Iranian Journal of Cotton Researches
ISSN: 2345-5306

Evaluating the Effect of Different Growth Regulators on Yield and Morphological Traits of Three Upland (*Gossypium hirsutum* L.) Cotton Cultivars

Kamal Ghasemi Bezdi[1*], Ghorban Ghorbani Nasrabad[2], Elham Faghani[2], Jafar Hosseinpoor[3], Eshagh Arekhi[4]

[1]Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan Razavi, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran, Email: k.ghasemi@areeo.ac.ir
[2] Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.
[3] Cotton expert, Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.
[4] PhD of Agronomy, Gorgan, Iran.

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2024-10-1
Accepted 2024-12-23

Keywords:
Cotton
Cycocel
Early maturity
Golestan cultivar
Lint percentage

ABSTRACT

Background and Objective: Plant growth regulation plays a pivotal role in influencing morphological and physiological traits that directly impact plant growth, reproduction, and yield. Growth regulators achieve these effects by inducing metabolic activities within plant cells. This study aimed to evaluate the effects of different growth regulators on the growth and yield characteristics of various cotton genotypes.

Materials and Methods: A factorial experiment was conducted in a randomized complete block design at the Hashemabad Cotton Research Station, Gorgan, during 2016 and 2017. The experimental factors included five growth regulators benzyl adenine, abscisic acid, salicylic acid, brassinosteroids, and Cycocel and three cotton cultivars: Golestan, Kashmar, and Shayan.

Results: Yield and several morphological parameters were significantly influenced by the growth regulators. Among the cultivars, Golestan exhibited the highest boll number, yield, and lint percentage, whereas Kashmar was characterized by the tallest plants and the most rapid maturity. Growth regulators showed differential effects on plant height: benzyl adenine and brassinosteroids increased height by 9.5%, while Cycocel and abscisic acid reduced height by up to 18.5%. All treatments increased the number of flowers compared to the control, with Cycocel and salicylic acid resulting in the highest flower numbers, an increase of 40%. Cycocel enhanced boll number by 7.5%, while salicylic acid, benzyl adenine, and abscisic acid decreased it by 4.8%, 9%, and 25%, respectively. The highest yield (2569 kg/ha) was observed with Cycocel treatment, followed by brassinosteroids and benzyl adenine, which also improved yield relative to the control. In contrast, abscisic acid reduced yield by 5.3%. Cycocel promoted early maturity, achieving 83.6%, while benzyl adenine, salicylic acid, and brassinosteroids delayed maturity. Although lint percentage was influenced by genotype, it was not significantly affected by growth regulators, suggesting its strong genetic dependence. Overall, foliar application of growth regulators, particularly Cycocel, significantly enhanced the

yield and morphological traits of cotton cultivars.

Conclusion: Cycocel application increased flower and boll numbers on cotton branches, thereby improving yield. Additionally, Cycocel positively influenced early maturity, making it a promising growth regulator for optimizing cotton productivity and phenological traits.

Cite this article: Ghasemi Bezdi, K., Ghorbani Nasrabad, Gh., Faghani, E., Hosseinpoor, J., Arekhi, E. (2024). Evaluating the Effect of Different Growth Regulators on Yield and Morphological Traits of Three Upland (*Gossypium hirsutum* L.) Cotton Cultivars. *Iranian Journal Cotton Researches*, 12 (1), 83-100.

© The Author(s).
DOI: 10.22092/ijcr.2024.367049.1227
Publisher: Cotton Research Institute of Iran

مجله پژوهش‌های پنبه ایران

شاپا: ۲۳۴۵-۵۳۰۶

ارزیابی تاثیر تنظیم کننده‌های رشد مختلف بر عملکرد و صفات مورفولوژیکی سه رقم پنبه آپلند (*Gossypium hirsutum* L.)

کمال قاسمی بزدی[1*]، قربان قربانی نصرآباد[2]، الهام فغانی[2]، جعفر حسین‌پور[3]، اسحاق آرخی[4]

[1] سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، مشهد، ایران،
رایانامه: k.ghasemi@areeo.ac.ir

[2] موسسه تحقیقات پنبه کشور سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ، گرگان، ایران.

[3] کارشناس پنبه، موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

[4] دکتری تخصصی زراعت، گرگان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۳

واژه‌های کلیدی:
پنبه
درصد کیل
رقم گلستان
زودرسی
سایکوسل

چکیده

سابقه و هدف: تنظیم کننده های رشد با تاثیر بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه، رشد رویشی و زایشی، عملکرد را تحت تاثیر قرار می دهد. تنظیم کننده‌های رشد، به واسطه القا فعالیت‌های متابولیکی در سطح یاخته عمل می‌کنند. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر خصوصیات رشد و عملکرد ارقام پنبه، انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد گرگان طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل تنظیم‌کننده‌های رشد بنزیل‌آدنین، آبسزیک‌اسید، سالیسیلیک‌اسید، براسینواستروئید و سایکوسل و ارقام پنبه (گلستان، کاشمر و شایان) بودند.

یافته‌ها: عملکرد و برخی پارامترهای مورفولوژیکی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد قرار گرفتند. رقم گلستان بالاترین تعداد غوزه، عملکرد وش و درصد کیل الیاف و رقم کاشمر بیشترین ارتفاع بوته و زودرسی را داشتند. تنظیم‌کننده‌ها تاثیرات متفاوتی بر ارتفاع بوته گذاشتند، بنزیل‌آدنین و براسینواستروئید باعث افزایش ولی سایکوسل و آبسزیک‌اسید سبب کاهش ارتفاع شدند. بنزیل‌آدنین افزایش ۹/۵ درصدی و آبسزیک‌اسید کاهش ۱۸/۵ درصدی در ارتفاع را باعث شدند. با وجود اینکه تعداد گل، در همه تیمارها بالاتر از شاهد بود، اما بیشترین تعداد گل به تیمار سایکوسل و سالیسیلیک‌اسید با افزایش ۴۰ درصد اختصاص یافت. سایکوسل تعداد غوزه را ۷/۵ درصد افزایش داد ولی سالیسیلیک‌اسید، بنزیل‌آدنین و آبسزیک‌اسید به‌ترتیب سبب کاهش ۴/۸، ۹ و ۲۵ درصد در تعداد غوزه شدند. بیشترین عملکرد وش (۲۵۶۹ کیلوگرم در هکتار) از تیمار سایکوسل به‌دست آمد و براسینواستروئید و بنزیل‌آدنین نیز عملکرد بیشتری نسبت به شاهد داشتند اما آبسزیک‌اسید عملکرد را ۵/۳ درصد کاهش داد. بیشترین زودرسی (۸۳/۶ درصد) مربوط به سایکوسل بود ولی بنزیل‌آدنین، سالیسیلیک‌اسید و براسینواستروئید زودرسی ارقام را کاهش دادند. درصد کیل تحت تأثیر رقم قرار گرفت اما اثر تنظیم‌کننده‌های رشد بر درصد کیل معنی‌دار نبود و این مسئله می‌تواند نشان‌دهنده وابستگی این صفت به ژنوتیپ باشد. در مجموع، محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد به‌خصوص سایکوسل باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد و صفات

مورفولوژیکی ارقام پنبه شد.

نتیجه گیری: سایکوسل با افزایش تعداد گل و غوزه در شاخه های پنبه سبب افزایش عملکرد شد. همچنین سایکوسل در زودرسی گیاه پنبه اثر مثبت داشت.

استناد: قاسمی بزدی، کمال؛ قربانی نصرآباد، قربان؛ فغانی، الهام؛ حسین‌پور، جعفر؛ آرخی، اسحاق. (۱۴۰۳). ارزیابی تاثیر تنظیم کننده‌های رشد مختلف بر عملکرد و صفات مورفولوژیکی سه رقم پنبه آپلند (*Gossypium hirsutum* L.). *مجله پژوهش‌های پنبه ایران*، ۱۲ (۱)، ۱۰۰-۸۳.

DOI: 10.22092/ijcr.2024.367049.1227

ناشر: موسسه تحقیقات پنبه کشور

© نویسندگان.

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی مورد استفاده برای بشر است. اگرچه هدف اصلی کشت این محصول، تولید غذا نیست، با این وجود، در بین ده محصول زراعی برتر دنیا قرار دارد. علاوه بر نقش بارز الیاف پنبه در زمینه‌های متعدد، جوامع بشری آموخته‌اند که از کل قسمت‌های گیاه برای مصارف مختلف، از کنترل تولید مثل و نقش‌های دارویی آن گرفته تا رنگدانه‌ها و خوراک دام، مورد استفاده قرار دهند (وگیر و همکاران، ۲۰۱۶).

مواد محرک رشد گیاهی به‌صورت گسترده‌ای در کشاورزی مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرند (سائینیو و همکاران، ۲۰۰۳). کاربرد مواد تنظیم‌کننده رشد بیرونی، عامل مؤثری بر بهبود سطح تولید تنظیم کننده‌های رشد درونی گیاه بوده و شرایط را برای افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاه فراهم می‌کند (باجگوز و حیات، ۲۰۰۹). تنظیم کننده‌های رشد مختلف مانند سایکوسل، سالیسیلیک اسید، براسینواستروئید و غیره از زمره این مواد محسوب می‌شوند. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی به دلیل نقش مهم در فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موجود در گیاه، به‌عنوان ابزاری مؤثر در افزایش عملکرد گیاهان شناخته شده‌اند و منجر به تغییر سریع فنوتیپی گیاه در طول فصل برای دستیابی به نتایج مطلوب می‌شوند (رامش و رامپراساد، ۲۰۱۳).

سایکوسل یا کلرمکوات کلراید (CCC)، یکی از گروه‌های ترکیبات آمونیومی از خانواده کولین‌ها بوده و از پرمصرف‌ترین کندکننده‌های رشد گیاهی به‌ویژه در اروپا می‌باشد و امروزه جهت کاهش خوابیدگی و کنترل رشد رویشی گیاهان زراعی کاربرد فراوانی دارد (امام و موید، ۲۰۰۰). عبدالخانی و شکوه‌فر (۲۰۱۶) گزارش نمودند که با مصرف سایکوسل، عملکرد دانه جو (*Hordeum vulgare* L.) رقم جنوب افزایش یافت. پیراسته و همکاران (۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند که سایکوسل اثر مثبتی بر تعداد دانه در سنبله گندم نان (*Triticum esativum* L.) داشت. گلاگی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد سایکوسل تعداد بوته در متر مربع را در خیار (*Cucumis sativus*.) افزایش داد. رائو و همکاران در (۲۰۱۶) بیان داشتند که سایکوسل ها در گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) با اثرگذاری بر محتوی کلروفیل، سبب افزایش کارایی فتوسنتزی شدند. سایکوسل ها با نقش تنظیم کنندگی خود بر طول ساقه، ضخامت برگ، ضخامت ساقه، کوتاه شدن شاخه، کاهش سطح برگ، غلظت کلروفیل و جذب دی اکسید کربن را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

یکی دیگر از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، سالیسیلیک اسید است که یک هورمون طبیعی گیاهی بوده و در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان زراعی اثر داشته (وانگ و همکاران، ۲۰۱۰) و خالق زمان و همکاران در (۲۰۲۴) بیان داشتند که سالیسیلیک اسید عملکرد گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) نسبت به تنش‌های محیطی را افزایش داده و تحمل به تنش نیز در این گیاه بیشتر بود (آگوستینا و همکاران، ۲۰۱۷). مطالعات در گیاه پنبه نشان داد که سالیسلیک اسید طریق الاسلامی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی روی ذرت گزارش کردند که محلول‌پاشی سالسیلیک اسید بر عملکرد دانه و شاخص کلروفیل معنی‌دار بود. به گزارش حیات و همکاران (۲۰۱۰)، محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار در ارتفاع بوته گندم (*Triticum esativum* L.) شد. طبق پژوهش زمانی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۳)، تاثیر کاربرد سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) معنی‌دار بود. سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنولی و فیتوهورمون است که نقش بسیاری در فرآیندهای فیزیولوژیکی و رشد گیاه دارد (سیلوا و همکاران، ۲۰۲۳). این هورمون بر بسیاری از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان اثر داشته و باعث القای ساز و کارهای دفاعی در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده می‌شود (امام و موید، ۲۰۰۰).

از بین سیتوکنین‌ها نیز بنزیل آدنین یکی از مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی است که از طریق

افزایش تقسیمات سلولی و یا حرکت مواد غذایی به محل تیمار شده، باعث رشد گیاهان می‌گردد (شمولینگ، ۲۰۰۲). پژوهشی بر روی گیاه صبر زرد (*Aloe vera* L.) نشان داد که کاربرد هزار میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آدنین تأثیر به‌سزایی بر صفات رشدی این گیاه داشت (حضرتی و طهماسبی، ۲۰۱۳). همچنین، کاربرد بنزیل آدنین باعث افزایش وزن تر در گیاه مریم، شمعدانی و مریم‌گلی شد (لوکاسزیفسکا و همکاران، ۲۰۰۸؛ راویا و همکاران، ۲۰۱۰). این هورمون از طریق تجمع کلروفیل و تبدیل اتیوپلاست به کلروپلاست و جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد، پیری برگ را به تعویق می‌اندازد (اشرف و همکاران، ۲۰۰۸).

آبسیزیک اسید (ABA) نیز یکی از انواع هورمون گیاهی است که بر طیف وسیعی از فعالیت‌های مهم در رشد و نمو گیاهان از قبیل خواب بذر، رشد و نمو ریشه و ساقه، تعرق و تحمل به تنش مؤثر می‌باشد. توسعه ریشه جانبی در گیاه، با افزایش میزان ABA مهار می‌شود، این اتفاق بلافاصله بعد از ظهور آغازین ریشه جانبی و قبل از فعال شدن مریستم آن رخ می‌دهد (دی‌سمت و همکاران، ۲۰۰۳). به کارگیری تنظیم کننده های اسمزی و هورمون های گیاهی از جمله سالیسیلیک اسید، پرولین، اسید آبسزیک، گلیسین بتایین، پلی آمین‌ها و جیبرلیک اسید در القا تحمل به تنش رطوبتی نقش بسزایی دارد. درگیاه پنبه، تیمار اسید آبسزیک، تنظیمات اسمزی سلول را افزایش داده که بدین ترتیب فشار تورژسانس را افزایش داده و ضمن حفظ یکپارچگی غشاء با افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی در سلول، رادیکال های آزاد را کاهش داده و تحمل به تنش را افزایش می دهد (خان و همکاران، ۲۰۱۸). از تنظیم کننده‌های رشد دیگری که بسیاری از شبکه‌های متابولیسمی پیچیده دخیل در تکوین، رشد رویشی و تمایززدایی گیاهان را کنترل می‌کنند، می‌توان براسینواستروئیدها را نام برد. این گروه از هورمون‌ها برای حفاظت گیاهان در برابر تنش خشکی و اکسیداتیو نیز از اهمیت بالایی برخوردار هستند (پوسیچا و همکاران، ۲۰۱۶). براسینواستروئیدها به‌عنوان آنالوگ ساختاری هورمون‌های استرولی جانوری در گیاهان مدنظر می‌باشند (تانگ و همکاران، ۲۰۱۶). توانایی پلی‌آمین‌ها در تحریک تشکیل ریشه به‌خوبی روشن شده و در مطالعه بر روی گیاه حسن‌یوسف، نقش براسینواستروئیدها در تحریک ریشه‌زایی به اثبات رسیده است. این هورمون‌ها، نه‌تنها در ریشه‌زایی نقش داشته، بلکه در بهبود رشد ریشه نیز تاثیر گذار است (سوامی و همکاران، ۲۰۱۰). در بررسی دیگری توسط حق‌شناس و اسکندری (۲۰۱۱)، تاثیر ۲۸-هموبراسینولید بر ارتفاع بوته و پارامترهای رشدی گیاه دارویی شوید، مثبت ارزیابی شد. این پژوهش با هدف ارزیابی اثرات تنظیم کنندگان رشد از جمله سایکوسل، اسید آبسزیک، براسینواستروئید بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در تیمارهای مختلف آبی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد وابسته به موسسه تحقیقات پنبه کشور واقع در شهرستان گرگان اجرا گردید. طول و عرض جغرافیایی این ایستگاه به‌ترتیب ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۵/۵ متر می‌باشد. جهت تعیین ویژگی‌های خاک، نمونه مرکبی از عمق ۳۰ سانتی‌متری شامل ۵ نقطه از خاک مزرعه تهیه شد و نمونه جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. بر اساس نتیجه تجزیه خاک، بافت خاک مزرعه آزمایشی مورد نظر، لومی رسی سیلتی بود (جدول ۱). همچنین آمار هواشناسی در ماه‌های اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱: برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحت آزمایش در عمق ۳۰ سانتی‌متری.

سال آزمایش	فسفر (پی‌پی‌ام)	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	نیترات (پی‌پی‌ام)	ماده آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	وزن مخصوص ظاهری (گرم)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	رس (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	بافت خاک
۱۳۹۵	۱۰/۷	۵۸۰	۱۳/۳	۱/۴۲	۰/۱۴	۱/۳۸	۱/۰	۷/۳	۳۶	۱۸	۴۶	لومی‌رسی‌سیلیتی
۱۳۹۶	۶/۶	۴۶۰	۷/۰	۱/۳۰	۰/۱۳	۱/۳۹	۱/۰	۷/۴	۳۶	۲۰	۴۴	

جدول ۲: تغییرات دما و بارندگی در ایستگاه هواشناسی هاشم‌آباد طی فصول مختلف رشد در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶.

ماه	بارندگی (میلی‌متر)		میانگین درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)		تبخیر (میلی‌متر)	
	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۵
دی	۷۶/۶	۴۰/۴	۱۴/۶۵	۱۴/۰۵	۲/۲	۲/۲۶
بهمن	۳۶/۵	۳۷/۱	۲۰/۸۵	۲۰/۳	۳/۶	۳/۴۸
اسفند	۶۲/۶	۲/۲	۲۵	۲۵/۱۵	۵/۴	۶/۶۳
فروردین	۱۳/۲	۵	۲۷/۹	۲۸/۴۵	۶/۳	۷/۶۲
اردیبهشت	۱۶/۲	۰	۲۸/۶۵	۳۰/۳۵	۷	۸/۸۶
خرداد	۲۸/۹	۰	۲۷	۲۸/۹۵	۵/۵	۷/۴۲
تیر	۳۷/۹	۸۹/۱	۲۰/۱۵	۱۹/۷۵	۳/۲	۳/۰۹
مرداد	۸۲/۵	۱۷	۱۴/۳	۱۷/۷۵	۱/۵	۲/۱۸
شهریور	۲۶/۲	۷۱/۸	۷/۴	۹/۹۵	۰/۹	۱/۱۸
مهر	۲/۵	۶۰	۸	۹/۶	۱/۱	۱/۰۸

عوامل مورد بررسی در پژوهش، تنظیم‌کننده‌های رشد مختلف شامل تیمار شاهد (بدون مصرف هورمون) و استفاده از مواد هورمونی بنزیل آدنین، آبسزیک اسید، سالیسیلیک اسید، براسینواستروئید و سایکوسل (CCC) و ارقام تجاری پنبه گلستان، کاشمر و شایان بودند. تمامی تنظیم‌کننده‌های رشد مورد استفاده، از شرکت تجاری Sigma تهیه شدند و غلظت‌های مورد استفاده شامل ۱۲/۴۱ گرم در هکتار بنزیل آدنین، ۳۷۰/۳۷ میلی‌گرم در هکتار آبسزیک اسید، ۸۸/۵۲ گرم در هکتار سالیسیلیک اسید، ۹۲/۵۹ میلی‌گرم در هکتار براسینواستروئید و ۶/۶۷ گرم در هکتار سایکوسل بودند. محلول‌پاشی به‌صورت دستی پس از کالیبراسیون توسط یک محلول‌پاش پنج لیتری در دو مرحله چهار برگی (اواسط خرداد) و شروع گلدهی (اوایل تیر) و جهت اثربخشی محلول‌پاشی بر روی کل بوته‌های هر کرت صورت گرفت.

به‌منظور اجرای طرح، عملیات آماده‌سازی زمین در نیمه دوم فروردین ماه صورت گرفت. بدین منظور پس از عملیات دیسک‌زنی که جهت تسطیح خاک انجام شد، با استفاده از فاروئر اقدام به احداث جوی و پشته گردید. بذور ارقام پنبه مورد استفاده در این آزمایش از موسسه تحقیقات پنبه کشور واقع در شهرستان گرگان تهیه شد. کشت بذر ارقام پنبه، در نیمه دوم اردیبهشت ماه، در عمق ۵ سانتی‌متری خاک صورت گرفت. هر کرت فرعی شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۶ متر بود. فاصله خطوط کاشت ۲۰×۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تنک کردن گیاهچه‌ها در مرحله چهار برگی، اواسط خردادماه، صورت گرفت. با توجه به نتیجه آزمون خاک و مقدار نیتروژن مورد نیاز پنبه، در ابتدای مرحله کاشت، نیمی از کود نیتروژن (به‌صورت اوره) به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفاته (سوپرفسفات تریپل) مصرف شد. نیمه دیگر کود نیتروژن در شروع گلدهی به‌صورت سرک به زمین

داده شد. وجین علف‌های هرز در تمامی مراحل رشد پنبه به‌صورت دستی انجام شد. شمارش گل به صورت روزانه از شروع گلدهی تا آغاز تشکیل غوزه انجام شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی بذور، ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته و عملکرد وش انجام شد. درصد کیل الیاف محاسبه شد و درصد زودرسی از حاصل عملکرد وش در اولین برداشت به عملکرد کل محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS، انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، در سطح آماری ۵ درصد انجام گردید و برای رسم نمودارها از Excel نرم‌افزار استفاده شد.

نتایج و بحث

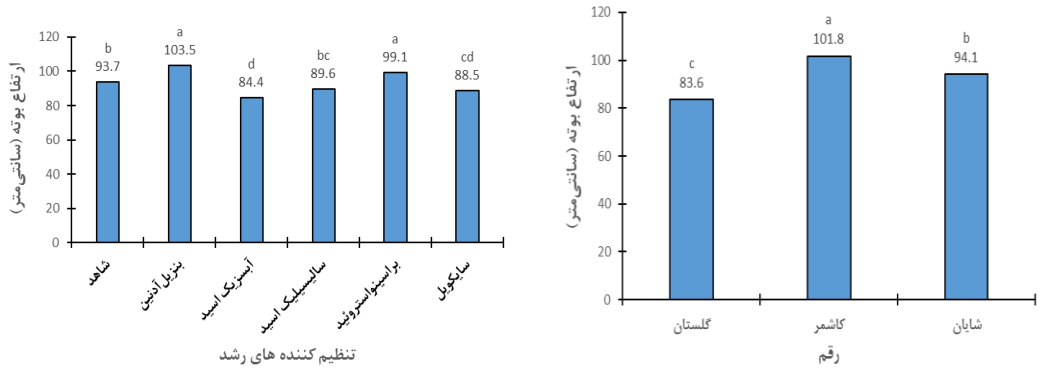
نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در این پژوهش (جدول ۳) نشان داد که بجز صفت تعداد گل، تمام صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد غوزه، عملکرد کل وش، درصد کیل و درصد زودرسی تحت تاثیر رقم معنی‌دار بودند. همچنین تنظیم کننده‌های رشد مورد استفاده بر روی کلیه صفات مورد بررسی بجز درصد کیل تاثیر معنی‌داری داشتند، اما اثر متقابل رقم در تنظیم کننده‌های رشد برای هیچ کدام از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مربوط به عملکرد و صفات وابسته در ارقام پنبه تحت تاثیر کاربرد تنظیم کننده‌های رشد طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	تعداد گل	تعداد غوزه	عملکرد وش	درصد کیل	درصد زودرسی
سال (Y)	۱	۳۹/۸۴۶ ^{ns}	۲۳۶۹/۳۹۲ **	۶/۱۴۹ ^{ns}	۲۵۰۰۲۳۸۲/۳۷ **	۱۷۶/۵۸۹ **	۱۲۱۴۹/۷۲۵ **
بلوک داخل سال	۴	۲۷۸/۷۲۵	۷۶/۲۲۵	۵۴/۱۳۲	۱۹۲۲۱۲۷/۱۸۵	۲۹/۰۰۲	۲۳۷/۲۵۵
رقم (G)	۲	۳۰۱۶/۴۷۵ **	۳/۴۹۳ ^{ns}	۲۳/۲۵۳ **	۱۳۹۳۳۰۵/۳۳۳ **	۴۳/۱۴۲ **	۶۰۷/۶۱۲ **
Y×G	۲	۳۲۸۰/۴۱۷ **	۲/۵۸۸ ^{ns}	۷/۳۱۱ ^{ns}	۱۲۲۰۹۹۶/۵۹۳ **	۵/۹۶۸ ^{ns}	۱۱۱۴/۰۳۵ **
تنظیم کننده رشد (PGRs)	۵	۹۱۱/۹۶۸ **	۹۰/۸۴۷ **	۳۵/۰۴۲ **	۶۸۵۹۲۴/۸ **	۲/۰۶۳ ^{ns}	۱۱۹۶/۴۶۹ **
Y×PGRs	۵	۱۴۸/۶۳۹ *	۱۴/۶۳۱ ^{ns}	۸/۲۱۹ ^{ns}	۲۸۱۰۵/۳۰۴ ^{ns}	۷/۷۹۲ ^{ns}	۱۸۵/۸۵۹ **
G×PGRs	۱۰	۴۹/۲۰۲ ^{ns}	۱/۶۰۸ ^{ns}	۵/۸۸۸ ^{ns}	۲۰۳۲۵/۸۶۷ ^{ns}	۳/۹۲۸ ^{ns}	۲۷/۵۷۵ ^{ns}
Y×G×PGRs	۱۰	۴۹/۸۱۲ ^{ns}	۱/۹۱۶ ^{ns}	۶/۷۰۶ ^{ns}	۲۴۸۲۶/۴۵۹ ^{ns}	۳/۰۸۶ ^{ns}	۶۱/۳۸ ^{ns}
خطا	۶۸	۵۲/۱۲۷	۶/۳۱۱	۳/۸۳۹	۳۲۷۱۱/۳۸۱	۳/۴۸۱	۵۵/۹۷۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۷/۷۵	۲۶/۹	۱۶/۶	۷/۶۹	۴/۸۲	۱۰/۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد را نشان می دهد

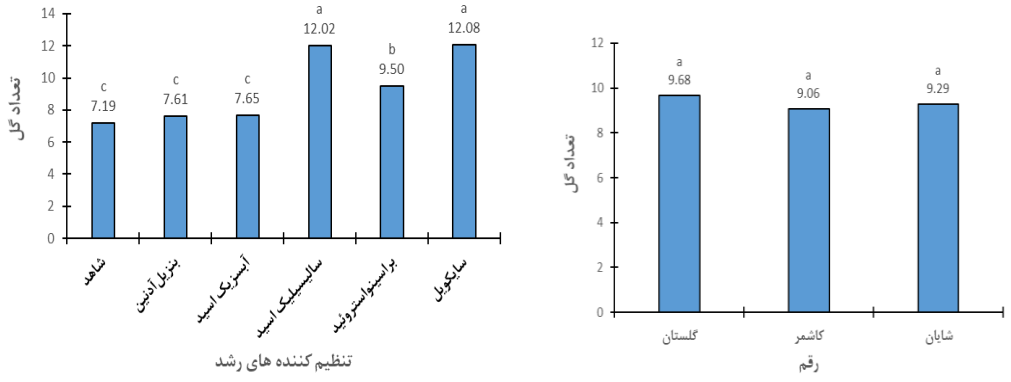
نتایج مقایسه میانگین‌های دوساله اثرات اصلی ارقام و تنظیم‌کننده‌های رشد بر ارتفاع بوته پنبه در شکل یک نشان داده شده است. بر اساس نتایج اثر ارقام بر ارتفاع بوته پنبه (شکل ۱-الف)، سه رقم مورد بررسی از نظر آماری در سه گروه مختلف قرار گرفتند. رقم کاشمر با میانگین ۱۰۱/۸ سانتی‌متر از ارتفاع بوته بیشتری برخوردار بود و در گروه اول قرار گرفت. ارقام شایان (ارتفاع متوسط) و گلستان (ارتفاع کوتاه) نیز به ترتیب با میانگین‌های ۹۴/۱ و ۸۳/۶ سانتی‌متر در گروه‌های دوم و سوم قرار گرفتند. در پژوهش جعفرآقایی و جلالی (۲۰۱۴) دو ژنوتیپ زودرس (آکالااس‌جی × ۳۴۹) و (آکالااس‌جی × سیلند) به ترتیب با ارتفاع بوته‌های ۱۱۳ و ۱۲۴ سانتی‌متر برتری معنی‌داری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. در پژوهش وفایی‌تبار و طلعت (۲۰۰۹) نیز بالاترین ارتفاع بوته برای ژنوتیپ‌ها ۱۰۳ سانتی‌متر بود. حمیدی و همکاران (۲۰۱۸) اختلاف ارتفاع بین ژنوتیپ‌های جدید پنبه را به خصوصیات ریخت‌شناختی ارقام نسبت دادند.



شکل ۱: اثر اصلی ارقام (الف) و تنظیم‌کننده‌های رشد (ب) بر ارتفاع بوته پنبه

تنظیم‌کننده‌های رشد تاثیرات متفاوتی بر ارتفاع بوته ارقام گذاشتند، به‌طوری که محلول‌پاشی بنزیل آدنین بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۳/۵ سانتی‌متر) را موجب شد که با محلول‌پاشی براسینواستروئید (۹۹/۱ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت و کاربرد بنزیل آدنین نسبت به شاهد سبب افزایش ۹/۵ درصدی در ارتفاع بوته شد. تیمار سالیسیلیک اسید با شاهد در یک گروه قرار گرفت اما سایکوسل و آبسزیک اسید باعث کاهش معنی‌داری در ارتفاع بوته نسبت به شاهد شدند. کمترین ارتفاع بوته از کاربرد آبسزیک اسید (۸۴/۴ سانتی‌متر) به‌دست آمد که سبب کاهش ۱۸/۵ درصدی در ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد (شکل ۱). بنزیل آدنین طیف وسیعی از واکنش‌ها از قبیل افزایش تقسیم سلولی در اندام‌های هوایی را القا می‌کند (ماچاندا و گارگ، ۲۰۰۸). افزایش ارتفاع بوته تحت تأثیر بنزیل آدنین را می‌توان با تحریک انتقال مواد غذایی به جوانه‌ها از طریق افزایش تقسیم سلولی و یا افزایش ارتباط آوندی بین جوانه‌های جانبی و ساقه اصلی و در نتیجه جذب بیشتر آب و مواد غذایی مرتبط دانست (مروات و همکاران، ۲۰۱۳).

در مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد گل در بوته، تفاوت آماری معنی‌داری بین ارقام وجود نداشت و همه در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۲-الف). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج پژوهش‌های جزی‌زاده و مرتضی‌نژاد (۲۰۱۸) و میرزایی و همکاران (۲۰۱۹) به‌ترتیب در گیاه کاسنی (*Cichorium intybus* L.) و گاوزبان (*Echium amoenum*) اروپایی هم‌خوانی داشت.

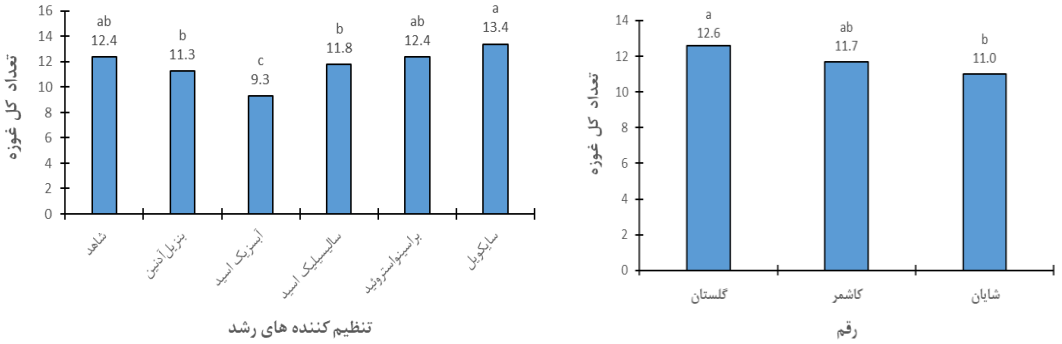


شکل ۲: اثر اصلی ارقام (الف) و تنظیم‌کننده‌های رشد (ب) بر میانگین تعداد گل در بوته پنبه

نتایج مقایسه میانگین تعداد گل در بوته نشان داد که از نظر این صفت اختلافات آماری زیادی بین تنظیم کننده‌های رشد مختلف وجود دارد (شکل ۲-ب). بیشترین تعداد گل به ترتیب با میانگین ۱۲/۰۸ و

۱۲/۰۲ عدد به محلول‌پاشی با سایکوسل و سالیسیلیک اسید اختصاص یافت که سبب افزایش ۴۰ درصدی در تعداد گل نسبت به شاهد شدند. در واقع سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک تنظیم کننده درون‌زا بر گلدهی مؤثر بوده و از طریق افزایش سنتز پروتئین و ظهور باندهای ایزوزایم باعث القا و افزایش تعداد جوانه گل می‌شود (حاجی‌رضا و همکاران، ۲۰۱۳). توحیدی و فلاحی (۲۰۱۶) نیز بیان داشتند که اثرهای محرک سالیسیلیک اسید بر رشد می‌تواند به‌دلایلی مانند افزایش میزان تقسیم در مناطق مریستمی، رشد سلولی و هورمون‌های گیاهی باشد که موجب افزایش رشد می‌شود. کشاورز و مدرس‌ثانوی (۲۰۱۴) گزارش کردند که محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث بهبود رشد رویشی، افزایش تعداد شاخه‌ها و بهبود عملکرد در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) می‌شود. نتایج پژوهش حاضر ضمن تطبیق با نتایج پژوهشگران مذکور، مشخص نمود که از نظر صفت تعداد گل در بوته، سایکوسل نیز به اندازه سالیسیلیک اسید نقش بارزی داشت. تیمار هورمونی براسینواستروئید نیز با افزایش ۲۴/۳ درصدی نسبت به شاهد در گروه دوم قرار گرفت. با وجود اینکه تعداد گل تولید شده در بوته، در همه تیمارهای هورمونی بالاتر از شاهد بود، اما محلول پاشی با آبسزیک اسید و بنزیل آدنین از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند و در گروه سوم قرار گرفتند (شکل ۲-ب).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارقام (شکل ۳-الف)، بیشترین و کمترین تعداد کل غوزه به ترتیب با میانگین ۱۲/۶ و ۱۱ عدد مربوط به ارقام گلستان و شایان بود و رقم کاشمر تعداد غوزه متوسطی داشت. نتایج این پژوهش با نتایج سایر محققین مبنی بر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های پنبه از نظر تعداد غوزه مطابقت داشت (زونتا و همکاران، ۲۰۱۷). محسنیان و همکاران (۲۰۱۶) طی پژوهشی صفات ارتفاع گیاه، تعداد غوزه و درصد کیل الیاف را به نوع گونه نسبت دادند.



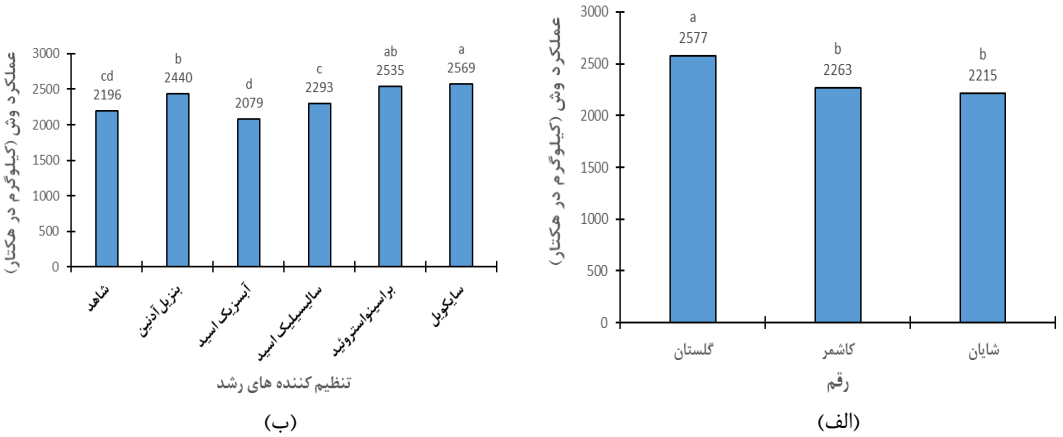
(الف) (ب)

شکل ۳- اثر اصلی ارقام (الف) و تنظیم‌کننده‌های رشد (ب) بر میانگین تعداد غوزه در بوته پنبه

اثر تنظیم کننده‌های رشد نیز متفاوت بود. در بین تنظیم‌کننده‌های رشد، سایکوسل بیشترین تعداد کل غوزه در بوته (۱۳/۴ عدد) را تولید نمود که با تیمارهای شاهد و براسینواستروئید در یک گروه قرار گرفت ولی نسبت به شاهد ۷/۵ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳-ب). نتایج پژوهش‌های سایر محققان نیز نشان دهنده اثر تحریک کنندگی سایکوسل بر تعداد غوزه در پنبه می‌باشد (رائو و همکاران، ۲۰۱۶). کاربرد هورمون‌های سالیسیلیک اسید، بنزیل آدنین و آبسزیک اسید سبب کاهش تعداد غوزه به میزان ۴/۸، ۹ و ۲۵ درصد نسبت به شاهد شد.

بالاترین میزان عملکرد وش به رقم گلستان با میانگین ۲۵۷۷ کیلوگرم در هکتار اختصاص یافت. بین دو رقم دیگر یعنی کاشمر و شایان از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴-الف). ساوان (۲۰۱۷) در مطالعه خود در گیاه پنبه دریافتند که

سایکوسل تعداد غوزه باز، زودرسی و عملکرد دانه را افزایش داد. جعفرآقایی و جلالی (۲۰۱۴) تفاوت عملکرد ارقام را به تفاوت در توانایی آنها در جذب و تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های مختلف نسبت دادند. تحقیقات سانتوش و ویپین در (۲۰۱۹) در گیاه (*Brassica juncea* Coss.) نشان داد غلظت ۰/۲ درصد سایکوسل، سبب کاهش ارتفاع بوته، افزایش وزن خشک ریشه، سطح برگ و در نهایت افزایش عملکرد محصول شد.

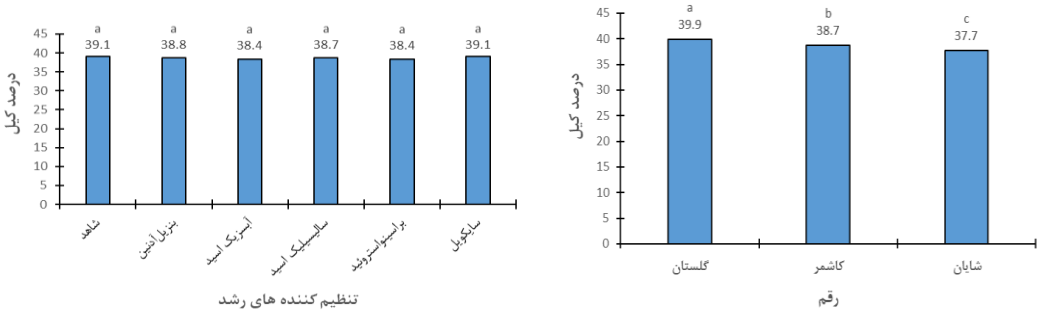


شکل ۴- اثر اصلی ارقام (الف) و تنظیم‌کننده‌های رشد (ب) بر عملکرد کل وش پنبه

نتایج مقایسه میانگین دوساله اثر تنظیم کننده رشد بر عملکرد وش (شکل ۴-ب) نشان داد که بیشترین میزان عملکرد (۲۵۶۹ کیلوگرم در هکتار) از محلول‌پاشی با سایکوسل به‌دست آمد که با تیمار براسینواستروئید (۲۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) تفاوت آماری معنی‌داری نداشت و ۱۴/۵ درصد نسبت به شاهد عملکرد بیشتری داشت. همچنین هورمون بنزیل آدنین با ۲۴۴۰ کیلوگرم در هکتار، در گروه دوم قرار گرفت و عملکرد این تیمار نسبت به شاهد، ۱۰ درصد بیشتر بود. سالیسیلیک اسید گرچه ۴/۲ درصد عملکرد بیشتری نسبت به شاهد نشان داد اما از نظر آماری با شاهد در یک گروه قرار گرفت. اما محلول‌پاشی آبسزیک اسید با میانگین ۲۰۷۹ کیلوگرم در هکتار از کمترین میزان عملکرد وش برخوردار بود و عملکرد را ۵/۳ درصد کاهش داد. دلیل افزایش عملکرد در ارقام تیمار شده با سایکوسل و سالیسیلیک اسید احتمالا ناشی از تأثیر این هورمون‌ها بر تثبیت کربن دی‌اکسید باشد. همچنین اثر مثبت این تنظیم کننده‌های رشد بر بهبود رشد، افزایش سرعت فتوسنتز در برگ‌ها و بهبود محتوای عناصر غذایی در بخش‌های مختلف رویشی و زایشی گیاهان محسوس بوده و به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه شد. نتایج این پژوهش با گزارش‌های کشاورز و مدرس ثانوی (۲۰۱۴) مبنی بر اینکه محلول‌پاشی کلزا با سالیسیلیک اسید و محلول‌پاشی گندم با سایکوسل و سالیسیک اسید موجب افزایش عملکرد شد، هم‌خوانی داشت.

بر اساس نتایج شکل ۵، درصد کیل الیاف پنبه تحت تأثیر رقم قرار گرفت اما اثر تنظیم‌کننده‌های رشد بر درصد کیل الیاف معنی‌دار نبود. در بین ارقام مورد بررسی، گلستان با ۳۹/۹ درصد بیشترین میزان کیل الیاف را داشت و در گروه اول قرار گرفت و ارقام کاشمر و شایان به ترتیب با ۳۸/۷ و ۳۷/۷ درصد در گروه‌های دوم و سوم قرار گرفتند (شکل ۵-الف). کیفیت الیاف در پنبه برای مصارف صنعت نساجی با ارزیابی قابلیت ریسندگی بسیار اهمیت دارد (چی و همکاران، ۲۰۰۵). کیل الیاف پنبه و خصوصیات کیفی آن تحت تاثیر ژنتیک و شرایط محیطی که ژنوتیپ در آن رشد می‌یابد قرار می‌گیرد و در صورت مطلوب بودن شرایط محیطی به حد مطلوب می‌رسد (آلن و آلمن، ۲۰۱۱). خان و همکاران (۲۰۱۰) و آشوکومار (۲۰۱۱) تنوع معنی‌دار کیل الیاف ارقام مورد مطالعه

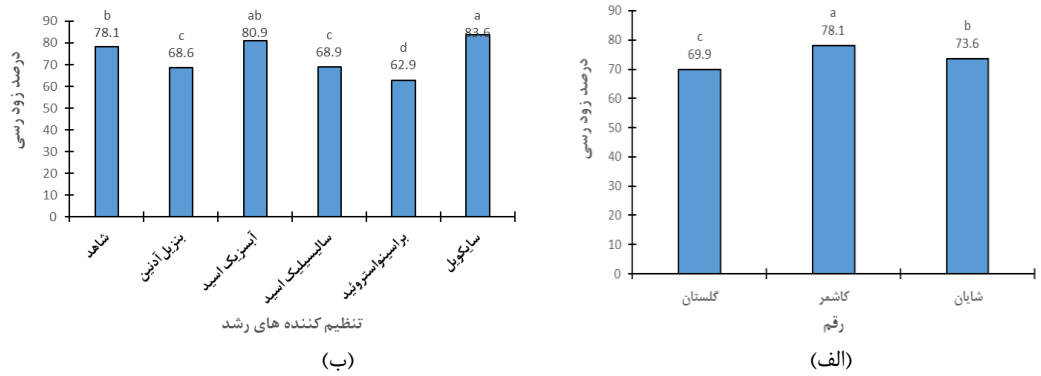
پنبه را بیان داشتند. ویسار و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود دریافتند که ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری را از نظر میزان عملکرد و خصوصیات کیفی الیاف از جمله درصد کیل نشان دادند. صدیقی و همکاران (۲۰۱۱) نیز با مقایسه برخی ارقام امیدبخش پنبه در منطقه گناباد گزارش کردند که ارقام از نظر درصد کیل با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند، به‌طوری که رقم ورامین در مقایسه با دو رقم خرداد و سپید دارای درصد کیل بیشتری بود. در پژوهش دیگری، کمالی (۲۰۱۳) اعلام کرد که بین ارقام مختلف پنبه از نظر درصد کیل اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بنابراین نتایج این پژوهش با پژوهش های دیگر مطابقت دارد و این می‌تواند نشان دهنده وابستگی صفت درصد کیل به ژنوتیپ باشد.



(الف) (ب)

شکل ۵- اثر اصلی ارقام (الف) و تنظیم‌کننده‌های رشد (ب) بر درصد کیل الیاف پنبه

بر اساس نتایج شکل ۵-ب، تنظیم‌کننده‌های رشد مورد بررسی بر درصد کیل الیاف تاثیرگذار نبودند و از این نظر، همه تیمارهای هورمونی در یک گروه قرار گرفتند و با هم اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند و این نتایج باز هم بر تاثیر بیشتر ژنوتیپ نسبت به عوامل خارجی بر روی صفت درصد کیل تاکید می‌کند. نتایج مقایسه میانگین ارقام (شکل ۶-الف) نشان داد که رقم کاشمر با ۷۸/۱ درصد، از زودرسی بالاتری نسبت به بقیه ارقام برخوردار بود و در گروه اول قرار گرفت. زودرسی در رقم شایان ۷۳/۶ بود و در گروه دوم قرار گرفت و گلستان با ۶۹/۹ درصد، دیررس‌ترین رقم در بین ارقام مورد بررسی بود. زودرسی ارقام پنبه امکان کشت دوم را فراهم کرده و خسارات آفات آخر فصل در این ارقام کمتر می باشد (احمد و همکاران، ۲۰۱۰). فغانی و همکاران در (۲۰۱۹) دو رقم زودرس و دیر رس پنبه را از نظر خصوصیات ریختارشناسی و فیزیولوژیکی بذر مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که بذور حاصله از نظر خصوصیات آندوسپرم به واسطه محتوی آنتی اکسیدانی، ترکیبات دیواره پوسته بذر و طول کولئوپتیل با هم تفاوت داشتند. شکیل و همکاران (۲۰۱۱) نیز با مطالعه ۵۱ ژنوتیپ پنبه شاخص زودرسی را در دامنه‌ای از ۳۱/۵ تا ۷۰/۹ درصد گزارش نمودند. در پژوهش دماوندی کمالی و همکاران (۲۰۰۹) که در آن ۸ رقم امیدبخش پنبه و دو رقم شاهد با یکدیگر مقایسه شدند، رقم بایع‌کلا بالاترین مقدار شاخص زودرسی (۸۴/۵ درصد) را در بین ارقام داشت. قاسمی بزدی و نعمتی (۲۰۱۳) در بررسی ۲۵ ژنوتیپ پنبه بیان داشتند که متوسط زودرسی کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۵۶/۵ درصد بود، در حالی که میزان زودرسی رقم تجاری ساحل به‌عنوان شاهد ۴۳/۲ درصد و در مورد زودرس‌ترین ژنوتیپ ۸۲/۲ درصد برآورد گردید و لذا انتظار می‌رود از طریق گزینش ژنوتیپ‌های زودرس بتوان زودرسی پنبه را تا ۲۵ درصد افزایش داد.



(الف) (ب)

شکل ۶ : اثر اصلی ارقام (الف) و تنظیم‌کننده‌های رشد (ب) بر درصد زودرسی ارقام پنبه

مقایسه میانگین دوساله اثر تنظیم کننده‌های رشد بر میزان زودرسی ارقام (شکل ۶-ب) نشان داد که بیشترین میزان زودرسی (۸۳/۶ درصد) مربوط به محلول‌پاشی سایکوسل بود که نسبت به کمترین میزان آن در تیمار براسینواستروئید (۶۲/۹ درصد) به‌میزان ۲۰/۷ درصد بیشتر بود. زکریا و ساوان (۲۰۱۶) در بررسی اثر سایکویل بر درصد زودرسی پنبه گزارش کردند که محلول‌پاشی سایکوسل باعث افزایش درصد این پارامتر گردید که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. همچنین محلول‌پاشی با آبسزیک اسید، اختلاف آماری معنی‌داری از نظر این صفت با شاهد نشان نداد ولی بنزیل آدنین، سالیسیلیک اسید و براسینواستروئید در گروه آخر قرار گرفتند و میزان زودرسی ارقام را نسبت به شاهد کاهش دادند (شکل ۶-ب).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش حاکی از آن است که رقم و محلول‌پاشی با تنظیم کننده‌های رشد به‌طور معنی‌داری عملکرد و برخی پارامترهای مورفولوژیکی و کیفی الیاف پنبه را تحت تأثیر قرار دادند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اکثر صفات تحت تاثیر رقم و تنظیم کننده‌های رشد قرار گرفتند.

رقم گلستان از بیشترین تعداد کل غوزه، بالاترین میزان عملکرد وش و بیشترین میزان کیل الیاف و رقم کاشمر از بالاترین ارتفاع بوته و بیشترین درصد زودرسی برخوردار بودند ولی از نظر تعداد گل در بوته، تفاوت آماری معنی‌داری بین ارقام وجود نداشت. همچنین کوتاه‌ترین ارتفاع بوته و کمترین درصد زودرسی مربوط به رقم گلستان و کمترین تعداد غوزه مربوط به رقم شایان بود. درصد کیل الیاف پنبه تحت تأثیر رقم قرار گرفت اما اثر تنظیم‌کننده‌های رشد بر درصد کیل الیاف معنی‌دار نبود و این مسئله می‌تواند نشان دهنده وابستگی صفت درصد کیل به ژنوتیپ باشد.

تنظیم‌کننده‌های رشد تاثیرات متفاوتی بر ارتفاع بوته ارقام گذاشتند، به‌طوری که محلول‌پاشی بنزیل آدنین و براسینواستروئید بیشترین ارتفاع بوته را موجب شدند. تیمار سالیسیلیک اسید با شاهد در یک گروه قرار گرفت اما سایکوسل و آبسزیک اسید باعث کاهش معنی‌داری در ارتفاع بوته نسبت به شاهد شدند. کاربرد بنزیل آدنین سبب افزایش ۹/۵ درصدی و آبسزیک اسید سبب کاهش ۱۸/۵ درصدی در ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد.

با وجود اینکه تعداد گل تولید شده در بوته، در همه تیمارهای هورمونی بالاتر از شاهد بود، اما بیشترین تعداد گل به محلول‌پاشی با سایکوسل و سالیسیلیک اسید اختصاص یافت که سبب افزایش ۴۰ درصدی در تعداد گل نسبت به شاهد شدند. بنابراین از نظر این صفت، سایکوسل نیز به اندازه سالیسیلیک اسید نقش بارزی داشت. سایکوسل تعداد کل غوزه را نسبت به شاهد ۷/۵ درصد افزایش داد ولی هورمون‌های سالیسیلیک اسید، بنزیل آدنین و آبسزیک اسید به ترتیب سبب کاهش تعداد غوزه به میزان ۴/۸، ۹ و ۲۵ درصد نسبت به شاهد شدند.

بیشترین میزان عملکرد وش از محلول‌پاشی با سایکوسل به‌دست آمد و تیمارهای براسینواستروئید و بنزیل آدنین نیز عملکرد بیشتری نسبت به شاهد داشتند. اما محلول‌پاشی آبسزیک اسید از کمترین میزان عملکرد وش برخوردار بود و عملکرد را ۵/۳ درصد کاهش داد. بیشترین میزان زودرسی مربوط به محلول‌پاشی سایکوسل و کمترین آن مربوط به تیمار براسینواستروئید بود. محلول‌پاشی با آبسزیک اسید، اختلاف آماری معنی‌داری از نظر این صفت با شاهد نشان نداد ولی مواد تنظیم کننده رشد بنزیل آدنین، سالیسیلیک اسید و براسینواستروئید میزان زودرسی ارقام را نسبت به شاهد کاهش دادند. بنابراین محلول‌پاشی با تنظیم کننده‌های رشد به‌خصوص سایکوسل باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد و صفات مورفولوژیکی ارقام پنبه شد.

سپاسگزاری

از تمامی همکاران، اعضای هیات علمی و کارشناسان محترم موسسه تحقیقات پنبه ایران و ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد گرگان که امکان انجام هرچه بهتر آزمایش را عملی نمودند و کارشناسان عزیزی که در مراحل مختلف کارهای مزرعه‌ای و آزمایشگاهی کمک نمودند سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع

1. Abdolkhani, S. and Shokohfar, A.R. 2016. The effect of seed densities and chlormequat chloride (CCC) concentrations on yield and yield components of Jonub barley cultivar. Journal of Crop Production Research, 7(4): 309-319. In Persian.
2. Agustina, B.V., Cesar, P., Antonio, H.J. and Pedro, D.V. 2017. The effect of abiotic stress on the salicylic acid biosynthetic pathway from mandelonitrile in peach. The Preprint Server for Biology. In Press.
3. Ahmad, A.S., Farrukh, S.M., Longchong, W., Lan-lan, X., Qasim,S.M. and Shafaqat, A. 2010. Growth, lint yield and earliness index of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars under varying row spacing. Cotton science, 2(6): 611-616.
4. Allen, R.D. and Aleman. L. 2011. Abiotic stress and cotton fiber development. In: Oosterhuis D.M.(ed.) Stress physiology in cotton. Number Seven the Cotton Foundation Reference Book Series, The Cotton Foundation Cordova, Tennessee, U.S.A, 150-160 pp.
5. Ashokkumar, K. 2011. Morphological Diversity and *per se* Performance in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Journal of Agricultural Science, 3(2): 107-113.
6. Ashraf, M., Azhar, N. and. Hussain, M. 2008. Indole acetic acid induced change ingrawth, relative water contents and gas exchange attribute of barley (*Hordeum vulgare* L.) grown under water stress condation. Journal of Plant Growth Regulation, 50: 85-90.
7. Basuchaudhuri, P. 2016. Influences of plant growth regulators on yield of soybean. Indian Journal of Plant Sciences, 5(4): 2319-3824.
8. Bajguz, A. and Hayat, S. 2009. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. Plant Physiology and Biochemistry, 47: 1-8.
9. Chee, P., Draye, X., Jiang, C.X., Decanini, L., Delmonte, T., Bredhauer, R., Smith C.W. and Paterson, A.H. 2005. Genetic analysis for fiber quality traits of cotton genotypes and Gossypium barbadenseby a backcross-self approach: I. Fiber elongation. Theoretical and Applied Genetics, 111: 757-763.
10. Damavandi Kamali, S., Alishah, E. and Jelodar, N.B. 2009. Investigate the interaction of genotype and environment and sustainability performance of cotton varieties by parametric and non-parametric method of single-variable. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 48: 41-50. In Persian.
11. De Smet, I., Signora, L., Beeckman, T., Inze, D., Foyer, C.H. and Zhang, H. 2003. An abscisic acid- sensitive checkpoint in lateral root development of Arabidopsis. The Plant Journal, 33: 543-555.
12. Emam, Y. and Moayed, G.R. 2000. Effect of planting density and chlormequat chloride on

morphological and physiological characteristics of winter Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivar "Valfajr". Journal of Agricultural and Sciences and Technology, 2: 75-83.
13. Faghani, E., Kolahi, M., Sohrabi, B., Goldson-Barnaby, A 2019. Anatomic Features and Antioxidant Activity of Cotton Seed *(Gossypium hirsutum* L.) Genotypes Under Different Irrigation Regimes. Journal of Plant Growth Regulation. 38: 883–896. https://doi.org/10.1007/s00344-018-9899-3.
14. Ghasemi Bezdi, K. and Nemati, M., 2013. Evaluation of some morphological characteristics of cotton genotypes for earliness selection. Iranian Journal of Cotton Researches. 1(1): 79-91. In Persian.
15. Gollagi, S.G., Hiremath, S.M. and Chetti, M.B. 2009. Effects of growth regulator and nutrients on growth parameters and yield in chilli (*Capsicum annum* L.) cv. Byadagi Kaddi. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(1): 123-125.
16. Haghshenas, J. and Eskandari, M. 2011. Effect of 28-Homobrasinolide on the growth parameters and yield of essential oil of medicinal plant *Anethum graveolens*. Plant Ecophysiology, 3(9): 29-41. In Persian.
17. Haji Reza, M., Hadi, A., Zainanloo, A., Mirzapour, M. And Naien, M. 2013. The effect of different levels of citric acid and salicylic acid on pre-harvest stage on shelf life of rose (*Rosa hybrid* L.). Science and techniques of greenhouse cultivation. 16(4): 108-99. In Persian.
18. Hamidi, A., Ghasemi Bezdi K, and Jafari Y. 2018. Evaluation of Morphological Characteristics of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) New Genotypes in Golestan Province. Journal of Crop Breeding, 10(27): 66-74. In Persian.
19. Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. Environmental and experimental botany, 68(1): 14-25.
20. Hazrati, C. and Tahmasbi, Z. 2013. Effect of different levels of nitrogen and foliar hormone benzyladenine (BA) on the growth and production plant offshoots (*Aloe vera* L.). Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 28(2): 210-223. In Persian.
21. Jafar Aghaei, M. And Jalali, A.H. 2014. Evaluation of yield and yield components of some early cotton genotypes in Golpayegan region. Journal of Crop Production and Processing, 5 (17): 359-367. In Persian.
22. Jazizadeh, A. and Mortezainejad, F. 2018. Effect of drought stress on physiological and morphological indices of chicory in green space. Plant Process and Function, 66(21): 279-190. In Persian.
23. Kamali, A. 2013. Effect of drought stress on yield and yield components of cotton using biplot analysis. M.Sc. Thesis, Zabol University, Zabol, Iran. 132 pp. In Persian.
24. Keshavarz, H. and Modares Sanavi, M. 2014. Effect of salicylic acid on chlorophyll, some growth characteristics and yield of two rapeseed cultivars. Journal of Crop Production, 7(4): 178-161. In Persian.
25. Khalequzzaman, Ullah, H., Himanshu, S. K. 2024. Exogenous Silicon and Salicylic Acid Applications Enhance Growth, Yield, and Physiological Traits of Cotton Plants under Drought Stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 24: 5947–5960. https://doi.org/10.1007/s42729-024-01952-1
26. Khan, A.I., Awan, F.S., Sadia, B., Rana R.M. and Khan., I.A. 2010. Genetic diversity studies among coloured cotton genotypes by using RAPD markers. Pakistan Journal of Botany, 42(1): 71-77.
27. Khan, A., Pan, X., Najeeb, U. 2018. Coping with drought: stress and adaptive mechanisms, and management through cultural and molecular alternatives in cotton as vital constituents for plant stress resilience and fitness. Biological Research. 51: 47. https://doi.org/10.1186/s40659-018-0198-z
28. Lukaszewska, A., Monika, P. and Karol, C.H. 2008. Effect of drought and benzyl adenine on scarlet salvia (Salvia splendens Sello) and geranium (*Pelargonium hortorum* L.). Annals of Warsaw University of Life Sciences–SGGW, 29: 45–52.
29. Machanda, G. and Garg, N. 2008. Salinity and its effects on the functional biology

oflegumes. Agricultural Plant Physiology, 30: 595-618.
30. McCary, J.C., Jenkins, J.N. and Wu, J. 2004. Primitive Accession Derived Germplasm by Cultivar Crosses as Sources for Cotton Improvement: I. Phenotypic Values and Variance Components. Crop Science, 44:12226-1230.
31. Mervat, Sh., Mona, S., Bakry, G.D. and El-Karamany, M.F. 2013. Synergistic effect of indole acetic acid and kinetin on performance, somebiochemical constituents and yield of faba bean plant grown under newly reclaimedsandy soil. World Journal of Agricultural Sciences, 9(4): 335-344.
32. Mirzaei, M.M., Ghorbani, P., Roozbahani, A. And Qadri, A. 2019. Effect of drought stress, chemical and biological fertilizers on yield and essential oil of borage (*Borago officinalis* L.). Journal of Plant Ecophysiology, 11(36): 77-67. In Persian.
33. Mohsenian S.N., Ghasemi Bezdi K. and Dadashi M.R. 2016. The evaluation of correlation between morphological characteristics in different cultivars of two tetraploid cotton species. Iranian Journal of Cotton Researches. 4(2): 45-62. In Persian.
34. Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y. and Ashraf, M. 2014. Impact of cycocel on seed germination and growth in some commercial crops under osmotic stress conditions. Archives of Agronomy and Soil Science, 60(9): 1277-1289.
35. Pociecha, E., Dziurka, M., Oklestkova, J. and Janeczko, A. 2016. Brassinosteroids increase winter survival of winter rye (*Secale cereale* L.) by affecting photosynthetic capacity and carbohydrate metabolism during the cold acclimation process. Plant Growth Regulation, 80(2): 127-135.
36. Ramesh, R. and Ramprasad, E. 2013. Effect of plant growth regulators on morphological, physiological and biochemical parameters of soybean (*Glycine max* l. Merrill). Helix, 6: 441-447.
37. Rao, S.S., Tanwar, S.P.S. and Regar, P.L. 2016. Effect of deficit irrigation, phosphorous inoculation and cycocel spray on root growth, seed cotton yield and water productivity of drip irrigated cotton in arid environment. Agricultural Water Management, 169: 14-25.
38. Rawia, A.E., Khalifa, K.H. and Shaaban, S.H.A. 2010. Effect of foliar application of zinc and benzyl adenine on growth, yield and chemical constituents of tuberose plants. Research Journal of Agricultural and Biological Science, 6(6): 732-743.
39. Santosh Kumari and Vipin Kumar Verma 2019. Cycocel Induced Lignin Deposition in Cotton Cells and its Role in Crop Growth. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. 8(03): 1567-1573. doi: https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.181
40. Sawan. Zakaria M 2017. Plant Density; Plant Growth Retardants: Its Direct and Residual Effects On Cotton Yield and Fiber Properties. Int J Environ Sci Nat Res. 5(#): 63-65.
41. Sainio, P.P., Rajala, A., Simmons, S., Caspers, R. and Stutman, D.D. 2003. Plant growth regulator and daylenght effects on preanthesis main shoot and tiller growth in conventional and dwarf Oat. Crop Science, 43: 227-233.
42. Silva, J. M, da Silva Júnior, G. B, Bonifácio, A, Dutra, A. F, de Mello, P. R, de Alcântara, N. F. 2023. Exogenous salicylic acid alleviates water stress in watermelon plants. Ann Appl Biol 182:121–130. https://doi.org/10.1111/aab.12802
43. Schmulling, T. 2002. New insights into the functions of cytokinins in plant development. Journal of Plant Growth Regulation, 21: 40-49.
44. Sedighi, A., Siroumsmehr, A., Ramezani Moghaddam, M.R., Asgharipour, M.R. and Ismaili, Y. 2011. Performance evaluation and quality of cotton cultivars at different planting dates in two ship systems. Journal of Plant Science Research, 24 (6): 36-26. In Persian.
45. Shakeel, A., Farooq, J., Amjad, M., Riaz, A.F., Saeed, A. and Saleem, F. 2011. Inheritance pattern of earliness in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Australian Journal of Crop Science, 5:1224-1231.
46. Swamy, K., Rao, N.S. and Ram, S. 2010. Effect of brassinosteroids on rooting and early vegetative growth of Coleus [*Plectranthus forskohlii* (Willd.) Briq.] stem cuttings. Indian Journal of Natural Products and Resources, 1(1): 68-73.
47. Tang, J., Han, Z. and Chai, J. 2016. Q &A: what are brassinosteroids and how do they act in

plants BMC Biology, 14(1): 1-5.
48. Tarigh-Al Eslami, M., Kafi, M. and Zarghami, R. 2016. Effect of chilling and drought stress in response to salicylic acid on selection criteria and grain yield of maize (*Zea mays* L.). Iranian Journal of Plant Physiology 8 (31): 5-20. In Persian.
49. Towhidi, M. and Fallahi, R. 2016. Evaluation of yield and yield components of maize by foliar application of salicylic acid. Journal of Crop Ecophysiology, 10(3): 645-656.
50. Vafaeitabar, T. and Talat, F. 2009. Quantitative and qualitative traits of some promising cotton cultivar in Varamin region. Journal of Agricultural Science, 5: 245-256. In Persian.
51. Veesar, N.F., Baloch, M.J., Kumbher, M.B. and Chachar, Q.D. 2018. Field Screening of Cotton Genotypes for Drought Tolerance on the Basis of Yield and Fibre Traits. Sindh University Research Journal, 50: 45-52.
52. Wang, L.J., Fan, L., Loescher, W., Duan, W., Guo-Jie, L., Jian-Shan, C., Hai, L. and Li, S. 2010. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under heat stress and accelerates recovery in grapevine leaves. BMC Plant Biology, 10: 34-41.
53. Wegier, A., Alavez, V. and Piñero, D. 2016. Cotton: Traditional and Modern Uses. Ethnobotany of Mexico: Springer; p. 439–456.
54. Zakaria, M. and Sawanm, D. 2016. Plant density; plant growth retardants: Its direct and residual effects on cotton yield and fiber properties. Sawan, Cogent Biology, 2: 1-12.
55. Zamaninejad, M., Khavari Khorasani, S., Jami Moeini, M. and Heidarian, A. 2013. Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) under drought conditions. European Journal of Experimental Biology 3(2): 153-161.
56. Zonta, J.H., Brandão, Z.N., Rodrigues, J.I.D.S. and Sofiatti, V. 2017. Cotton response to water deficits at different growth stages. Revista Caatinga, 30(4): 980-990.