلانین تولید می‌شود (۱۵). سالیسیلیک اسید تحت‌تأثیر فاکتورهای غیر زنده نامطلوب، در بافت‌های گیاهی تجمع می‌یابد و در افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی مشارکت دارد (۲۳). هم‌چنین از کاربرد بیرونی آن برای افزایش مقاومت گیاهان در برابر اثرات تنش زنده و غیرزنده ناسازگار استفاده شده است (۱۸) بنابراین استفاده از سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثرات منفی تنش‌های محیطی می‌تواند کاربرد داشته باشد (۲۲).

علاوه بر این، سالیسلیک اسید به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های متعدد زیستی و غیر زیستی شناخته شده است که با تأثیر بر آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیدازها و تنظیم‌کننده‌های اسمزی مثل پرولین، گلیسین و بتائین، موجب تعدیل اثرات ناشی از تنش گرما، سرما، فلزات سنگین و خشکی می‌گردد (۲۸).

دسته دیگری از تنظیم‌کننده‌های رشد براسینواستروییدها می‌باشند. براسینواستروئیدها برای اولین بار در سال ۱۹۷۹ توسط گروو و همکارانش ازدانه گرده گیاه کلزا (*Brassica napus*) استخراج شدند (۱۴) و به‌عنوان یک گروه جدید از تنظیم‌کننده‌های رشد با اثرات زیستی قابل

توجه معرفی شدند (۲۵). از آن زمان تاکنون از ۵۹ نوع براسینواستروئید، ۵۴ نوع به‌صورت آزاد و ۵ نوع به‌صورت پیوند با اسیدهای چرب و قندها (ازگونه‌های مختلف گیاهان شامل ۴۹ عدد نهان‌دانه، ۱۲ تک‌لپه‌ای و ۳۷ دو لپه‌ای) استخراج و شناسایی شده‌اند (۲۴). این ترکیبات تقریباً درتمام قسمت‌های گیاه یافت می‌شوند و بیشترین مقدار آنها در اندام‌های زایشی (دانه گرده و بذر نارس) مشاهده شده است (۳۰).

با وجود دستاوردهای مهم در جهت درک پاسخ‌های فیزیولوژیک و مولکولی گندم به کمبود آب، هنوز فاصله بزرگی بین عملکرد گندم درشرایط مطلوب و شرایط تنش خشکی وجود دارد (۲۶) و از طرفی در مقایسه با روش‌های اصلاحی که اغلب بلند مدت و هزینه‌بر می‌باشند، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد آسان‌تر و ارزان‌تر است (۳) . به همین منظور پژوهش حاضر برای بررسی تأثیر سه تنظیم‌کننده رشد بر عملکرد ارقام گندم در شرایط تنش خشکی و شرایط مطلوب انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد و تنش خشکی بر عملکرد دانه گندم، آزمایشی در سال زراعی ۹۴ – ۱۳۹۳ در شهرستان سروستان واقع در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی شیراز (۲۹ درجه و۲۰ دقیقه شمالی و طول ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی) و ارتفاع ۱۵۴۰ متر از سطح دریا انجام پذیرفت. این آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل سطوح مختلف آبیاری در دو سطح شامل آبیاری مطلوب و قطع آبیاری پس از گل‌دهی به‌عنوان عامل اصلی و عوامل فرعی نیز شامل سطوح مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد شامل سایکوسل (مصرف و عدم مصرف)، سالیسیلیک اسید (مصرف و عدم مصرف) و براسینواسترویید (مصرف و عدم مصرف) و ارقام گندم با توجه به ویژگی‌های مندرج در جدول ۱ (چمران، شیرودی، پیشتاز و سیروان) انتخاب و به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. سایکوسل، سالسیلیک اسید و براسینواسترویید در پایان پنجه‌زنی، در مرحله ۳۰ = ZGS از مراحل رشد زایدکس (۱۱) با استفاده از محلول‌پاش دستی دقیق و با فشار ثابت ۳ بار انجام پذیرفت.

پیش از اجرای آزمایش و برای اطلاع از وضعیت فیزیکوشیمیایی خاک، اقدام به نمونه‌برداری مرکب از خاک مزرعه (بافت رسی لومی) از عمق صفر تا۳۰ سانتی‌متری شد (جدول ۲). همچنین پیش از شروع آزمایش در پاییز، عملیات خاک‌ورزی شامل شخم عمیق با گاوآهن برگردان‌دار، دو بار دیسک عمود برهم و لولر بود. قبل ازکاشت تمام کود فسفر مورد نیاز به‌صورت سوپرفسفات تریپل به‌میزان ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار و یک چهارم کود نیتروژن مورد نیاز به‌میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت اوره به خاک اضافه گردید. مابقی کود اوره در مراحل ساقه رفتن و قبل از گل‌دهی هرکدام به‌میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار اضافه شد. کاشت کرت‌های آزمایشی با تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع با دست در تاریخ ۳۰ آبان ماه ۱۳۹۳ صورت گرفت. مساحت هر کرت آزمایشی ۶ مترمربع (۲ × ۳) و شامل ۳ پشته و ۶ ردیف کاشت بود. فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۱۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کرت‌های آزمایشی بلافاصله پس از کاشت آبیاری شدند. جهت یکنواختی در حجم آبیاری کرت‌ها از لوله‌های دریچه‌دار و زمان یکسان در مدت آبیاری استفاده گردید .کنترل علف‌های هرز نیز به‌صورت وجین دستی در طول فصل انجام شد.

بوته‌های گندم درمرحله ۳۰ = ZGS ، با آب (به‌عنوان شاهد)، تنظیم‌کننده‌های سایکوسل (غلظت ۳ گرم در لیتر)، سالسیلیک اسید (با غلظت ۰/۷ میلی‌مولار) و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

جدول ۱. برخی ویژگی‌های زراعی ارقام گندم مورد استفاده (۳۱)

نام رقم	تاریخ رسیدن	مقاومت به ریزش	واکنش به تنش‌های محیطی	اقلیم مورد کشت
چمران	زودرس	نیمه‌حساس	نیمه‌متحمل	معتدل
شیرودی	زودرس	نیمه‌مقاوم	متحمل به خشکی	گرم تا معتدل
پیشتاز	نسبتاً زودرس	متحمل	متحمل به خشکی	معتدل
سیروان	متوسط‌رس	مقاوم	متحمل به گرما و خشکی	معتدل

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در پژوهش در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری

اسیدیته	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
۷/۶	۲۳۶	۱۰/۵	۰/۹۷	۰/۰۸	۱۶	۴۴	۴۰

براسینواسترویید (از براسیفن محصول شرکت آریا ترامس به‌میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر بر مبنای ۴۰۰ لیتر آب در هکتار) و به‌صورت کاربرد شاخساره‌ای تیمار شدند. محلول سایکوسل و براسینواسترویید با آب مقطر و سالسیلیک اسید با ترکیب آب مقطر و محلول نیم میلی‌لیتر سود یک نرمال تهیه شدند. محلول‌پاشی در هوای آرام برای کل بوته‌ها انجام شد. برداشت بوته‌ها در تاریخ ۲۷ خرداد پس از رسیدگی فیزیولوژیک پس از حذف اثر حاشیه از مساحت یک مترمربع انجام و جهت اندازه‌گیری‌های لازم به آزمایشگاه منتقل گردید. برای تعیین وزن خشک نمونه‌ها از آون تهویه‌دار در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد و شاخص برداشت از نسبت درصد عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید. در نهایت داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزارSAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها با استفاده از آزمونLSD در سطح احتمال خطای ۵٪ مقایسه شدند. نمودارها نیز با کمک نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

تعداد دانه در سنبله

در این پژوهش تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله (۱۲/۹۲ درصد) در مقایسه با آبیاری مطلوب گشت (جدول ۳) کاهش تعداد دانه در اثر تنش خشکی در پژوهش لوئیچی و همکاران(۲۶) و اوسترهیوز و کارترایت (۳۲) نیز گزارش شده است که عامل آن را می‌توان به نقش تنش خشکی در کاهش باروری تخمک‌ها و طی شدن زودتر مراحل نموی گیاه نسبت داد که نتایج لوئیجی و همکاران (۲۶) نیز مؤید همین موضوع می‌باشد.

در بین تنظیم‌کننده‌های رشد تفاوت معنی‌داری در تعداد دانه در هر سنبله مشاهده نگردید. هرچند هر سه تنظیم‌کننده رشد مورد استفاده موجب افزایش تعداد دانه در هر سنبله در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۴). بر طبق یافته‌های راجالا (۳۴) تغییر زاویه سنبلک‌ها در زمان گرده‌افشانی و تأثیر مثبت آن بر افزایش لقاح و باروری به‌دنبال کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد می‌تواند به ازدیاد تعداد دانه در هر سنبله منجر شود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]

جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر تنش خشکی، تنظیم‌کننده‌های رشد و رقم بر صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن دانه در سنبله	وزن سنبله	شاخص برداشت	عملکرد دانه	ارتفاع بوته
تکرار(r)	۲	۳/۹۶ ns	۰/۴۲ ns	۶۰۱۵/۰۶ ns	۰/۰۱*	۰/۰۵ ns	۰/۶ ns	۹۰۳/۱۲ ns	۰/۴۷ ns
آبیاری (a)	۱	۴۰۵/۳۳**	۱۳۲/۵۶**	۳۳۷۴۹۵/۲۸**	۰/۲۸**	۰/۲۵**	۳۷۲/۲۵**	۳۲۷۸۱۹/۱۸**	۳۳/۷۶ ns
a × r	۲	۲/۹۳	۱/۱۶	۴۲۴/۰۵	۰/۰۰۲۹	۰/۰۵	۱/۲۷	۴۰۵/۱	۱/۸۲
رقم (b)	۳	۷۴/۸۴**	۲۰**	۱۱۲۱۳۴/۳۹**	۰/۱۱**	۰/۲۳**	۹۶/۵۱**	۹۸۸۸/۳۱**	۲۱۱/۲۳**
تنظیم‌کننده رشد (c)	۳	۵۱/۹۹**	۷۱/۹۹**	۲۳۰۴۰۱/۵۵**	۰/۱۶**	۰/۲۵**	۴۳/۳۲**	۲۳۴۳۴/۶۴**	۳۱۴/۵۴**
a × b	۳	۳/۶۸ ns	۲/۳۱*	۶۴۵۷/۴۳ ns	۰/۰۰۲۱ ns	۰/۰۱ ns	۳/۶۱*	۳۲۳/۴ ns	۰/۰۲ ns
a × c	۳	۹/۹۹**	۶/۱۷**	۲۰۵۳۵/۴**	۰/۰۰۱۵ ns	۰/۰۱ ns	۰/۴۱ ns	۵۸۳/۴۳ ns	۰/۰۳ ns
b × c	۹	۵/۱۱*	۱/۳۵ ns	۳۵۰۳/۴۵ ns	۰/۰۰۱۹ ns	۰/۰۱ ns	۲/۵۱ ns	۶۴۹/۸۵ ns	۷/۹۴**
a × b × c	۹	۵*	۰/۴ ns	۳۲۲۰/۲۲ ns	۰/۰۰۰۶ ns	۰/۰۱ ns	۰/۷۵ ns	۴۲/۶۹ ns	۰/۰۲ ns
خطا	۶۰	۱/۹۷	۰/۹۲	۳۶۶۷/۸۵	۰/۰۰۲۱	۰/۰۱	۰/۹۲	۳۶۲/۷	۱/۳
ضریب تغییرات (٪)		۴/۷۴	۵/۲	۵/۴۸	۵/۴۵	۵/۹۳	۵/۵۷	۶/۴۲	۶/۱۹

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های ارقام گندم

صفات / تیمار	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	بیولوژیک (گرم عملکرد بر مترمربع)	سنبله در دانه وزن (گرم)	سنبله وزن (گرم)	برداشت شاخص (درصد)	دانه عملکرد (گرم بر مترمربع)	ارتفاع (سانتی‌متر)
آبیاری								
خشکی	۲۷/۶۱^{b}	۳۱/۶۷^{b}	۱۰۴۵/۵^{b}	۰/۸۸^{b}	۱/۲۰^{b}	۳۹/۴^{b}	۲۷۶/۵۲^{b}	۷۵/۶۷ ^{a}
نرمال	۳۱/۷۱^{a}	۳۴/۰۲^{a}	۱۱۶۴^{a}	۰/۹۹^{a}	۱/۳۱^{a}	۴۳/۳۴^{a}	۳۹۳/۳۹^{a}	۷۶/۸ ^{a}
رقم								
چمران	۲۷/۲۵^{c}	۳۲/۲۲^{b}	۱۰۵۳/۴^{b}	۰/۸۶^{c}	۱/۱۵^{c}	۳۸/۷۳^{d}	۳۳۲/۴۶^{b}	۷۶/۴۵ ^{b}
شیرودی	۲۹/۹۵^{b}	۳۳/۶۴^{a}	۱۰۸۰^{b}	۰/۹۲^{b}	۱/۲۴^{b}	۴۳/۳۶^{a}	۳۱۱/۲۶^{c}	۷۲/۷۵ ^{c}
پیشتاز	۲۹/۹۳^{b}	۳۱/۹۱^{b}	۱۰۸۰/۱^{b}	۰/۹۳^{b}	۱/۲۵^{b}	۴۱/۰۲^{c}	۳۳۵/۲۸^{b}	۷۵/۸۵ ^{b}
سیروان	۳۱/۵۱^{a}	۳۳/۶۲^{a}	۱۲۰۵/۶^{a}	۱/۰۲^{a}	۱/۳۸^{a}	۴۲/۳۷^{b}	۳۶۰/۸۱^{a}	۷۹/۹۹^{a}
تنظیم‌کننده								
شاهد	۲۷/۴۸^{b}	۳۰/۷۴^{c}	۹۵۹/۵۴^{c}	۰/۸۲^{d}	۱/۱۲^{d}	۳۹/۹۲^{d}	۲۹۳/۷۵^{c}	۷۵/۲۲ ^{c}
براسینو استروبید	۳۰/۱۲^{a}	۳۴/۲۱^{a}	۱۱۷۱/۲^{a}	۰/۹۷^{b}	۱/۳^{b}	۴۱/۴۲^{b}	۳۴۰/۲۶^{b}	۷۹/۹۸ ^{a}
سایکوسل	۳۰/۶۴^{a}	۳۴/۳۲^{a}	۱۱۵۴^{ab}	۰/۰۱^{a}	۱/۳۵^{a}	۴۳/۱۵^{a}	۳۶۹/۶۳^{a}	۷۱/۶۹^{d}
سالیسیلیک اسید	۳۰/۴^{a}	۳۲/۱۱^{b}	۱۱۳۴/۳^{b}	۰/۹۲^{c}	۱/۲۵^{c}	۴۰/۹۸^{c}	۳۳۶/۱۶^{b}	۷۸/۱۴ ^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و در داخل هر عامل آزمایشی فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD = ۰/۰۵) هستند.

با کاربرد سایکوسل تسهیم مواد پرورده به رشد رویشی کمتر شده و سهم دانه‌ها از این مواد افزایش می‌یابد بنابراین، می‌توان افزایش تعداد دانه را نتیجه کاهش نسبت گلچه‌های عقیم قبل از گرده‌افشانی دانست. حیات و همکاران (۱۶) نیز نقش تعدیل‌کنندگی سالیسیلیک اسید بر اثر تنش خشکی در کاهش تعداد دانه را گزارش کرده‌اند. تعداد دانه در سنبله با ازدیاد اندازه مقصد فیزیولوژیک نقش مستقیمی در عملکرد دانه دارد، به‌نحوی‌که اثر جبران‌کنندگی تنظیم‌کننده‌های رشد بر کاهش تعداد دانه در سنبله تحت شرایط تنش خشکی، می‌تواند منجر به افزایش عملکرد در این شرایط گردد. این موضوع حاکی از نقش حمایتی سایکوسل و سالیسیلیک اسید از عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی می‌باشد (۳۳).

به‌طورکلی بیشترین تعداد دانه در سنبله (۳۵/۳۹) از رقم شیرودی در آبیاری نرمال در تیمار سایکوسل و کمترین آن (۲۴/۴۹) از رقم چمران در شرایط تنش خشکی و عدم مصرف تنظیم‌کننده به‌دست آمد (شکل ۱).

یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش در مورد تأثیر سایکوسل و سالسیلیک اسید بر افزایش تعداد دانه در سنبله با نتایج گزارش شده توسط اسپیندولا و همکاران (۱۲)، پیرسته و امام (۳۵)، جیریایی و همکاران (۱۹) و شکوفا و امام (۳۹) در یک راستا هستند.

وزن هزار دانه

در این پژوهش تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار (۷ درصد) وزن هزار دانه در مقایسه با آبیاری مطلوب گشت (جدول ۳).

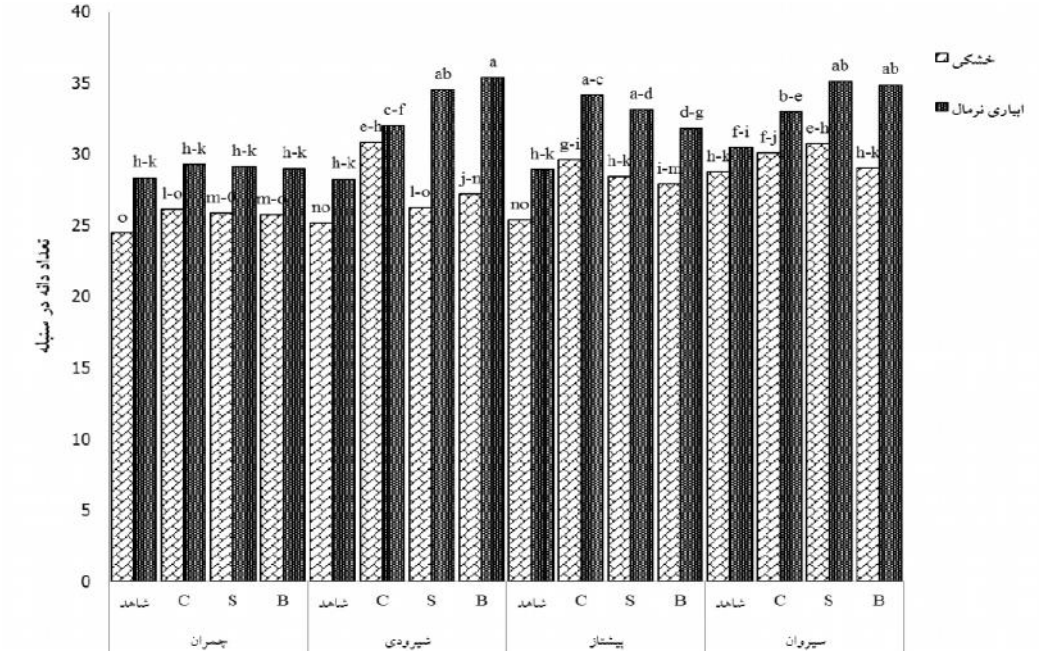
یافته‌های امام و دستفال (۷) و پسرکلی (۳۳) نیز مؤید همین موضوع است. این پژوهشگران کاهش فتوسنتز و هم‌چنین تسریع در رسیدن دانه را علت کاهش میانگین وزن هزار دانه گزارش کرده‌اند. هم‌چنین در شرایط تنش خشکی به نظر می‌رسد با تقویت فرایند انتقال مجدد، اولویت اختصاص مواد پرورده ذخیره شده در بوته‌ها، دانه‌ها در مقایسه با سایر مقصدهای فیزیولوژیک پس از قطع آبیاری باشد بنابراین وزن هزار دانه کمترین تأثیر را از تنش خشکی پذیرفته است (۱۱).

در بین تنظیم‌کننده های رشد، سایکوسل بیشترین تأثیر را بر وزن هزار دانه داشت (افزایش ۱۱/۶۴ درصد) که علت آن را می‌توان به افزایش طول دوره سبزمانی برگ پرچم و سنبله، که در مزرعه پژوهشی مشاهده شد، نسبت داد. تأثیر مثبت سایکوسل بر وزن هزار دانه با نتایج راجالا و ساینییو (۳۶) مطابقت دارد. پس از سایکوسل، براسینواستروئید و سالسیلیک اسید به‌ترتیب باعث افزایش وزن هزار دانه (به‌ترتیب ۱۱/۲۸ و ۴/۴۵ درصد) ارقام مورد بررسی در مقایسه با تیمار شاهد نشان شدند. در بین تنظیم‌کننده‌های رشد، کاربرد سایکوسل موجب افزایش اندازه مقصد فیزیولوژیک گردیده که همین امر بر روی وزن هزار دانه تأثیر مثبت داشته است لیکن سالسیلیک اسید موجب افزایش فتوسنتز برگ و جریان بهتر مواد پرورده در گیاه می‌شود که این موضوع می‌تواند به پر شدن مطلوب‌تر دانه‌ها منجر شود (۱۵). به‌طورکلی بیشترین وزن هزار دانه (۳۶/۸۵ گرم) از رقم سیروان با تیمار سایکوسل در شرایط آبیاری نرمال و کمترین آن (۲۸/۵ گرم) از رقم چمران در شرایط تنش خشکی و عدم مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد در تیمار تنش خشکی مشاهده گردید (شکل ۲). نتایج به‌دست آمده در این پژوهش در مورد تأثیر مثبت سایکوسل و سالسیلیک اسید بر وزن هزار دانه با نتایج گزارش شده توسط امام و دستفال (۷)، اسپیندولا و همکاران (۱۲)، پیرسته‌انوشه و امام (۳۵)، جیریایی و همکاران (۱۹) و شکوفا و امام (۳۹) همخوانی دارد.

عملکرد بیولوژیک

در این پژوهش تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک در مقایسه با آبیاری مطلوب گشت

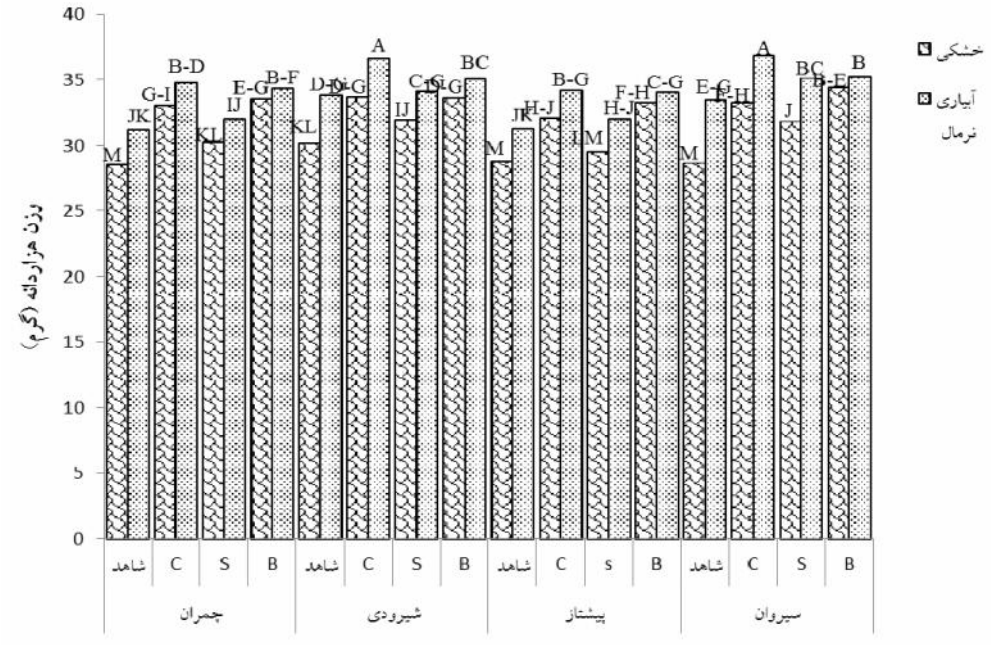
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]



شکل ۱. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر تعداد دانه ارقام گندم

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفات معنی‌دار (LSD = 0.05) می‌باشد.

(C: سایکوسل، S: سالسیلیک اسید و B: براسینواستروئید می‌باشد.)



شکل ۲. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن هزار دانه ارقام گندم

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفات معنی‌دار (LSD = 0.05) می‌باشد.

(C: سایکوسل، S: سالسیلیک اسید و B: براسینواستروئید می‌باشد.)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

(جدول ۳). عملکرد بیولوژیک شامل وزن خشک تمام اندام هوایی گیاه است که تحت‌تأثیر شرایط آب‌وهوایی، خاک و گیاه قرار می‌گیرد (۱۹) و تنش خشکی از راه‌های مستقیم و غیر مستقیم (مانند کاهش سطح برگ، کاهش تورژسانس و بسته شدن روزنه‌ها) موجب کاهش تولید ماده خشک می‌گردد (۳۵) بنابراین کوچک شدن اندازه بوته‌ها و کاهش تولید ماده خشک منجر به افت عملکرد بیولوژیک می‌شود (۱۰) .

گرچه در بین تنظیم‌کننده‌های رشد براسینواستروئید تأثیر مثبت زیادتری (افزایش ۲۲/۰۵ درصد) بر عملکرد بیولوژیک داشت لیکن تفاوت آن از لحاظ آماری با سایکوسل (افزایش ۲۰/۲۶ درصد) معنی‌دار نگردید (جدول ۴). تأثیر مثبت سایکوسل را می‌توان به افزایش مدت سبزمانی برگ پرچم و سنبله که تولید بیشتر ماده خشک را در پی دارد نسبت داد. در این رابطه شکوفا و امام (۳۹) نیز گزارش کردند که کاربرد سایکوسل بر شاخساره گندم، آهنگ نموی بوته‌های تیمار شده را کاهش داد که این موضوع گرچه در مرحله پیش از گل‌شکفتگی با کاهش تجمع ماده خشک (به‌صورت موقت) همراه بود، لیکن، پس از مرحله گل‌دهی این روند معکوس گردید، به‌نحوی‌که وزن خشک بوته‌ها نسبت به شاهد در هنگام برداشت نهایی زیادتر شده و در نهایت عملکرد دانه هم زیادتر بود.

پس از براسینواستروئید و سایکوسل، سالسیلیک اسید نیز موجب افزایش عملکرد بیولوژیک (افزایش ۱۸/۲۱ درصدی) در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول های ۳ و ۴)، هرچند تفاوت معنی‌داری بین سالسیلیک اسید و سایکوسل ملاحظه نشد. پژوهشگران تأثیر مثبت تنظیم‌کننده‌های رشد بر عملکرد بیولوژیک را به توسعه اندام‌های زیرزمینی (ریشه‌ها) و ادامه فرایند فتوسنتز تحت تنش خشکی و در نهایت تولید ماده خشک بیشتر در این شرایط نسبت داده‌اند (۱۰ و ۳۵). در بین ارقام مورد بررسی بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۱۳۴/۴۴ گرم در مترمربع) از رقم سیروان با تیمار سایکوسل در آبیاری نرمال و کمترین آن (۷۸۷/۵۶ گرم در مترمربع) در رقم چمران در شرایط تنش خشکی در زمان عدم مصرف تنظیم‌کننده مشاهده شد (شکل ۳).

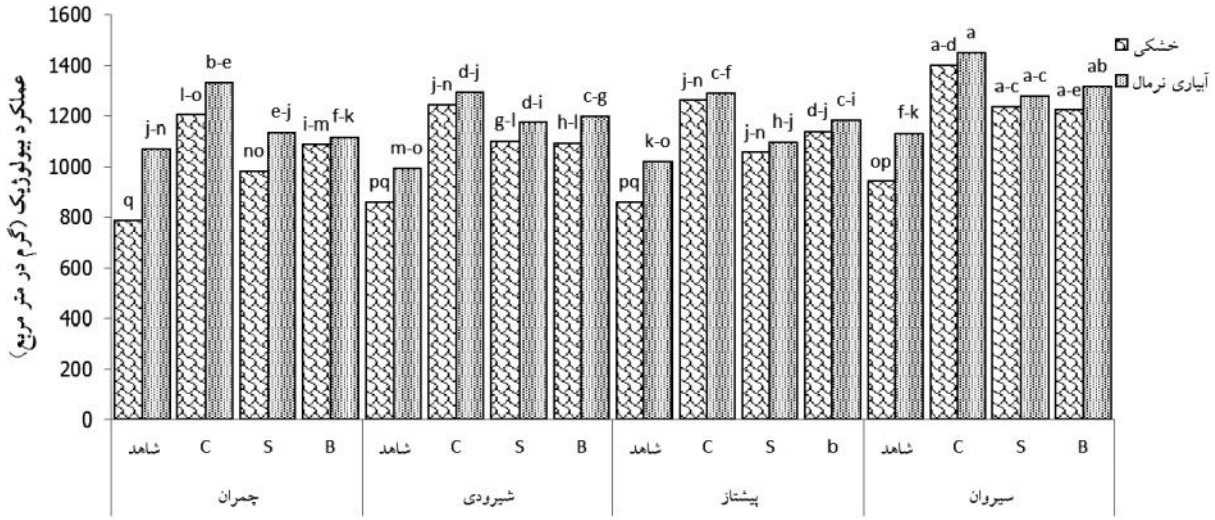
یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش در مورد تأثیر مثبت سالسیلیک اسید بر روی عملکرد بیولوژیک با نتایج گزارش شده توسط پیرسته‌انوشه و امام (۳۵) مطابقت دارد، به‌علاوه امام و همکاران (۸) نیز تأثیر مثبت سایکوسل بر افزایش تولید ماده خشک و عملکرد بیولوژیک در گندم قدس را گزارش کرده‌اند.

میانگین وزن دانه در سنبله

در این پژوهش تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار وزن دانه در سنبله در مقایسه با آبیاری مطلوب شد (جدول ۳) . کاهش وزن دانه در هر سنبله در شرایط تنش خشکی توسط پژوهشگرانی مانند امام و دستفال (۷) و پسرکلی (۳۳) گزارش شده است. آنان این کاهش را به کم شدن سرعت فتوسنتز در گیاه و هم‌چنین کاهش انتقال مواد پرورده در گیاه و تسریع در رسیدن دانه‌ها نسبت داده‌اند.

در بین تنظیم‌کننده‌های رشد سایکوسل بیشترین تأثیر مثبت را بر میانگین وزن دانه در سنبله (۲۲/۴۴ درصد) داشت (جدول ۴) که ممکن است در ارتباط با افزایش مدت سبزمانی برگ پرچم و سنبله باشد. نتایج ارائه شده توسط هوپکینز و هانر (۱۷) نیز مؤید همین نکته است. پس از سایکوسل، براسینواستروئید و سالسیلیک اسید باعث افزایش وزن دانه در سنبله (به‌ترتیب ۱۸/۲ و ۱۲/۲۷ درصد) ارقام مورد بررسی در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۳). به‌طورکلی بیشترین میانگین وزن دانه در سنبله از رقم سیروان با تیمار سایکوسل (۱/۱۸گرم) در شرایط آبیاری نرمال و کمترین آن از رقم چمران در شرایط تنش خشکی و عدم مصرف تنظیم‌کننده (۰/۷۰۷ گرم) مشاهده شد (شکل ۴). یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش در مورد تأثیر مثبت سایکوسل

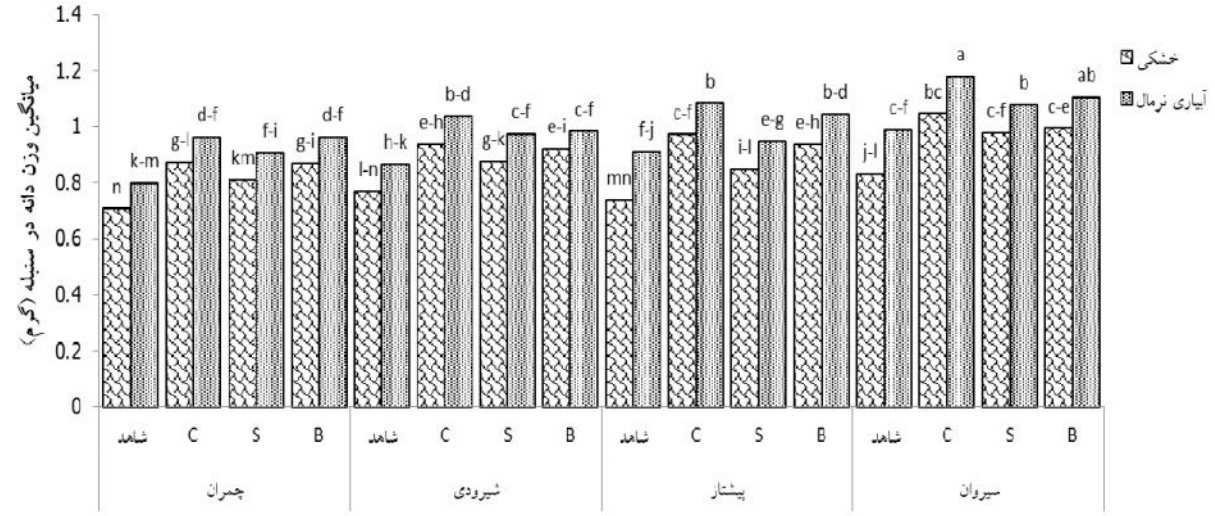
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]



شکل ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد بیولوژیک ارقام گندم

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفات معنی‌دار (LSD = 0.05) می‌باشد.

(C: سایکوسل، S: سالسیلیک اسید و B: براسینواستروئید می‌باشد.)



شکل ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن دانه در سنبله

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفات معنی‌دار (LSD = 0.05) می‌باشد.

(C: سایکوسل، S: سالسیلیک اسید و B: براسینواستروئید می‌باشد.)

و سالسیلیک اسید بر میانگین وزن دانه در سنبله با نتایج گزارش شده توسط جیریـایی و همکـاران (۱۹) و شـکوفا و امـام (۳۹) مطابقت دارد .

میانگین وزن سنبله

در این پژوهش تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار وزن سنبله (۷/۷۸ درصد) در مقایسه با آبیاری مطلوب گردید (جدول‌هـای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

۳ و ۴). کاهش وزن سنبله در شرایط تنش خشکی نتیجه کاهش فتوسنتز بوته‌ها در این شرایط بوده که مورد توجه پژوهشگرانی نظیر امام و ثقه‌الاسلامی (۱۰) و پیرسته‌انوشه و امام (۳۵) نیز قرار گرفته است. در بین تنظیم‌کننده‌های رشد، سایکوسل بیشترین تأثیر مثبت را بر میانگین وزن سنبله (۲۱/۰۵ درصد) داشت (جدول ۴) که علت آن را می‌توان به افزایش مدت سبزمانی برگ پرچم و سنبله نسبت داد و نتایج ارائه شده توسط هوپکینز و هانر (۱۷) نیز مؤید همین نکته است بنابراین، به نظر می‌رسد محلول‌پاشی سایکوسل از طریق کاهش ارتفاع بوته‌ها و افزایش طول ریشه‌ها، زمینه لازم برای افزایش جذب آب و عناصر غذایی فراهم نموده باشد که این موضوع منجر به افزایش فتوسنتز شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای اندام‌های هوایی از جمله سنبله، که مقصد فیزیولوژیک قوی می‌باشد، فراهم نموده باشد (۱۱).

پس از سایکوسل، براسینواستروئید و سالسیلیک اسید نیز به‌ترتیب باعث افزایش میانگین وزن سنبله (به‌ترتیب ۱۶/۸۵ و ۱۱/۶۸ درصد) ارقام مورد بررسی در مقایسه با تیمار شاهد شدند که این موضوع را می‌توان به حفظ فرایندهای فیزیولوژیک سلول از راه نگهداری محتوای آب و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی نسبت داد (۱۰). به‌طورکلی بیشترین میانگین وزن سنبله از رقم سیروان با تیمار سایکوسل (۱/۱۸ گرم) در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین آن (۰/۹۴۲ گرم) از رقم چمران در شرایط تنش خشکی در زمان عدم استفاده از تنظیم‌کننده مشاهده شد (شکل ۵). یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش در مورد تأثیر مثبت سایکوسل و سالسیلیک اسید بر میانگین وزن سنبله با پیش از این نیز توسط جیریایی و همکاران (۱۹) و شکوفا و امام (۳۹) گزارش شده است .

شاخص برداشت

در این پژوهش تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار شاخص برداشت (۹/۰۹ درصد) در مقایسه با آبیاری مطلوب گشت (جدول ۳) که این کاهش را می‌توان به کاهش وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و میانگین وزن هر سنبله نسبت داد. نتایج اسپیندولا و همکاران (۱۲) و پیرسته‌انوشه و امام (۳۵) نیز نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کند.

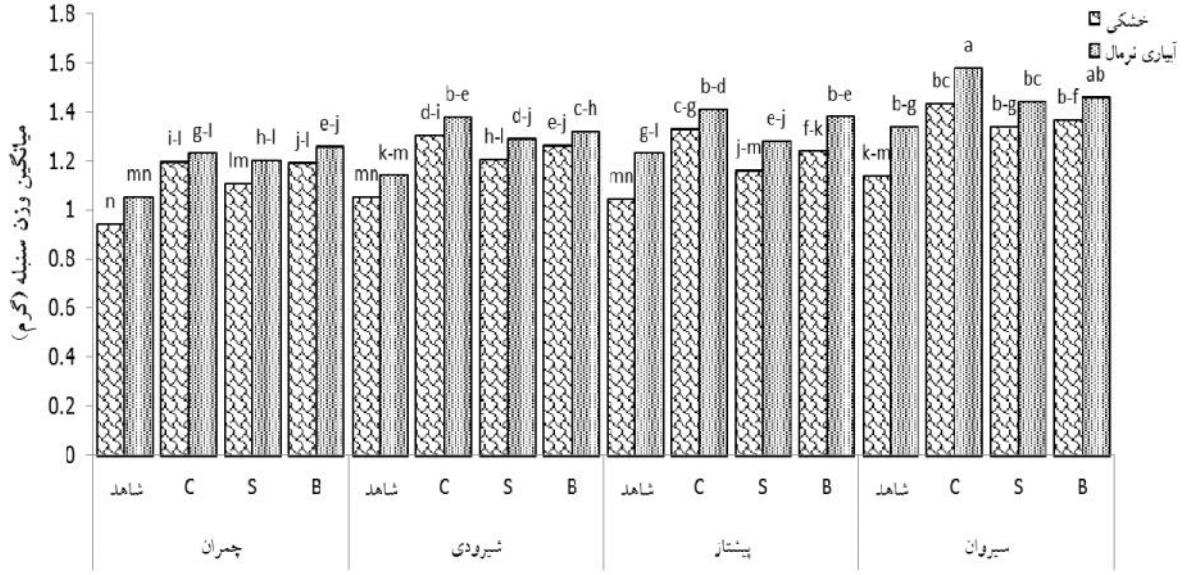
استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد، حتی با حفظ ماده خشک تولید شده، از راه ازدیاد شاخص برداشت می‌تواند به افزایش عملکرد منجر شود (۱۱). در پژوهش حاضر از بین تنظیم‌کننده‌های رشد سایکوسل بیشترین تأثیر را بر شاخص برداشت داشت (۸/۰۹ درصد) که علت آن را می‌توان به تأثیر سایکوسل بر افزایش وزن سنبله‌ها وعملکرد دانه نسبت داد و به همین دلیل تأثیر سایکوسل بر شاخص برداشت گندم مثبت و افزایشی بوده است. پس از سایکوسل، براسینواستروئید و سالسیلیک اسید به‌ترتیب باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت (به‌ترتیب ۴/۶ و ۲/۶ درصد) ارقام مورد بررسی در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند (جدول ۴). پژوهشگران این موضوع را به افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی با حفظ محتوای آب برگ و کاهش نشت یونی (۲ و ۱۹) در این شرایط نسبت داده‌اند. به‌طورکلی بیشترین شاخص برداشت از رقم سیروان با تیمار سایکوسل (۴۶/۲۵) در شرایط آبیاری نرمال و کمترین آن از رقم چمران در تنش خشکی در زمان عدم مصرف تنظیم‌کننده (۳۵/۱۳) به‌دست آمد (شکل ۶).

یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش در مورد تأثیر مثبت سایکوسل و سالسیلیک اسید بر روی شاخص برداشت با نتایج گزارش شده توسط اسپیندولا و همکاران (۱۲) و پیرسته‌انوشه و امام (۳۵) در یک راستا است.

عملکرد دانه

جدول مقایسه میانگین‌ها حاکی از وجود برتری ۲۹/۷ درصدی عملکرد دانه در تیمار آبیاری نرمال بود (جدول ۴). افت عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به‌همراه کاهش عملکرد

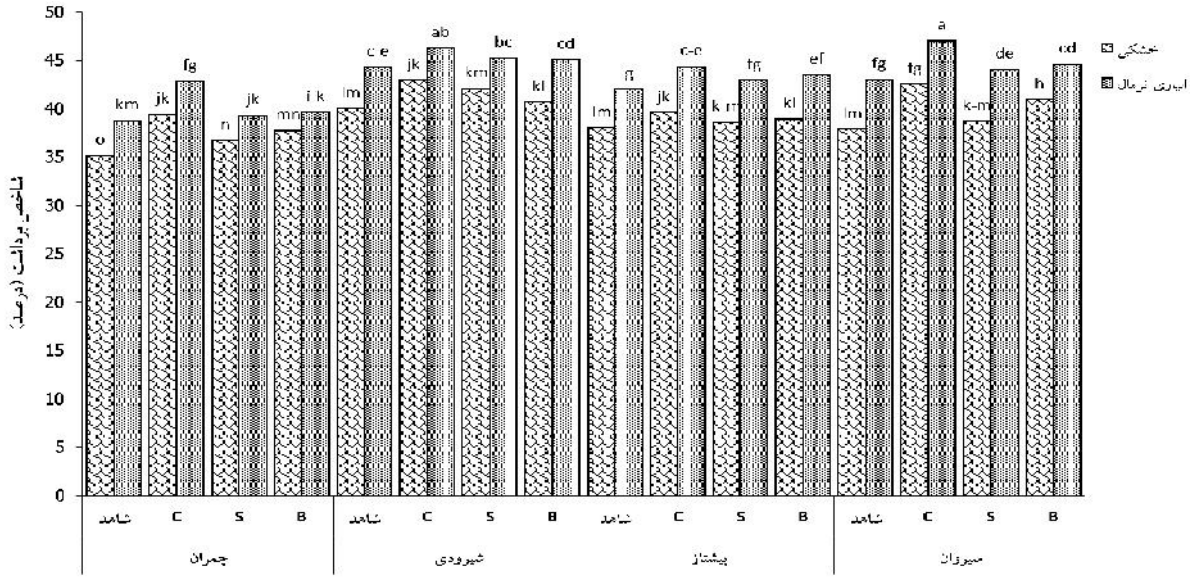
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]



شکل ۵. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین وزن سنبله

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفات معنی‌دار (LSD = 0.05) می‌باشد.

(C: سایکوسل، S: سالسیلیک اسید و B: براسینواستروئید می‌باشد.)



شکل ۶. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص برداشت ارقام گندم

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفات معنی‌دار (LSD = 0.05) می‌باشد.

(C: سایکوسل، S: سالسیلیک اسید و B: براسینواستروئید می‌باشد.)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

بیولوژیک، شاخص برداشت وکاهش وزن دانه می‌تواند برآیند کاهشی فرایندهای فیزیولوژیک تشکیل دهنده عملکرد از قبیل فتوسنتز، انتقال ماده خشک در گیاه و تخصیص بیشتر به ریشه‌ها نسبت داده که توسط پژوهشگران متعددی از قبیل گودینگ و همکاران (۱۳) و پی‌یری و همکاران (۳۴) مورد توجه قرار گرفته است.

در بین تنظیم‌کننده‌های رشد، سایکوسل بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشت (افزایش ۲۰/۶ درصدی) که علت آن را می‌توان به تأثیر سایکوسل بر وزن سنبله‌ها و شاخص برداشت نسبت داد. از طرفی نیز سایکوسل با افزایش مدت سبزمانی برگ پرچم و سنبله تأثیر مثبتی بر طول فرایند فتوسنتز داشته است. نتایج ارائه شده توسط پیرسته‌انوشه و امام (۳۵) و شکوفا و امام (۳۹) نیز مؤید همین موضوع است. پس از سایکوسل، براسینواستروییید بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه ارقام چمران و پیشتاز و سالسیلیک اسید بیشترین تأثیر را بر عملکرد ارقام شیرودی و سیروان در مقایسه با تیمار شاهد به‌جا گذاشت که این موضوع را می‌توان به تفاوت سیر مراحل فیزیولوژیک این ارقام و طول دوره رشد آنها نسبت داد. افزایش عملکرد توسط سایکوسل و سالیسیلیک اسید را می‌توان به اثر مثبت و افزاینده آنها بر اجزای عملکرد دانه مانند وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله نسبت داد. به‌طورکلی بیشترین عملکرد دانه از رقم سیروان با تیمار سایکوسل در شرایط آبیاری نرمال (۴۵۶/۶۷ گرم در مترمربع) و کمترین آن از رقم شیرودی در شرایط تنش خشکی و عدم استفاده از تنظیم‌کننده (۲۱۴/۸۲ گرم در مترمربع) مشاهده گردید (شکل ۷).

یافته‌های به‌دست آمده در این پژوهش در مورد تأثیر مثبت سایکوسل و سالسیلیک اسید بر روی عملکرد دانه، یافته‌های پیرسته‌انوشه و امام (۳۵) و شکوفا و امام (۳۹) و شاکیرووا و همکاران(۳۸) را تأیید می‌کند .

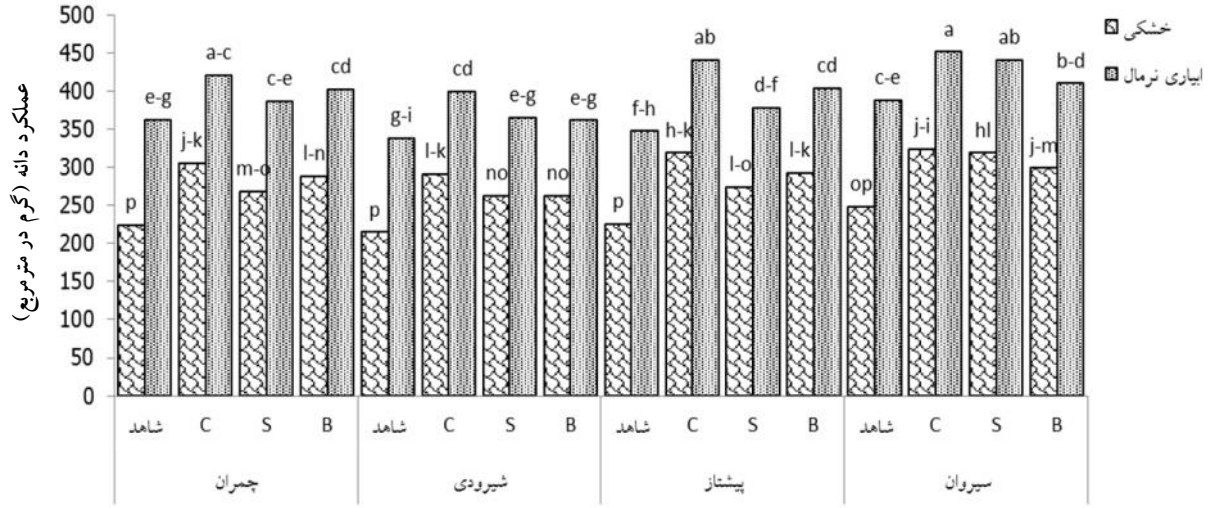
ارتفاع بوته

در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی بیشترین ارتفاع ساقه از رقم سیروان با تیمار براسینواسترویید (۷۹/۹سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع ساقه از رقم شیرودی با تیمار سایکوسل (۷۱/۶ سانتی‌متر) مشاهده گردید (شکل ۸). به‌علاوه، در همه ارقام مورد بررسی سایکوسل موجب کاهش ارتفاع ساقه در مقایسه با شاهد گردید. براسینواستروییید و سالیسیلیک اسید به‌ترتیب بیشترین تأثیر را بر افزایش ارتفاع ساقه در هر دو شرایط آبیاری در مقایسه با شاهد نشان دادند (شکل ۸). این یافته‌ها نتایج پیرسته‌انوشه و امام (۳۵) و اسپیندولا و همکاران (۱۲) در مورد تأثیرپذیری ارتفاع بوته‌ها از تنظیم‌کننده‌های رشد را تأیید می‌کنند. در واقع، سایکوسل از راه اختلال در چرخه سنتز جیبرلیک اسید موجب کاهش ارتفاع بوته‌ها گردیده است (۳۵ و ۱۲).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد که تنش خشکی آخر فصل موجب کاهش قابل ملاحظه عملکرد گندم می‌شود. هرچند بیشترین نتایج مثبت کاربرد استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط مطلوب حاصل شد، لیکن، تأثیر تعدیل‌کنندگی آنها در شرایط تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن در گندم تقریباً در تمام تنظیم‌کننده‌های رشد دیده شد که می‌تواند در پژوهش‌های مزرعه‌ای بعدی مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد و با توجه به شرایط آکرواکولوژیک هر منطقه تیمارهای مناسب تعیین و به‌کار گرفته شوند. در این پژوهش تیمار بوته‌های گندم با سایکوسل بیشترین تأثیر تعدیل‌کنندگی را بر اجزای عملکرد دانه داشت که پژوهش‌های تکمیلی در این راستا قابل توصیه است.

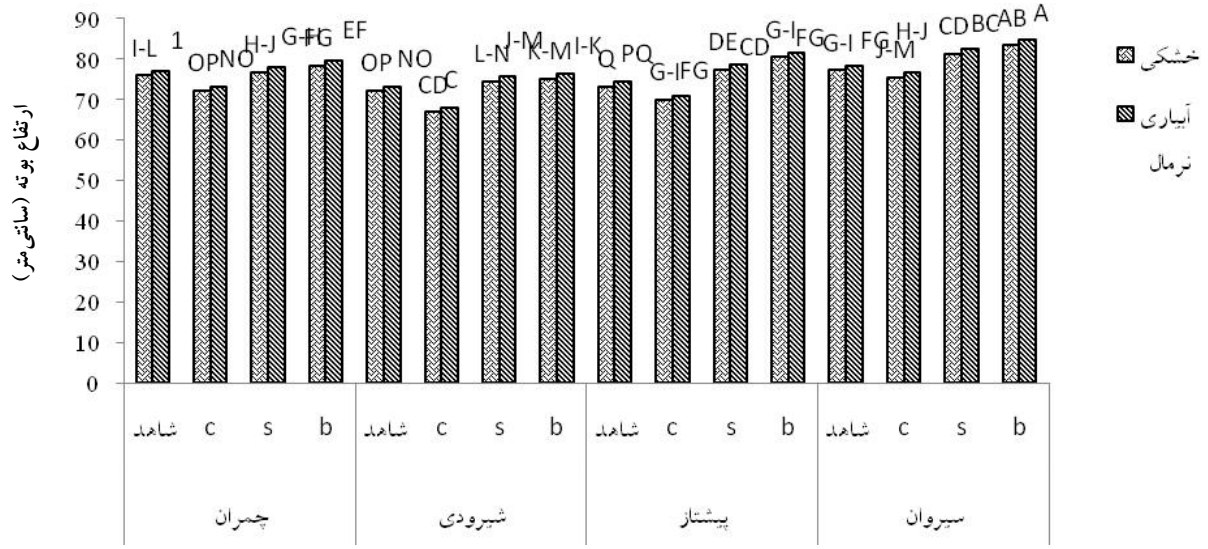
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]



شکل ۷. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه ارقام گندم

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفات معنی‌دار (LSD = 0.05) می‌باشد.

(C: سایکوسل، S: سالسیلیک اسید و B: براسینواستروئید می‌باشد.)



شکل ۸. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع بوته ارقام گندم

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD = 0.05) می‌باشد.

(C: سایکوسل، S: سالسیلیک اسید و B: براسینواستروئید می‌باشد.)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

منابع مورد استفاده

1. Altenbach, S. B., F. M. DuPont, K. M. Kothari, R. Chan, E. L. Johnson and D. Lieu. 2003. Temperature, water and fertilizer influence the timing of key events during grain development in US Spring wheat. *Journal of Cereal Science* 37: 9–20.
2. Ashraf, M., N. A. Akram, R. N. Arteca and M. R. Foolad. 2010. The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant process and salt tolerance. *Critical Reviews in Plant Science* 29: 162-190.
3. Bartels, D. and R. Sunkar. 2005. Drought and salt tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Science* 24: 23–58.
4. Chegeni, H. 2011. Effect of plant density on yield and yield components of wheat cultivars. *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi)* 104:9-21. (In Farsi).
5. Cheong, Y. H., K. N. Kim, G. K. Pandey, R. Gupta, J. J. Grant and S. Luan. 2003. CLB1, a calcium sensor that differentially regulates salt, drought, and cold responses in Arabidopsis. *The Plant Cell* 15: 1833-1845.
6. Emam, Y., E. Tafazoli and H. R. Karimi. 1996. Growth and development of winter wheat (cultivar Ghods) as affected by chlormequat chloride (CCC). *Iranian Journal of Agricultural Science* 27 (1) 23-31. (In Farsi).
7. Emam, Y. and M. Dastfal. 1997. Above and below ground responses of winter barley plants to Chlormequat in moist and drying soil. *Crop Research* 14: 457-470.
8. Emam, Y. and H. R. Karimi. 1996. Influence of chlormequat chloride on five winter barley cultivars. *Iran Agricultural Research* 15:89-109. (In Farsi).
9. Emam, Y. and G. R. Moaied. 2000. Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological characteristics of winter barley cultivar "Valfajr". *Journal of Agricultural Science and Technology* 2:75-83.
10. Emam, Y. and M. J. Seghatoeslami. 2005. Crop Yield, Physiology and Processes. Shiraz University Press, Shiraz. (In Farsi).
11. Emam, Y. 2010. Cereal Production. Shiraz University Press, Shiraz. (In Farsi).
12. Espindula, M. C., V. S. Rocha, J. A. S. Grossi, M. A. Souza, L. T. Souza and L. F. Favaroto. 2009. Use of growth retardants in wheat. *Planta Daninha* 27(2): 379-387.
13. Gooding, M. J., R. H. Ellis, P. R. Shewry and J. D. Schofield. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on grain filling, drying and quality of water wheat. *Journal of Cereal Science* 37: 295-309.
14. Grove, M. D., G. F. Spencer, W. K. Rohwedder, N. B. Mandava, J. F. Worley and J. D. Wathen. 1979. Brassinolide a plant growth promoting steroid isolated from *Brassica napus* pollen. *Nature* 281: 216-217.
15. Hayat, S. and A. Ahmad. 2007. Salicylic Acid - A Plant Hormone. Springer. ISBN 1402051832. Netherlands.
16. Hayat, Q., S. Hayat, M. Irfan and A. Ahmad. 2009. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A Review. *Environmental and Experimental Botany* 134: 1-12.
17. Hopkins W. G. and N. P. Huner. 2004. Introduction to Plant Physiology (3rd Ed.). John Wiley and Sons. Inc. New York.
18. Hussein, M. M., L. K. Balbaa and M. S. Gaballah. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3(4): 321-328.
19. Jiriaie, M., N. A. Sajedi, H. Madavi and M. Sheikhi. 2009. Effect of PGPR and water deficit on agronomical traits of wheat (cv. Shahriar). *New Findings in Agriculture* 3(4). 333-343. (In Farsi)
20. Ji, X., B. Shiran, J. Wan, D. C. Lewis, C. L. D. Jenkins, A. G. Condon, R. A. Richards and R. Dolferus. 2010. Importance of pre anthesis anther sink strength for maintenance of grain number during reproductive stage water stress in wheat. *Plant Cell and Environment* 33: 926-942.
21. Jung, J. and W. Rudemacher. 1983. Plant growth regulating chemicals in cereal grains. pp. 253-271. *In:* L. G. Nickell (Ed.), Plant Growth Regulating Chemicals, Vol. I, CRC Publication, Boca Raton, Florida.
22. Kang, H. M. and M. E. Saltveit. 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedlings leaves and roots are differently affected by salicylic acid. *Physiologia Plantarum* 115: 571-576.
23. Kaydan, D., M. Yagmur and N. Okut. 2006. Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum L.*). *Tarim Bilimleri Dergisi* 13: 114-119.
24. Khripach, V. A., V. N. Zhabinskii and A. E. Groot. 1998. Brassinosteroids: A New Class of Plant Hormones. Acadamic Press. United States of America.
25. Khripach, V., V. Zhabinskii and A. E. Groot. 2002. Twenty years of brassinosteroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. *Annals of Botany* 80: 440-447.
26. Luigi, C., F. Rizza, B. Farnaz, E. Mazzucotelli, A. M. Mastrangelo, E. Francia, C. Mare, T. Alessandro and M. A. Stanca. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research* 105: 1- 14.
27. Maguire, J. D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-177.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

28. Maibangsa, S., M. Thangaraj and R. Stephen. 2000. Effect of brassinosteriod and salicylic acid on rice grown under low irradiance condition. *Indian Journal Agricultural Research* 34: 258-260.
29. Majer, P., L. Sass, T. Lelley, L. Cseuz, I. Vass, D. Dudits and J. Pauk. 2008. Testing drought tolerance of wheat by a complex stress diagnostic system installed in greenhouse. *Acta Biologica Szegediensis* 52: 97-100.
30. Mousavi, A., KH. Kalantari, R. Jafari, N. Hasibi and K. Mahdavian. 2009. Study of the effects of 24 – epibrassinolide and water stress on some physiological parameters in canola (*Brassica napus* L.) seedlings. *Iranian Journal of Biology* 23 (2) 275 -286. (In Farsi).
31. Nikzad, A. R., M. Dastfall and S. Sarikhani. 2013. Lines and cultivars of bread and durum wheat, barley and triticale suitable for sowing in Fars province. Research Bulletin. Fars Jehad e Keshavarzi Organization. Fars.
32. Oosterhuis, D. M. and P. M. Cartwirght. 1983. Spike differentiation and floret survival in semidwarf spring wheat as affected by water stress and photoperiod. *Crop Science* 23: 711-717.
33. Pessarakli, M. 2001. Handbook of Plant and Crop Physiology. 2nd Ed. Marcel Dekker, Inc. New York.
34. Pierre, C. S., J. Petersona, A. Rossa, J. Ohma, M. Verhoerena, M. Larsona and B. Hoefera. 2008. White wheat grain quality changes with genotype, nitrogen fertilization, and water stress. *Agronomy Journal* 100: 414-420
35. Piraste, A. H. and Y. Emam. 2011. Yield and yield component responses of bread and durum wheat to PGRs under drought stress conditions in field and greenhouse. *Environmental Stresses in Crop Science* 5(1): 1-17. (In Farsi)
36. Rajala, A. and P. P. Sainio. 2001. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. *Agronomy Journal* 93: 936-943.
37. Rajala, A. 2003. Plant growth regulators to manipulate cereal growth in Northern growing conditions. PhD. Thesis, University of Helsinki, Finland.
38. Shakirova, F. M., A. R. Sakhabutdinova, M. V. Bezrukova, R. A. Fathkutdinova and D. R. Fatkhutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science* 164, 317-324.
39. Shekoofa, A. and Y. Emam. 2008. Effect of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticum aestivum L.*) cv. Shiraz. *Journal of Agricultural Science and Technology* 10:101-108.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.21.2.0]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.21.15]

Effect of Three Growth Regulators on Grain Yield of Wheat Cultivars under Different Moisture Regimes

M. E. Sedaghat [1] and Y. Emam[2*]

(Received: November 18-2015; Accepted: February 23-2016)

Abstract

Plant growth regulators (PGRs) are used to prevent reduction in wheat grain yield under limited moisture conditions. The effect of 3 PGRs including cycocel, salicylic acid and brassinoestroeid on yield and yield components of four wheat cultivars (Chamran, Shiroudi, Pishtaz and Sirvan) under well watered and water stress (withheld irrigation after flowering) was examined. The experiment was carried out as a factorial split plot in a completely randomized block design with three replicates at research farm of Sarvestan, Fars province in 2014-15 growing season. The results showed that drought stress reduced ear weight, grains per ear, grain weight per ear, thousand grain weight, harvest index, biological yield and grain yield, significantly. Albeit, the extent of the decrease varied, i.e. the smallest and greatest decreases were found in thousand grain weight (7%) and number of grains per ear (13%), respectively. Furthermore, application of PGRs especially cycocel, could increase ear weight, grains per spike, harvest index, thousand grain weight and consequently, grain yield. Among cultivars, Sirvan had the highest and Shiroudi had the lowest yield under both moisture regimes. According to our results although drought stress suppresses wheat yield and yield components, PGRs could be harnessed to compensate some parts of drought stress. Therefore, use of PGRs could be recommended to alleviate the drought stress effect on bread wheat.

Keywords: Cycocel, Salicylic acid, Brasinosteroeid, Harvest index, Biological yield

1, 2. PhD. Student and Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

*. Corresponding Author, Email: yaemam@shirazu.ac.ir