



Evaluation of Yield of Cotton (*Gossypium hirsutum*) Cultivars in Ultra Narrow Row (UNR) Spacing at Two Planting Dates

Ali Naderi Arefi 

Corresponding Author, Cotton And Fiber Crop Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Varamin, Iran. E-mail: a.arefi@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: January 25, 2022
Received in revised form:
June 27, 2022
Accepted: October 01, 2022
Published online: April 16, 2023

Keywords:

Boll,
density,
plant height,
reproductive growth,
vegetative growth.

ABSTRACT

In order to investigate the effects of reduced row spacing from usual 75 cm to 25 cm (UNR), an experiment has been conducted in two locations: Davarabad agricultural research station (Semnan Province) and Varamin Central Agricultural Research Station. The experimental design is RCBD laid out in split plots with three replications. The main plots are the planting dates (May 22 and Jun 5, 2020) and five cultivars, i.e. Khorshid, Kashmar, Sajedi, Hekmat, and Khordad serve as the sub plots. The results show that location effect on vegetative and reproductive attributes has been significant. UNR boosts the yield in Aradan, but in Varamin region, this planting method, not only has failed to increase the yield, but has reduced it significantly. This is due to reducing the boll number as a result of rank growth of plants in UNR system. Reduction of row spaces from 75 to 25 cm enhances the number of monopodials, sympodials, and plant height. In Varamin, plant height of all cultivars are higher than 119 cm. the highest yield in this region obtained from Khordad as Control (3886 kg seed ha⁻¹). The highest yield in Aradan, obtained from Khorshid (5702.5 kg seed ha⁻¹) in UNR system. This shows that the UNR planting of zero type varieties is more adaptable for Garmsar condition than that of Varamin.

Cite this article: Naderi Arefi, A. (2023). Evaluation of Yield of cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars in ultra narrow row (UNR) spacing at two planting dates. *Journal of Crops Improvement*, 25 (1), 95-109.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.337965.2668>



© The Authors.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.337965.2668>

Publisher: University of Tehran Press.



پاسخ عملکرد رقم‌های مختلف پنبه (*Gossypium hirsutum*) به کشت در ردیف‌های بسیار باریک در دو تاریخ کاشت

علی نادری عارفی ✉

نویسنده مسئول، بخش تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران. رایانامه: a.arefi@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷

کلیدواژه‌ها:

ارتفاع بوته،

تراکم،

رشد رویشی،

رشد زایشی،

غوزه.

به منظور بررسی تأثیر کاهش فاصله ردیف از ۷۵ سانتی‌متر رایج به ۲۵ سانتی‌متر و کشت در ردیف‌های بسیار باریک (Ultra Narrow Row; UNR) در سال ۱۳۹۸ آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو مکان آرادان (استان سمنان) و مرکز تحقیقات کشاورزی استان تهران در ورامین انجام شد. کرت اصلی عبارت بود از تاریخ کشت (۱ خردادماه و ۱۵ خردادماه) و کرت‌های فرعی به رقم‌های تیپ بسته پنبه شامل خورشید، کاشمر، ساجدی، حکمت و شاهد خردادماه اختصاص یافت. نتایج نشان داد که اثر مکان بر صفات رویشی و زایشی کاملاً معنی‌دار شد. کشت در ردیف‌های بسیار باریک در آرادان منجر به افزایش عملکرد شد، اما در ورامین، نه تنها عملکرد افزایش نیافت، بلکه به علت رشد رویشی بی‌رویه و کاهش تعداد غوزه، عملکرد به شدت کاهش یافت. کاهش فاصله ردیف منجر به افزایش تعداد شاخه رویا، زایا و ارتفاع بوته شد. در ورامین ارتفاع بوته همه رقم‌ها بیش از ۱۱۹ سانتی‌متر شد. بالاترین عملکرد در این منطقه از کشت معمول رقم شاهد خردادماه به دست آمد (۳۸۸۶ کیلوگرم در هکتار) که بیان‌گر برتری روش معمول نسبت به کاشت در ردیف‌های بسیار باریک است. در آرادان، بیش‌ترین عملکرد از رقم خورشید به میزان ۵۷۰۲/۵ کیلوگرم در هکتار در ردیف‌های باریک حاصل شد و پس از آن رقم‌های کاشمر، ساجدی و حکمت قرار داشتند. این نتایج نشان می‌دهد که کشت رقم‌های تیپ بسته، در ردیف‌های باریک سازگاری بیش‌تری با شرایط آرادان (استان سمنان) نسبت به ورامین دارد.

استناد: نادری عارفی، ع (۱۴۰۲). پاسخ عملکرد رقم‌های مختلف پنبه (*Gossypium hirsutum*) به کشت در ردیف‌های بسیار باریک در دو تاریخ کاشت.

به زراعی کشاورزی، ۲۵ (۱)، ۹۵-۱۰۹. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.337965.2668>



۱. مقدمه

پنبه گیاهی رشد نامحدود است که پس از شروع رشد زایشی، رشد رویشی و زایشی آن به‌طور هم‌زمان ادامه می‌یابد، هر عاملی که باعث کاهش اندام‌های زایشی شود، می‌تواند باعث غلبه رشد رویشی و کاهش تشکیل یا نمو اندام‌های زایشی شود (Stewart, 2009). از سوی دیگر، افزایش تراکم بوته ممکن است عملکرد تک‌بوته را کاهش دهد، اما می‌تواند تعداد غوزه در مترمربع را افزایش دهد که بیش‌ترین همبستگی را با عملکرد دارد (Smith & Hamel, 2012). تراکم معمول ارقام رایج حدود شش تا هشت بوته در مترمربع می‌باشد (Hamidi *et al.*, 2014). در چنین تراکم‌هایی تعداد شاخه‌های رویشی که غوزه‌های کم‌تری دارند، افزایش می‌یابد (Naderi Arefi & Hamidi, 2014). برعکس در تراکم‌های بالا مسیرهای نموی به سمت تشکیل زودتر اندام‌های زایشی و کاهش رشد رویشی تمایل پیدا می‌کند (Jones *et al.*, 2012). گزارش شده است که تراکم بالای گیاهی یکی از عوامل مهم کاهش تعداد شاخه‌های رویشی پنبه می‌باشد که معمولاً غوزه‌های دارای الیاف با کیفیت پایین روی این شاخه‌ها تشکیل می‌شوند (Li *et al.*, 2019).

ویژگی‌های فنولوژیکی و مورفولوژیکی بوته در اثر تغییر تراکم و آرایش کاشت تغییرات زیادی نشان داده است، به‌طوری‌که بالاترین شاخص سطح برگ (۳/۴۳) از بیش‌ترین تراکم بوته به‌دست آمد، هم‌چنین، زودترین تاریخ شروع گل‌دهی (۴۹ روز پس از کاشت)، تاریخ بازشدن غوزه (۱۱۷ روز) و چین اول برداشت (۱۳۰ روز) در تراکمی دو برابر تراکم معمول حاصل شد. به‌طور کلی تراکم بالا باعث تسریع فرایندهای مختلف فنولوژیکی شد، اما فرایندهای مورفولوژیکی شامل طول شاخه، ارتفاع بوته و وزن خشک کل بوته را کاهش داد (Kumar *et al.*, 2017a). انتظار می‌رود که چنین اثرات تراکم بالا در افزایش عملکرد و یکنواختی رسیدگی هم مؤثر باشد. در این رابطه گزارش شده است که کشت در ردیف‌های بسیار باریک منجر به افزایش تعداد غوزه در واحد سطح، عملکرد و هم‌رسی در زراعت پنبه هند شده است (Kumar *et al.*, 2020).

Mounian Ardestani *et al.* (2018) با بررسی پاسخ رقم‌های ساحل، سپید و گلستان به فواصل کشت مختلف گزارش کردند که با کاهش فاصله ردیف از ۸۰ به ۲۰ سانتی‌متر تعداد و طول شاخه‌های زایشی و رویشی کاهش یافت، اما شاخص سطح برگ، ماده خشک تولید شده در واحد سطح و ارتفاع تشکیل غوزه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با مقایسه پاسخ چهار ژنوتیپ پنبه به فاصله ردیف بسیار باریک (۳۰ سانتی‌متر) و عرف منطقه (۷۶ سانتی‌متر) مشخص شد پاسخ بوته‌هایی که در ردیف‌های بسیار باریک کشت شده بودند، عملکرد و ش، بذر و الیاف بالاتری داشتند که ناشی از افزایش تعداد بوته در واحد سطح بود (Nawaz *et al.*, 2021).

Baumhardt *et al.* (2018) اثرات کاهش فاصله ردیف از ۷۵ به ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف از ۷/۵ تا ۱۵ سانتی‌متر را در یک تناوب پنج‌ساله گندم- پنبه دیم در شرایط اوگالالای تگزاس بررسی کردند. با افزایش تراکم و کاهش فاصله ردیف، تعداد غوزه چین اول در واحد سطح و ارتفاع بوته به میزان قابل‌توجهی افزایش یافت، با این‌حال، به‌علت کاهش کیفیت و عدم افزایش عملکرد الیاف در شرایط محدودیت دمایی و کشت دیم منطقه، آن‌ها کاهش فاصله ردیف را گزینه مناسبی برای افزایش تراکم و عملکرد توصیه نکردند.

گزارش شده است که ردیف‌های باریک و بسیار باریک باعث ایجاد تراکم‌های بالایی می‌شود که در صورت تأمین نیاز آبی در این تراکم‌های بالا، عملکرد افزایش خواهد یافت. در شرایط تنش خشکی ارتفاع بوته و عملکرد در چنین تراکم‌هایی کاهش خواهد یافت (Gwathmey, 2010; Boquet, 2005). کشت در ردیف‌های باریک باعث کاهش قابل‌توجه علف‌های هرز نیز می‌شود (Sardana *et al.*, 2017). تراکم و الگوی کشت گیاهی ساختار سایه‌انداز بوته‌ها را تغییر می‌دهد و بر توان رقابت آن‌ها با علف‌های هرز تأثیر می‌گذارد. سایه‌اندازی باعث کاهش رشد و جوانه‌زنی علف‌های

هرز می‌شود. با افزایش تراکم بوته و شکل‌گیری سریع‌تر سایه‌انداز پنبه، سبز کردن، رشد و نمو، ماده خشک و در نتیجه تولید بذر علف‌های هرز کاهش خواهد یافت (Kumar *et al.*, 2017b). در تلفیق روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با تغییر فاصله ردیف در شرایط گرم و نیمه خشک تگزاس، Bordovsky *et al.* (2016) طی پژوهشی چهار ساله دریافتند که با کاهش فواصل ردیف از ۷۶ به ۱۰۲ سانتی‌متر عملکرد ایلف و کارایی مصرف آب افزایش یافت. همچنین، گزارش شده است که با افزایش تراکم علاوه بر افزایش کارایی استفاده از کودهای شیمیایی، عملکرد هم افزایش پیدا می‌کند (Khargharate *et al.*, 2017). یکی از نگرانی‌ها در مورد کشت در ردیف‌های بسیار باریک احتمال افزایش جمعیت آفات، ناشی از تراکم بالا و ایجاد مکان امن برای فعالیت حشرات می‌باشد. در این رابطه، Mahalakshmi & Prasad (2018) با بررسی تأثیر تراکم‌های زیاد بر جمعیت آفات پنبه گزارش کردند که با نزدیک‌شدن فواصل ردیف و افزایش تراکم بوته در واحد سطح، جمعیت آفات مکنده به‌ویژه تریپس و زنجبرک اندکی افزایش می‌یابد، اما گسترش کرم غوزه تغییر معنی‌داری نشان نداد. براساس نتایج آن‌ها تغییرات جمعیت آفات در دو تراکم معمول و بسیار زیاد، از نظر آماری معنی‌دار نبود.

Hiyat *et al.* (2020) با تلفیق دو مدیریت کاربرد تنظیم‌کننده رشد و تغییر فاصله ردیف بر عملکرد پنبه نتیجه گرفتند که فاصله ردیف ۷۶ سانتی‌متر و عدم مصرف تنظیم‌کننده رشد منجر به افزایش عملکرد در مقایسه با فاصله ردیف‌های بسیار باریک و کاربرد مپیکوات کلراید به میزان ۰/۶۲ لیتر در هکتار می‌شود. با این حال، که کاهش فاصله ردیف در صورت تنظیم دقیق با مدیریت‌های دیگر، می‌تواند در افزایش تولید پنبه مؤثر باشد. با بررسی پاسخ بوته‌های پنبه به سطوح مختلف نیتروژن در فاصله ردیف‌های مختلف، مشخص شد که در صورت کشت در ردیف‌های ۳۳ سانتی‌متری و مصرف ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، بیش‌ترین عملکرد وش حاصل خواهد شد (Liaquat *et al.*, 2018).

با بررسی فواصل کشت مختلف در خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی مشخص شد که در خاک‌ورزی حفاظتی فاصله ردیف‌های ۲۲/۵ سانتی‌متر دارای بیش‌ترین وزن غوزه، عملکرد، زودرسی و کیفیت ایلف بودند (Khan *et al.*, 2105). همچنین، با افزایش تراکم از ۷/۵ به ۱۰/۵ بوته در مترمربع در تاریخ کشت‌های مختلف، مشخص شد که در تاریخ کشت دیرتر، دوره رشد پنبه به‌علت تراکم بالا، افزایش یافت و در مقایسه با کشت‌های زودتر، عملکرد وش ۲۹ درصد و عملکرد ایلف ۲۶ درصد افزایش نشان داد، اما برای تاریخ کاشت‌های به موقع، تراکم متوسط برتری داشت که علت این برتری عملکرد، افزایش زیست‌توده اندام‌های زایشی در مقایسه با سایر اندام‌ها عنوان شده است (Khan *et al.*, 2017).

یکی از چالش‌های تولید پنبه در کشور، مشکلات برداشت می‌باشد. برای برداشت مکانیکی پنبه، بوته‌های دارای تیپ رشدی بسته مناسب‌ترند (Wang *et al.*, 2016). با تأخیر در کاشت محل اولین شاخه گل‌دهنده به قسمت‌های بالاتر بوته منتقل می‌شود. از نظر برداشت مکانیکی، تراکم بالاتر (۱۲/۳) در مقایسه با ۶/۶ و ۸/۹ بوته در مترمربع مناسب‌تر است. همچنین، کشت اندکی دیرتر از تاریخ کشت معمول منجر به بهبود هم‌رسی می‌شود. در تراکم نه بوته در مترمربع، ارتفاع تا اولین شاخه بارده ۲/۵ سانتی‌متر افزایش یافت. همچنین، عملکرد در این تراکم نسبت به تراکم‌های دیگر کاهش نشان نداد (Wang *et al.*, 2016). با توجه به اهمیت تاریخ کاشت در پاسخ رقم‌ها به کاهش فاصله ردیف، در این پژوهش تغییرات ویژگی‌های رویشی و عملکردی پنج رقم تجاری پنبه به فاصله ردیف‌های بسیار باریک (۲۵ سانتی‌متر) در دو تاریخ کشت تأخیری (اول و ۱۵ خردادماه) موردبررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۸ آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو مکان شامل ایستگاه تحقیقات کشاورزی داورآباد آرادان در استان سمنان و ایستگاه مرکزی مرکز تحقیقات و

آموزش کشاورزی استان تهران در ورامین انجام شد. کرت اصلی عبارت بود از دو تاریخ کشت تأخیری (۱ خردادماه و ۱۵ خردادماه) و کرت‌های فرعی به رقم‌های تیپ بسته پنبه شامل خورشید، کاشمر، ساجدی، حکمت و رقم شاهد خردادماه در ردیف معمول ۷۵ سانتی‌متر اختصاص داده شد. رقم خورشید از تلاقی رقم ورامین با یک رقم خارجی به‌دست آمده است که زودرس و دارای تیپ بسته می‌باشد. طول دوره رشد آن ۱۲۰ تا ۱۴۰ روز و میانگین ارتفاع بوته آن ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر است که برای کشت دوم و تأخیری مناسب است. رقم ساجدی حاصل سلکسیون از یک رقم با منشأ پاکستان است که کارهای اصلاحی روی آن از سال ۱۳۶۴ آغاز شد. مانند رقم خورشید از ارقام تیپ بسته می‌باشد به همین خاطر برای برداشت مکانیزه مناسب است. زمان تا رسیدگی این رقم ۱۱۵ تا ۱۳۰ روز می‌باشد. عملکرد بالایی دارد و نسبت به بیماری پژمردگی ورتیسلیومی مقاوم است. رقم کاشمر حاصل تلاقی یک رقم خارجی با رقم ساحل است که تیپ صفر و متوسط‌رس می‌باشد. طول دوره رشد آن ۱۵۰ تا ۱۵۵ روز و ارتفاع بوته ۱۳۰ تا ۱۴۵ سانتی‌متر می‌باشد، نسبتاً متحمل به ورتیسلیوم و از نظر ویژگی‌های تکنولوژی الیاف مشابه ساحل یا برتر از آن است. مانند خورشید و ساجدی برای کشت در تراکم بالا مناسب است، اما برای کشت تأخیری توصیه نمی‌شود. رقم حکمت حاصل دورگ‌گیری ساده بین رقم B557 و یک رقم تاجیکی است به همین خاطر دارای تیپ بسته و مناسب برداشت مکانیزه می‌باشد. متحمل به بیماری پژمردگی ورتیسلیومی و فوزاریومی بوده و رقمی زودرس است که دوره رشد آن بین ۱۲۰ تا ۱۳۰ روز می‌باشد. در کشت متراکم توان تولید عملکرد آن حدود ۷ تن می‌باشد. رقم خردادماه در سال ۱۳۶۶ از یونان وارد شد و تا سال ۱۳۷۸ سلکسیون روی آن انجام شد تا رقمی متوسط‌رس با طول دوره رشد ۱۴۰ روزه به‌عنوان اولین رقم زودرس کشور معرفی شود. مناسب کشت دوم پس از جو می‌باشد و از تحمل نسبی به بیماری پژمردگی ورتیسلیومی برخوردار است.

براساس اقلیم‌بندی آمبرژه، آرادان جزو مناطق نیمه‌بیابانی می‌باشد. میانگین بارندگی دشت آرادان در طول دوره آماری ۲۰ ساله برابر ۱۰۱ میلی‌متر می‌باشد که بیش‌ترین مقدار آن ۱۸۲ میلی‌متر در سال ۱۳۶۵ و کم‌ترین آن برابر ۲۰ میلی‌متر در سال ۱۳۴۷ اتفاق افتاده است. بافت خاک مزرعه آزمایشی لوم رسی و سیلتی لوم می‌باشد (جدول ۱). دشت آرادان با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک که ناشی از قرارگرفتن در حاشیه کویر است، از نظر تولید محصولات زراعی با محدودیت‌هایی روبه‌روست. تنش‌های دمایی، خشکی و نیز شوری آب و خاک زراعی از این محدودیت‌ها به‌شمار می‌روند. در طبقه‌بندی اقلیمی کوپن منطقه ورامین دارای تیپ اقلیمی Bsaks است که معرف شرایط آب‌وهوایی بیابانی و نیمه‌بیابانی است. اقلیم این حوزه خشک می‌باشد و از ویژگی‌های آن بارندگی کم، گرمای زیاد و دوره خشک طولانی می‌باشد. میزان دما در ورامین با ۴۱/۸ درجه (بیشینه مطلق) مربوط به مردادماه و کم‌ترین میزان دما با ۱۶/۸- درجه (کمینه مطلق) مربوط به بهمن‌ماه بوده است. میانگین ده‌ساله بارندگی سالیانه در ایستگاه ورامین ۲۱۸ میلی‌متر بوده است. ورامین دارای ۷۶ روز یخبندان در سال می‌باشد.

پس از آماده‌سازی زمین و تهیه بستر در فصل بهار، با استفاده از فاروئر، شیار ایجاد شد. روی پشته‌های ایجادشده، با کالک‌های دستی دارای دو لوله شیار بازکن به فاصله ۲۵ سانتی‌متر بین دو ردیف کشت (برای رقم‌های تیپ بسته)، سوراخ ایجاد شد و بذرها به‌صورت کپه‌ای (شش عدد بذر در هر چاله) کاشته شد. فاصله بوته‌ها از هم ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت رقم خردادماه به‌عنوان شاهد، در فاصله ردیف‌های ۷۵ سانتی‌متری انجام شد.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

منطقه	عمق نمونه‌برداری (cm)	بافت	اسیدیته	شوری خاک (dS/m)	پتاسیم قابل جذب (mg/Kg)	فسفر قابل جذب (mg/Kg)	کربن آلی (%)
آرادان	۳۰-۰	سیلتی لوم	۷/۴	۸/۲	۴۲۰	۶/۸	۰/۳۵
ورامین	۳۰-۰	لوم رسی	۶/۴	۱/۶	۳۱۰	۶/۴	۰/۳۸

هر کرت شامل شش خط کاشت بود و بین هر کرت دو خط به‌عنوان حاشیه، نکاشت باقی ماند. طول هر خط کشت ۸ متر بود. تنک‌کردن بوته‌ها در مرحله چهارم تا شش‌برگی انجام شد. کودهای پایه شامل یک سوم کود نیتروژنه به‌همراه کل فسفات‌آمونیم و نترات‌پتاسیم توصیه‌شده همراه با دیسک با خاک ترکیب شد. در مرحله شروع گل‌دهی یک نوبت از کود ماکرو کامل سه بیست به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار به‌همراه ۵۰ کیلوگرم کود اوره (سرک اول) استفاده شد. در هفته سوم گل‌دهی سرک دوم اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. در مرحله شروع بازشدن غوزه‌ها نیز ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل پتاس بالا ۳۶-۱۲-۱۲ مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری طبق عرف منطقه با دوره ۱۲ روزه انجام شد. در مجموع، در تاریخ کشت اول نه نوبت و در کشت دوم هفت نوبت آبیاری انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز تا هفته چهارم پس از کاشت به‌صورت وجین دستی انجام شد و پس از آن، رشد رویشی مناسب بوته‌ها مانع از رشد و غالبیت علف‌های هرز شد که به جز در مورد تک‌بوته‌های باریک‌برگی مانند قیاق نیازی به مبارزه نبود. به‌منظور کاهش خسارت سنک دو نوبت سم‌پاشی علیه این آفت در اواسط و اواخر گل‌دهی با استفاده از سم کنفیدور و دسیس انجام شد. با توجه به فعالیت کرم غوزه از اوایل گل‌دهی تا پایان فصل، سه نوبت سم‌پاشی بر علیه این آفات با استفاده از سموم آوانت و لاروین (به‌ترتیب ۲۵۰ میلی‌لیتر و ۱ کیلوگرم در هکتار) انجام شد.

در پایان فصل از هر کرت پنج بوته (برابر با ۰/۷۵ مترمربع) انتخاب شد تا ویژگی‌های رویشی (ارتفاع بوته، تعداد گره، نسبت ارتفاع به گره، تعداد شاخه‌های رویا و زایا، طول شاخه‌های رویا و زایا) اندازه‌گیری شود. همچنین اجزای عملکرد شامل تعداد بوته در مترمربع، غوزه در بوته (و مترمربع) و وزن بیست غوزه تعیین و ثبت شد. برای تعیین عملکرد، یک متر از بالا و پایین و یک خط از طرفین هر کرت حذف و بقیه کرت برداشت و توزین شد. نتایج پس از ثبت داده‌ها در نرم‌افزار Excel با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج و بحث

اثر مکان (اقلیم) بر ویژگی‌های رویشی شامل ارتفاع بوته، تعداد گره، طول شاخه رویا، تعداد شاخه زایا و طول شاخه زایا کاملاً معنی‌دار بود ($P < 0/01$)، اما بر تعداد شاخه رویا و نسبت ارتفاع به گره، تأثیر معنی‌دار نداشت. از نظر ویژگی‌های رویشی مانند ارتفاع بوته، تعداد گره، تعداد و طول شاخه زایا و کیل‌الیاف، منطقه ورامین برتری نشان داد. در منطقه ورامین، شرایط مناسب خاک زراعی (جدول ۱) و آب‌وهوای معتدل‌تر، موجب افزایش رشد رویشی بوته‌های پنبه شد. به‌طوری‌که با کاهش فاصله ردیف رشد رویشی گیاه افزایش یافت. علاوه بر آن، مقایسه شاخص‌های اقلیمی دو منطقه از جمله میانگین بارش (آرادان ۱۰۱ میلی‌متر در مقایسه با ورامین ۲۱۸ میلی‌متر)، بیشینه مطلق دمای کم‌تر و بالاتر بودن میزان رطوبت نسبی در ورامین، حاکی از شرایط مناسب اقلیمی برای رشد رویشی بود. همچنین، شوری خاک در این منطقه محدودیتی برای رشد بوته ایجاد نمی‌کند (جدول ۱) و مجموع این عوامل موجب فراهم‌شدن شرایط برای رشد رویشی بیش‌تر بوته‌ها در مقایسه با آرادان شده است. همچنین ارتفاع بوته در این منطقه به‌طور میانگین حدود ۵۳ سانتی‌متر بیش‌تر از آرادان شد (جدول ۳). نمود دیگر این افزایش رشد، به‌هم‌خوردن تعادل بین رشد رویشی و زایشی به نفع رشد زایشی است که به‌صورت کاهش طول شاخه زایا، تعداد غوزه در مترمربع و عملکرد بروز یافته است (جدول ۲). طول و تعداد شاخه زایا در منطقه ورامین نسبت به آرادان بالاتر بود، این برتری ناشی از ارتفاع بیش‌تر بوته و افزایش تعداد گره روی ساقه اصلی بود، اما رویشی زیاد و رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی، تعادل رشد را به هم زد منجر به کاهش تشکیل و یا تکامل نموی اندام‌های زایشی شد. در شرایط آرادان رشد رویشی و زایشی متعادل منجر به اختصاص

منابع بیش‌تر به رشد زایشی و افزایش نگهداری غوزه در مترمربع شد (۹۴/۱ در مقایسه با ۴۲/۷) که موجب برتری قابل‌توجه عملکرد این منطقه نسبت به ورامین شد (۵۱۶۵/۵ در آرادان و ۲۰۵۰ کیلوگرم در هکنار در ورامین). افزایش ارتفاع بوته با کاهش تعداد و وزن غوزه، بر عملکرد تأثیر منفی دارد (Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2013). با این حال، اثر مکان بر ارتفاع بوته و سایر ویژگی‌های رشدی متنوع گزارش شده است (Nawaz et al., 2021). اثر تاریخ کاشت بر تعداد شاخه‌های رویا و زایا در سطح ۱ درصد و بر تعداد گره و طول شاخه رویا در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). این تیمار بر ارتفاع بوته، نسبت ارتفاع به گره یا طول میان‌گره و طول شاخه‌های زایا تأثیر معنی‌داری نگذاشت. رقم‌های موردبررسی از نظر صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول شاخه رویا و طول شاخه زایا باهم تفاوت کاملاً معنی‌دار ($P < 0.01$) نشان دادند. تغییرات ارتفاع بوته، تعداد گره، نسبت ارتفاع به گره و طول شاخه رویا در دو تاریخ کاشت معنی‌دار نشد. به عبارت دیگر، بین این دو تیمار برهم‌کنش معنی‌دار وجود نداشت. برهم‌کنش رقم و تاریخ کاشت بر تعداد شاخه زایا و رویا و طول شاخه زایا در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

۳.۱. ارتفاع بوته

تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر تغییرات ارتفاع بوته نداشت. هم‌چنین، برهم‌کنش رقم در مکان بر این صفت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. با این حال، این صفت تحت تأثیر برهم‌کنش بین رقم در تاریخ کاشت و مکان در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۲). به عبارت دیگر، در هر دو مکان ارتفاع بوته در دو تاریخ کاشت تغییرات مشابه داشتند و رقم تعیین‌کننده تفاوت‌های ارتفاع بوته بود که مقایسه میانگین تغییرات این صفت نشان‌دهنده برتری رقم خورشید از نظر ارتفاع بوته می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات رویشی ژنوتیپ‌ها در دو مکان آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته				تعداد گره				نسبت ارتفاع به گره	تعداد شاخه رویا		طول شاخه رویا	
		ارتفاع بوته	تعداد گره	نسبت ارتفاع به گره	تعداد شاخه رویا	طول شاخه رویا	تعداد شاخه زایا	طول شاخه زایا	تعداد شاخه زایا		طول شاخه زایا			
مکان	۱	۴۱۱۲۳/۵**	۱۴۱۶/۲**	۰/۱۱ ns	۱/۲۵ ns	۱۱۳/۷**	۷۵۴/۷**	۸۵/۵۸**	۱۰/۱۱ ns	۱/۲۵ ns	۱۱۳/۷**	۷۵۴/۷**	۸۵/۵۸**	۱۰/۱۱ ns
تکرار در مکان	۴	۱۵۱/۸ ns	۳/۸۲ ns	۰/۸۶ ns	۰/۱۷ ns	۱۰/۳۵ ns	۱/۲ ns	۴/۳۳ ns	۰/۸۶ ns	۰/۱۷ ns	۱۰/۳۵ ns	۱/۲ ns	۴/۳۳ ns	۰/۸۶ ns
تاریخ کاشت	۱	۱۹/۲۷ ns	۱۴/۱۱*	۰/۷۳ ns	۱۲/۳۸**	۴۸/۹*	۸۸/۸۲**	۰/۹۹ ns	۰/۷۳ ns	۱۲/۳۸**	۴۸/۹*	۸۸/۸۲**	۰/۹۹ ns	۰/۷۳ ns
تاریخ × مکان	۱	۶۶/۵۷ ns	۱/۳۸*	۰/۰۵ ns	۰/۱۷۶ ns	۰/۴۸ ns	۲۳/۳۱**	۲/۱۱ ns	۰/۰۵ ns	۰/۱۷۶ ns	۰/۴۸ ns	۲۳/۳۱**	۲/۱۱ ns	۰/۰۵ ns
اشتباه فرعی	۴	۳۴۳۳/۴۸	۰/۲	۰/۴۳	۰/۶۶	۲۲/۸۵	۰/۲۵	۰/۸۹	۰/۴۳	۰/۶۶	۲۲/۸۵	۰/۲۵	۰/۸۹	۰/۴۳
رقم	۴	۴۰۶۸/۱**	۱۳/۸۵**	۶/۱۱**	۸/۵۶**	۱۰۹/۳۵**	۸۵/۰۳**	۹۱۵/۵۲**	۶/۱۱**	۸/۵۶**	۱۰۹/۳۵**	۸۵/۰۳**	۹۱۵/۵۲**	۶/۱۱**
رقم × تاریخ	۴	۱۹۳/۳۹ ns	۲/۱۵ ns	۰/۲۲ ns	۱/۳۹*	۱۰/۹۷ ns	۲/۶۷*	۶/۳۲*	۰/۲۲ ns	۱/۳۹*	۱۰/۹۷ ns	۲/۶۷*	۶/۳۲*	۰/۲۲ ns
رقم × مکان	۴	۲۰۳۲/۳۸**	۹۳**	۰/۷۶ ns	۱/۳۴*	۹۳/۱۵**	۱۳۹/۴۹**	۱۴۴/۲۴**	۰/۷۶ ns	۱/۳۴*	۹۳/۱۵**	۱۳۹/۴۹**	۱۴۴/۲۴**	۰/۷۶ ns
رقم × تاریخ × مکان	۴	۲۵۶/۷ ns	۰/۸۱ ns	۰/۴۹ ns	۰/۱۳۶ ns	۵/۱ ns	۳/۷*	۳/۸۳ ns	۰/۴۹ ns	۰/۱۳۶ ns	۵/۱ ns	۳/۷*	۳/۸۳ ns	۰/۴۹ ns
اشتباه اصلی	۲۲	۱۷۳/۵۴	۱/۶۴	۰/۳۹	۰/۱۱	۴/۲۹	۰/۸۱	۲/۰۵	۰/۳۹	۰/۱۱	۴/۲۹	۰/۸۱	۲/۰۵	۰/۳۹
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۸۱	۵/۵۲	۱۱/۸۴	۱۴/۸۷	۱۲/۵۸	۶/۲۳	۱۳/۶۳	۱۱/۸۴	۱۴/۸۷	۱۲/۵۸	۶/۲۳	۱۳/۶۳	۱۱/۸۴

ns, *, ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار.

جدول ۳. اثر مکان بر تغییرات ویژگی‌های مختلف رقم‌های مورد بررسی

منطقه	ارتفاع بوته (cm)	تعداد گره	ارتفاع به گره	تعداد شاخه رویا	طول شاخه رویا	تعداد شاخه زایا	طول شاخه زایا	غوزه در مترمربع	وزن تک‌غوزه (g)	مجموعه (kg/ha)	کیل (%)
آرادان	۹۵/۶۲ b	۱۸/۳۵ b	۵/۳۳ a	۳/۳۷ a	۱۷/۸ a	۱۰/۸۷ b	۹/۳۱ b	۹۴/۱ a	۵/۰۱ a	۵۱۵۶/۵ a	۳۷/۷ a
ورامین	۱۴۷/۹۸ a	۲۸/۰۷ a	۵/۲۴ a	۳/۰۸ a	۱۵/۰۷ b	۱۷/۹۷ a	۱۱/۷ a	۴۲/۷ b	۴/۳۸ b	۲۰۵۰ b	۳۷/۶ a

میانگین‌های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

با توجه به طول ناچیز شاخه‌های زایا و ویژگی تیپ صفر رقم خورشید، افزایش ورود آسیمیلانت ناشی از کاهش رشد زایشی (جدول ۵)، صرف افزایش ارتفاع بوته شده است. کم‌ترین ارتفاع بوته در هر دو مکان آزمایش در رقم ساجدی اندازه‌گیری شد. گزارش شده است که ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های مختلف گونه *G. hirsutum* بین ۶۰ تا ۸۹ سانتی‌متر متغیر است (Nawaz et al., 2021). با بررسی اثرات کاهش فاصله ردیف از ۷۰ به ۶۰ و ۵۰ سانتی‌متر بر رقم‌های خورشید، لطیف و گلستان مشخص شد که با افزایش ارتفاع، با وجود افزایش تعداد غوزه در واحد سطح (ناشی از افزایش تعداد بوته در هر متر) عملکرد کاهش یافت (Barzali, 2021). با این حال، کاهش ارتفاع بوته با کاهش فاصله ردیف، از ۸۰ به ۲۰ سانتی‌متر، در رقم‌های ساجدی، کاشمر و گلستان گزارش شده است (Zabihi et al., 2013; Ghajari et al., 2016) که با نتایج ما در آرادان هماهنگی دارد و احتمالاً ناشی از عواملی مانند رقابت برای مواد غذایی در خاکی با شرایط حاصلخیزی ضعیف در این منطقه بوده است. در منطقه ورامین، کاهش فاصله ردیف منجر به کاهش شدید طول شاخه‌های زایا و در نتیجه تعداد غوزه در بوته (جدول ۵) شد. تغییر مسیر مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های رویشی و افزایش قابل توجه ارتفاع بوته‌ها از دلایل احتمالی این کاهش باشد (جدول ۳).

جدول ۴. پاسخ رقم‌ها از نظر صفات رویشی به تغییر در مکان آزمایش

مکان	رقم	ارتفاع بوته (cm)	تعداد گره	تعداد شاخه رویا	طول شاخه رویا (cm)	تعداد شاخه زایا	طول شاخه زایا (cm)
آرادان	خرداد	۱۰۵/۴ a	۲۳/۲ a	۳/۷ b	۲۸/۶۵ a	۱۷/۲ a	۱۶/۶ a
	خورشید	۱۱۱ a	۱۶/۹ c	۲/۴ c	۱۱/۸ c	۹/۳۳ c	۴/۷۵ c
	کاشمر	۸۹/۵ b	۱۷/۱۵ c	۴/۷ a	۱۹/۵ b	۷/۲۵ d	۵/۳۶ c
	ساجدی	۸۱/۷ c	۱۹ b	۲/۹ bc	۱۲/۱۱ c	۱۱/۰۷ b	۵/۹۸ c
	حکمت	۹۰/۵ b	۱۵/۵ c	۳/۱۸ bc	۱۷/۰۵ b	۹/۵ c	۱۳/۸۵ b
ورامین	خرداد	۱۱۹/۳ c	۲۵ c	۲/۹۲ b	۳۴/۲۳ a	۱۸/۲ bc	۳۰/۸ a
	خورشید	۱۹۰/۴۲ a	۳۲/۳ a	۱/۵۷ c	۳/۰۷ d	۲۲/۹ a	۳/۴۵ c
	کاشمر	۱۵۲/۳ b	۲۸/۴ b	۳/۹۷ a	۱۵/۸ b	۲۱ ab	۳/۹۷ c
	ساجدی	۱۲۰/۵ c	۲۵/۴۷ c	۳/۲۷ ab	۵/۷۵ c	۱۰/۳ d	۳/۵۳ c
	حکمت	۱۵۷/۳ b	۲۹/۱۲ b	۳/۷ ab	۱۶/۴۷ b	۱۷/۴۵ c	۱۶/۷ b

در هر منطقه میانگین‌های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو منطقه آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غوزه در بوته	تعداد غوزه در مترمربع	وزن تک‌غوزه	عملکرد وش	کیل
مکان	۱	۳۸ **	۳۹۵۹۰/۸۵ **	۵/۹۸ **	۱۴۴۷۷۵۷۴۹ **	۰/۰۴۸ ns
تکرار در مکان	۴	۰/۲۶ ns	۴۳۷/۱۴*	۰/۱۴۲ ns	۱۰۶۵۱۱۸ ns	۰/۶۷ ns
تاریخ کاشت	۱	۴/۴ **	۴۵۷/۸۸*	۰/۰۵۷ ns	۵۲۶۰۶۶/۵ ns	۰/۱۳ ns
تاریخ × مکان	۱	۰/۰۷ ns	۶۴۱/۹ *	۳/۱۵ **	۵۹۳۸۶۳۹ **	۰/۰۰۱۵ ns
اشتباه فرعی	۴	۰/۴۳	۲۹۵/۶۳	۰/۴۴	۱۲۲۵۳۸۹	۰/۶۴
رقم	۴	۲۵۵/۳۶**	۹۲۱/۳۶**	۰/۰۵۸ ns	۲۱۸۷۳۵۹ **	۸/۳۴ **
رقم × تاریخ	۴	۶/۹**	۲۴۶/۹۵ ns	۰/۲۷ **	۷۸۶۰۷۲/۱ ns	۰/۴۷ ns
رقم × مکان	۴	۳/۱۷**	۳۲۷۳/۱۵ *	۰/۵ **	۵۶۸۳۷۷۴ *	۲/۷۹ ns
رقم × تاریخ × مکان	۴	۲/۶۲ **	۳۰۰/۴۳ ns	۰/۰۵۳ ns	۷۲۸۹۳۵/۶ ns	۰/۲۱ ns
اشتباه اصلی	۳۲	۰/۳	۸۷/۸	۰/۳۳	۲۸۳۳۴۸	۰/۶۹
ضریب تغییرات (%)	۹/۳۶	۱۳/۷	۳/۹	۱۴/۷۷	۲/۲۱	۲/۲۱

ns, **, ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار.

به‌طور کلی تعداد گره و در نتیجه ارتفاع بوته در منطقه ورامین بیش‌تر از آرادان بود که منتهی به رشد رویشی بی‌رویه بوته‌ها گردید (جدول ۴). پژوهش‌های گوناگون نشان داده است که فراهمی کافی آب و مواد غذایی منجر به رشد رویشی بی‌رویه می‌شود (Stewart *et al.*, 2009). به نظر می‌رسد که خشکی منطقه و شرایط خاک زراعی از نظر حاصل‌خیزی پایین در آرادان، مانع از فراهمی کافی نهاده‌ها برای تحریک رشد رویشی در شرایط رقابت شدید ناشی از کاهش فاصله ردیف شده است. در نتیجه، رشد رویشی بوته‌ها تشدید نشده است. در این رابطه گزارش‌هایی مبنی بر کاهش ارتفاع بوته در کشت در ردیف‌های باریک‌تر وجود دارد (Hiyat *et al.*, 2020; Rabbani *et al.*, 2020; Ghajari *et al.*, 2016).

۲.۳. تعداد و طول شاخه رویشی

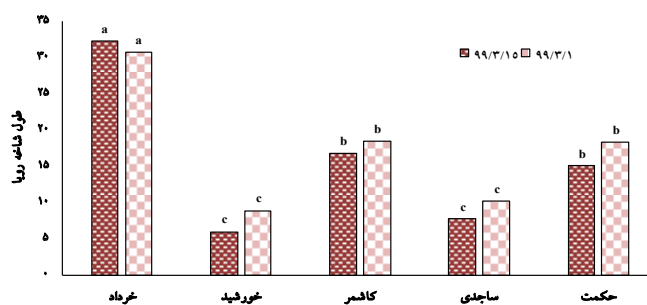
برهم‌کنش رقم در تاریخ در مکان، و تاریخ در مکان بر تعداد و طول شاخه رویا و تعداد شاخه رویا معنی‌دار نشد (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار شدن برهم‌کنش رقم در تاریخ، مقایسه میانگین این برهم‌کنش در جدول (۶) نشان داده شده است. در تاریخ کاشت ۹۸/۳/۱، رقم کاشمر بیش‌ترین میانگین تعداد شاخه رویشی را تولید کرد (۴/۶۳ عدد در هر بوته) و رقم خورشید دارای کم‌ترین میانگین تعداد شاخه رویشی در هر بوته بود (۲/۹ عدد، جدول ۲). در تاریخ کشت دوم (۹۸/۳/۱۵) بیش‌ترین تعداد شاخه رویا مانند تاریخ کشت اول، مربوط به رقم کاشمر و کم‌ترین آن مربوط به رقم خورشید بود (به ترتیب ۴/۰۳ و ۱/۰۲ عدد در هر بوته، جدول ۲). رقم خردادماه در هر دو تاریخ کاشت، از بیش‌ترین طول شاخه رویا برخوردار بود و کم‌ترین طول شاخه رویا در رقم‌های خورشید و ساجدی اندازه‌گیری شد (شکل ۱).

در پژوهش دیگری که در شرایط منطقه انجام شد، طول شاخه‌های رویشی رقم خردادماه از رقم خورشید و ساجدی بیش‌تر بود (Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2013). سایر پژوهش‌ها مؤید بیش‌تر بودن رشد رویشی رقم خردادماه نسبت به رقم‌های تیپ بسته می‌باشد (Naderi Arefi & Hamidi, 2014; Ghasem *et al.*, 2008). نمو شاخه‌های رویشی از الگوی نمو ساقه اصلی پیروی می‌کنند (Stewart *et al.*, 2009) در نتیجه، سایه‌اندازی و محدودیت نور می‌تواند در کاهش رشد آن‌ها در ردیف‌های بسیار باریک ناشی از کاهش تولید مواد فتوسنتزی مؤثر باشد و با وجود باریک‌شدن و افزایش طول بعضی از شاخه‌ها، میانگین رشد طولی شاخه‌ها را کاهش دهد. بلاستوکرون یا تشکیل آغازه‌ها پایین‌تر از اولین شاخه زایا (که تعیین‌کننده تعداد شاخه رویای زیر این شاخه می‌باشد)، به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای طولانی‌تر از شاخه‌های بالاتر است (Reddy *et al.*, 2002).

جدول ۶. مقایسه میانگین صفات رویشی ارقام پنبه در تاریخ‌های مختلف کاشت

تاریخ کاشت	رقم	تعداد شاخه رویا	تعداد شاخه زایا	طول شاخه زایا (cm)
۹۸/۳/۱	خرداد	۳/۳ cd	۱۸/۸ a	۲۲/۶ a
	خورشید	۲/۹ d	۱۷/۲۵ a	۴/۲۳ c
	کاشمر	۴/۶۳ a	۱۵/۳ a	۴/۷۵ c
	ساجدی	۳/۶ bc	۱۲/۶ b	۴/۲۳ c
	حکمت	۳/۹ b	۱۴/۳ a	۴/۲۳ c
۹۸/۳/۱۵	خرداد	۳/۲۸ ab	۱۶/۵ a	۲۴/۸ a
	خورشید	۱/۰۲ c	۱۵ ab	۳/۹۷ c
	کاشمر	۴/۰۳ a	۱۲/۹ b	۴/۵۸ c
	ساجدی	۲/۵ b	۸/۷ b	۵/۲۸ c
	حکمت	۲/۹۸ b	۱۲/۸ ab	۱۴/۵ b

در هر تاریخ کاشت میانگین‌های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۱. تغییرات طول شاخه رویا در دو تاریخ کشت

بر این اساس، می‌توان انتظار داشت که در شرایط نامساعد (مشابه کشت تأخیری یا کشت دوم این آزمایش) تعداد شاخه‌های رویای کم‌تری تشکیل شود. در شرایط سبزواری که از نظر اقلیمی به آرادان مشابهت بیشتری دارد نتایج مشابهی گزارش شده است (Bagherabadi *et al.*, 2019). برخلاف این نتایج، گزارش شده است که تأخیر در کاشت به میزان کمی موجب افزایش تعداد شاخه رویا شد (Mehrabadi, 2017).

۳.۳. تعداد و طول شاخه زایا

در تاریخ کشت اول، از نظر تعداد شاخه زایا رقم خردادماه با میانگین ۱۸/۸ شاخه زایشی برتری نشان داد، اما از نظر آماری با رقم‌های حکمت، خورشید و کاشمر اختلاف معنی‌داری نداشتند. تعداد شاخه زایای رقم ساجدی به‌طور میانگین ۱۲/۶ عدد بود که کم‌تر از سایر رقم‌ها بود (جدول ۴). در تاریخ کشت دوم، بیش‌ترین تعداد شاخه زایا در رقم خردادماه شمارش شد (۱۶/۵ عدد). فاصله ردیف بیش‌تر می‌تواند در افزایش دسترسی این رقم به منابع مؤثر شود و در نتیجه با توجه به تیپ رشدی باز، از این منابع برای افزایش تعداد شاخه زایا و سایر اندام‌های زایشی بهره‌بردار (جدول ۶). کاهش تعداد شاخه زایا در اثر کاهش فاصله ردیف در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Khan *et al.*, 2021; Hiyat *et al.*, 2020). در این رابطه بیان شده است که در صورت عدم تعادل بین منبع و مخزن، بوته پنبه طول پلاستوکرون ساقه اصلی و شاخه‌های زایا را افزایش می‌دهد (Reddy *et al.*, 2002) که می‌تواند تأثیر مستقیم بر تعداد شاخه‌های زایشی داشته باشد و منجر به کاهش آن‌ها شود. مشابه نتایج این پژوهش، در پژوهشی در خصوص نوع کشت (نشایی و بذری) و زمان کشت در شرایط کاشمر انجام شد، مشخص شد که تأخیر در کاشت باعث کاهش تعداد شاخه‌های زایا می‌شود. علت این کاهش ظهور با تأخیر جوانه‌های زایشی ناشی از گرم‌شدن هوا عنوان شد (Mehrabadi, 2018). این نتایج توسط Mounian Ardestani *et al.* (2018) نیز تأیید شده است.

از نظر طول شاخه زایا در تاریخ کاشت اول رقم خردادماه برتری نشان داد (۲۲/۶ سانتی‌متر) و کوتاه‌ترین شاخه‌های زایا توسط رقم‌های تیپ بسته تولید شد (۴/۲۳ سانتی‌متر). با تأخیر در کاشت، میانگین طول شاخه زایای رقم خردادماه اندکی افزایش یافت و به ۲۴/۸ سانتی‌متر رسید (جدول ۴). انتظار می‌رفت که با تأخیر در کشت، به‌علت گرم‌تر شدن هوا و افزایش تقاضای تبخیری جو، طول شاخه‌های زایا نیز مانند سایر ویژگی‌های رویشی کاهش یابد، چنین افزایشی می‌تواند ناشی از سقط یا عدم تکامل اندام‌های زایشی در گرمای ناشی از کشت تأخیری و هدایت مواد به سمت افزایش طول شاخه باشد. این نتایج برخلاف یافته‌های سایر پژوهش‌گران (Lashari *et al.*, 2020; Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2013) می‌باشد. گزارش شده است که تغییرات کیفیت نور و فراهمی مواد غذایی در افزایش طول شاخه زایا مؤثر است (Stewart *et al.*, 2009).

۴.۳. عملکرد و اجزای عملکرد

تغییر تاریخ کاشت در دو مکان آزمایش منجر به تغییر معنی‌دار وزن غوزه، تعداد غوزه در مترمربع و عملکرد شد، اما برهم‌کنش تاریخ و مکان آزمایش بر تعداد غوزه در بوته، و کیل الیاف معنی‌دار نشد (جدول ۵). رقم‌های موردبررسی از نظر صفاتی مانند تعداد غوزه در بوته و مترمربع، کیل و عملکرد تفاوت کاملاً معنی‌دار نشان دادند، اما تفاوت آن‌ها از نظر وزن غوزه معنی‌دار نشد (جدول ۵). برهم‌کنش رقم و تاریخ کاشت بر تعداد غوزه در مترمربع، کیل و عملکرد معنی‌دار نشد، اما وزن و تعداد غوزه در بوته رقم‌های موردبررسی تحت تأثیر تاریخ کاشت تفاوت کاملاً معنی‌داری ($P < 0.01$) را نشان دادند (جدول ۵). این موضوع نشان می‌دهد که پاسخ رقم‌ها از نظر این صفات، بسته به مکان آزمایش می‌تواند متفاوت باشد. اثر سه‌گانه رقم، تاریخ کاشت و مکان به جز تعداد غوزه در بوته تأثیر معنی‌داری بر سایر اجزای عملکرد و کیل نداشت (جدول ۶).

در منطقه آرادان بیش‌ترین تعداد غوزه در بوته از رقم خردادماه به‌دست آمد (۱۳/۹۲ عدد) که در منطقه ورامین نیز با تولید ۱۴/۱ غوزه در بوته برتری خود را حفظ کرد. کم‌ترین تعداد غوزه در بوته در منطقه آرادان به میزان ۳/۹۸ عدد در رقم حکمت مشاهده شد. این رقم در منطقه ورامین نیز کم‌ترین تعداد غوزه را داشت (۲/۴ عدد). با این‌حال، از نظر تعداد غوزه در مترمربع در منطقه آرادان رقم خورشید (۱۰۶/۳۶ عدد) و در منطقه ورامین رقم خردادماه (۸۳/۸ عدد) برتری نشان دادند (جدول ۵). کم‌ترین تعداد غوزه در مترمربع در منطقه آرادان در رقم حکمت به‌طور میانگین ۸۳/۶۵ عدد و در منطقه ورامین نیز همین رقم با تولید میانگین ۲۵/۵۸ غوزه در هر مترمربع ضعیف‌تر از رقم‌های دیگر بود.

بالابودن تعداد غوزه در مترمربع رقم خورشید در منطقه آرادان ناشی از کاهش فاصله ردیف و افزایش تعداد بوته در واحد سطح می‌باشد. در منطقه ورامین به‌علت مساعدتر بودن شرایط برای رشد بی‌رویه، کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم، منجر به از بین رفتن تعادل رشد رویشی و زایشی به نفع رشد رویشی شد. در نتیجه، تعداد غوزه در بوته و مترمربع کاهش شدیدی نشان داد (جدول ۶). کاهش تعداد غوزه در بوته با کاهش فاصله ردیف در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (Lashari et al., 2020; Khan et al., 2021; Hiyat et al., 2020). با افزایش تراکم ممکن است وزن غوزه و تعداد غوزه در بوته کاهش یابد، اما به‌علت افزایش تعداد بوته در مترمربع، تعداد غوزه در واحد سطح افزایش خواهد یافت در نتیجه عملکرد و کاهش نمی‌یابد (Mounian Ardestani et al., 2018; Ghajari et al., 2016).

در منطقه آرادان رقم خردادماه و حکمت از نظر وزن غوزه برتر از سایر رقم‌ها بودند (جدول ۵). رشد رویشی کافی (و نه بی‌رویه) رقم خردادماه آسمیلات کافی برای رشد مطلوب غوزه‌های این رقم را فراهم آورده است که به‌صورت افزایش وزن غوزه بروز یافته است. در رقم حکمت با وجود رشد رویشی نه‌چندان زیاد ناشی از کاهش فاصله ردیف، به‌نظر می‌رسد که کاهش تعداد غوزه در هر بوته به کم‌تر از چهار عدد در آرادان و ۲/۴ عدد در ورامین، رقابت بین غوزه‌ها برای مواد پرورده را کاهش داده است و منجر به افزایش وزن غوزه شده است.

در منطقه ورامین تفاوت رقم‌های موردبررسی از نظر وزن غوزه معنی‌دار نشد (جدول ۵). وزن غوزه تابعی از سطح برگ در سایه‌انداز پنبه می‌باشد (Stewart et al., 2009)، بنابراین، الگوی تشکیل و رشد غوزه تابعی از الگوی تولید مواد پرورده و توزیع آن در گیاه است که به‌شدت تحت تأثیر تراکم تغییر می‌کند. غلبه رشد رویشی، احتمالاً منجر به توزیع یکنواخت‌تر مواد فتوسنتزی به اندک غوزه‌های باقی‌مانده شده است که وزن غوزه آن‌ها تنوع زیادی نداشته است.

عملکرد همبستگی بالایی با تعداد غوزه در واحد سطح دارد (Smith & Hamel, 2012). در منطقه آرادان بیش‌ترین تعداد غوزه در مترمربع در رقم خورشید مشاهده شد که این رقم با تولید ۵۷۰۲/۵ کیلوگرم و ش در هکتار، از نظر عملکرد نیز برتر از سایر رقم‌های مورد بررسی بود (جدول ۷). در منطقه ورامین رقم خردادماه با تولید ۳۸۸۶ کیلوگرم و ش در هکتار به سایر رقم‌ها برتری نشان داد. به‌عبارت دیگر، کشت در شرایط شاهد (رقم خردادماه و فاصله ردیف ۷۶

سانتی‌متر) در این منطقه برتری داشته است. به‌نظر می‌رسد که در شرایط فراهمی کافی آب و مواد غذایی و مساعدبودن شرایط محیطی، بهتر است با هدف پرهیز از برهم‌خوردن تعادل رشد رویشی و زایشی به نفع رشد رویشی، از کاهش فاصله ردیف پرهیز کرد. بدین ترتیب رشد رویشی بی‌رویه مانع از تشکیل کافی اندام‌های زایشی نخواهد شد.

در منطقه آرادان کم‌ترین عملکرد به میزان ۴۵۷۸ کیلوگرم در هکتار از شرایط معمول و رقم خردادماه حاصل شد. کم‌ترین عملکرد منطقه ورامین از رقم حکمت به میزان ۱۳۴۵ کیلوگرم حاصل شد (جدول ۷). این نتایج نیز مؤید برتری کشت معمول در منطقه ورامین و پرهیز از کشت در ردیف‌های بسیار باریک در چنین شرایطی می‌باشد. کاهش شدید عملکرد این رقم‌ها در منطقه ورامین، ناشی از افزایش شدید رشد رویشی (برای نمونه ارتفاع بوته تا ۱۹۰ سانتی‌متر، جدول ۴) و ریزش یا عدم تکامل اندام‌های زایشی و غوزه‌ها (جدول ۵) می‌باشد. علاوه بر این، گزارش شده است که در شرایط تنش خشکی ارتفاع بوته و عملکرد در تراکم‌های بالا و کشت در ردیف‌های بسیار باریک کاهش خواهد یافت (Boquet, 2005)، اما در صورت مدیریت مناسب تولید، این روش کاشت روشی بهره‌ورانه و اقتصادی خواهد بود (Hiyat *et al.*, 2020).

برهم‌کنش رقم و تاریخ کاشت در مورد تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه معنی‌دار شد. در تاریخ کاشت اول، بیش‌ترین تعداد غوزه در بوته در رقم خردادماه مشاهده شد (۱۵/۶ عدد) و سایر رقم‌ها با تولید حدود ۱۱ غوزه کم‌تر، پس از این رقم و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۸). در تاریخ کاشت دوم (۹۹/۳/۱۵) رقم خردادماه باز هم برتری خود را از نظر تعداد غوزه در بوته حفظ کرد (۱۲/۴ عدد)، و سایر رقم‌ها با حدود هشت غوزه کم‌تر پس از آن و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

جدول ۷. پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های موردبررسی به تغییر مکان آزمایش

مکان	رقم	تعداد غوزه در بوته	تعداد غوزه در متر مربع	وزن تک‌غوزه (g)	عملکرد وش (Kg.ha ⁻¹)
آرادان	خرداد	۱۳/۹۲ a	۷۷/۴ b	۵/۴ a	۴۵۷۸ b
	خورشید	۵/۱ b	۱۰۶/۳۶ a	۴/۹ b	۵۷۰۲/۵ a
	کاشمر	۴/۹۷ b	۱۰۲/۳۶ a	۴/۸۶ b	۵۴۸۱ b
	ساجدی	۴/۸۷ b	۱۰۰/۳۶ a	۴/۷۸ b	۵۲۹۰ b
	حکمت	۳/۹۸ b	۸۳/۶۵ b	۵/۱۳ ab	۴۷۳۲ b
ورامین	خرداد	۱۴/۱ a	۸۳/۸ a	۴/۲ a	۳۸۸۶ a
	خورشید	۲/۸ b	۳۴/۲ b	۴/۳۸ a	۱۶۵۹ b
	کاشمر	۲/۶ b	۳۱/۱۳ b	۴/۶ a	۱۵۹۲ b
	ساجدی	۲/۹ b	۳۵/۷۵ b	۴/۵ a	۱۷۶۶ b
	حکمت	۲/۴ b	۲۵/۵۸ b	۴/۲ a	۱۳۴۵ b

میانگین‌های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۸. پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌ها به دو تاریخ کاشت موردبررسی

تاریخ کاشت	رقم	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (g)
۹۹/۳/۱	خرداد	۱۵/۶ a	۴/۸ ab
	خورشید	۴/۲۳ b	۴/۵ b
	کاشمر	۳/۵۲ b	۵ a
	ساجدی	۳/۷۷ b	۴/۵۸ b
	حکمت	۳/۱۷ b	۴/۷ ab
۹۹/۳/۱۵	خرداد	۱۲/۴ a	۴/۷۵ a
	خورشید	۳/۷۱ b	۴/۷۶ a
	کاشمر	۴/۰۵ b	۴/۵ a
	ساجدی	۴/۰۳ b	۴/۷ a
	حکمت	۳/۲۷ b	۴/۶۵ a

در هر تاریخ کاشت میانگین‌های واقع در یک ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

گزارش شده است که با افزایش تراکم از ۷/۵ به ۱۰/۵ بوته در مترمربع در تاریخ کشت‌های مختلف، در تاریخ کشت دیرتر، دوره رشد پنبه به‌علت تراکم بالا، افزایش یافت و در مقایسه با کشت‌های زودتر، عملکرد وش ۲۹ درصد و عملکرد الیاف ۲۶ درصد افزایش نشان داد (Khan *et al.*, 2017). اما برای تاریخ کاشت‌های به موقع، تراکم متوسط برتری داشت که علت این برتری عملکرد افزایش زیست‌توده اندام‌های زایشی در مقایسه با سایر اندام‌ها عنوان شده است. مشابه نتایج پژوهش حاضر، کاهش تعداد غوزه در بوته با تأخیر در کاشت توسط سایر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (Mehrabadi, 2018).

در تاریخ کاشت اول، رقم کاشمر از نظر وزن غوزه برتری نشان داد که از تعداد غوزه نسبتاً کم‌تری برخوردار بود، اما در تاریخ کاشت دوم تفاوت زیادی از نظر این صفت دیده نشد و همه رقم‌ها در یک گروه آماری قرار گرفتند. در این ارتباط، پژوهش‌ها نشان دادند که وزن غوزه هر رقم در شرایط مختلف از ثبات نسبی برخوردار است (Stewart *et al.*, 2009).

۴. نتیجه‌گیری

پاسخ رقم‌های موردبررسی به کشت در ردیف‌های بسیار باریک در دو مکان آزمایش بسیار متفاوت بود. در منطقه ورامین رشد رویشی به‌شدت افزایش یافت که بیش‌ترین میزان آن در رقم خورشید (۱۹۰/۴۲ سانتی‌متر) مشاهده شد. در منطقه آرادان بیش‌ترین ارتفاع بوته در رقم خردادماه اندازه‌گیری شد (۱۰۵/۴ سانتی‌متر)، اما به‌طور کلی رشد رویشی و زایشی رقم‌ها متعادل‌تر بود. در ورامین رقم ساجدی تناسب بیش‌تری با کاشت در ردیف‌های بسیار باریک نشان داد، هرچند، حتی عملکرد این رقم هم نسبت به شاهد بیش از ۵۰ درصد کاهش یافت و به حدود ۱۶۰۰ کیلوگرم در هکتار رسید. در آرادان، رشد رویشی بی‌رویه مشاهده نشد و رشد متعادل بخش‌های رویشی و زایشی، باعث افزایش تولید غوزه در مترمربع و در نتیجه عملکرد شد. بیش‌ترین عملکرد در این منطقه از رقم خورشید به میزان ۵۷۰۲/۵ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و پس از آن رقم‌های کاشمر، ساجدی و حکمت قرار داشتند که عملکرد همه آن‌ها بیش از ۴۷۰۰ کیلوگرم بود، اما در یک گروه آماری قرار گرفتند. فراهمی منابع در شرایط مطلوب محیطی ورامین، توان رشد بوته را افزایش داد و با کاشت در ردیف‌های بسیار باریک منجر به رقابت بوته‌ها برای نور و رشد علفی آن‌ها گردید که به‌صورت کاهش شدید عملکرد بروز یافت، بنابراین بهتر است تا تعیین دقیق سایر جنبه‌های مدیریتی از کشت به این روش در ورامین و شرایط مشابه پرهیز شود. تأخیر در کاشت در روش بسیار باریک در هر دو منطقه، ویژگی‌های رویشی و کیل الیاف را کاهش داد، اما کاهش عملکرد در مقایسه با شاهد شدید نبود، به‌عبارت دیگر، در صورت کشت تأخیری، امکان استفاده از پتانسیل این روش برای افزایش اجزای عملکرد در واحد سطح وجود دارد. در مجموع، برای منطقه آرادان رقم‌های خورشید و سپس کاشمر و ساجدی در کشت متراکم و برای منطقه ورامین کشت رقم خردادماه به روش معمول، برتر از تیمارهای دیگر بود.

۵. تشکر و قدردانی

از حمایت‌ها و پشتیبانی‌های مؤسسه تحقیقات پنبه کشور و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Bagherabadi, H., Armin, M., & Filekesh, E. (2019). The effect of sowing date on yield and yield components of cotton planted in ultra narrow rows and conventional rows. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 7(1), 1-14. doi: 10.22092/ijcr.2019.108993.1073. (In Persian)
- Barzali, M. (2021). Effects of cropping pattern on yield of cotton cultivars planted following canola. *Oilseed plants*, 2(1), 36-41 (in Persian)
- Baumhardt, R. L., Schwartz, R. C., Marek, G. W., & Bell, J. M. (2018). Planting Geometry Effects on the Growth and Yield of Dryland Cotton. *Agricultural Sciences*, 9(01), 99.
- Bordovsky, J. P., Mustian, J. T., & Porter, D. O. (2016). Investigating SDI Design, Installation, and Management Practices for Improved Row Crop Production in the Texas South Plains: A 15 Year Review of Research. In *2016 ASABE Annual International Meeting* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Ghajari, A., Gharanjiki, A., & Dieji, A. (2016). Optimizing the nitrogen fertilizer use and row spacing for yield increasing of Cotton cv. Golestan in double-cropping. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 4(1), 47-60. doi: 10.22092/ijcr.2017.109249. (In Persian)
- Gwathmey, C.O., & Clement, J.D. (2010) Alteration of Cotton Source-Sink Relations with Plant Population Density and Mepiquat Chloride. *Field Crops Research*, 116, 101-107. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.11.019>.
- Hiyat, S., Hussain, N., Rehmani, M.I.A., Abbas, M.N., Raza, S., Dar, J.S., & Yasir, T.A. (2020). Effect of growth regulator and ultra-narrow row (Unr) spacing on growth, yield and yield components of cotton. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33(3), 561-569.
- Jones, R., Ougham, H., Thomas, H., & Waaland, S. (2012). *Molecular life of plants*. Wiley-Blackwell.
- Khan, B., Ishfaq, M., Murtza, K., Batool, Z., Ali, N., Aslam, M. S., & Anjum, S. A. (2021). 12. Effect of varying planting density on weed infestation, crop phenology, yield, and fiber quality of cotton under different sowing methods. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 10(3), 676-691.
- Khan, A., Wang, L., Ali, S., Tung, S. A., Hafeez, A., & Yang, G. (2017). Optimal planting density and sowing date can improve cotton yield by maintaining reproductive organ biomass and enhancing potassium uptake. *Field Crops Research*, 214, 164-174.
- Khan, N., Usman, K., Yazdan, F., Din, S. U., Gull, S., & Khan, S. (2015). Impact of tillage and intra-row spacing on cotton yield and quality in wheat-cotton system. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(5), 581-597.
- Khargkharate, V. K., Ghanbahadur, M., Pathrikar, V. B., Gaikwad, J. M., & SA, S. (2017). Production Potential of hirsutum COTTON (AKH-081) As Affected by Plant Density and Nutrient Management under Rainfed Condition of Vidarbha Region. *Int. J. Pure App. Biosci*, 5(6), 1189-1194.
- Kumar, J. P., Godara, V.R.K., & Chauhan, B. S. (2017a). Weed management using crop competition in the United States: A review. *Crop Protection*, 95, 31-37.
- Kumar, A., Karunakar, A. P., Nath, A., & Meena, B. R. (2017b). The morphological and phenological performance of different cotton genotypes under different plant density. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(4), 2242-2248.
- Kumar, M., Premalatha, N., Mahalingam, L., Sakthivel, N., Senguttuvan, K., & Latha, P. (2020). High Density Planting System of Cotton in India: Status and Breeding Strategies. In (Ed.), *Plant Breeding - Current and Future Views*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94905>
- Lashari, W. A., Naimatullah, S., & Afzal, H. (2020). Yield and some agronomic parameters of upland cotton as affected by planting dates. *International Journal of Cotton Research and Technology*, 2(1), 37-40.
- Li, T., Zhang, Y., Dai, J., Dong, H., & Kong, X. (2019). High plant density inhibits vegetative branching in cotton by altering hormone contents and photosynthetic production. *Field Crops Research*, 230, 121-131.

- Liaqat, W., Jan, M. F., Ahmadzai, M. D., Ahamd, H., & Rehan, W. (2018). Plant spacing and nitrogen affects growth and yield of cotton. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 2107-2110.
- Mahalakshmi, M. S., & Prasad, N. V. V. S. D. (2018). Influence of spacing on incidence of major insect pests in rainfed cotton. *ANGRAU*, 58.
- Mehrabadi, H. R. (2018). Investigation of Agronomic and Morphologic Responses of Different Cotton Types in Ultra Narrow Row System. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 16(3), 615-628. doi: 10.22067/gsc.v16i3.64402 (In Persian)
- Mehrabadi, H. R. (2017). Effect of Different Planting Dates and Methods on Quantity and Quality Traits of Varamin Cotton Cultivar. *Journal of Crop Production and Processing*, 7(2), 61-72. (In Persian)
- Mounian Ardestani, M., Ghaderi-Far, F., Zeinali, E., Ghorbani, M., & Gorzin, M. (2018). The Effect of Row Spacing on Plant Architecture, Yield and Seed Quality of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 16(2), 435-446. doi: 10.22067/gsc.v16i2.64400 (In Persian)
- Nawaz, H., Hussain, N., Rehmani, M. I. A., Yasmeen, A., & Arif, M. (2021). 02. Comparative performance of cotton cultivars under conventional and ultra-narrow row (UNR) spacing. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 5(1), 15-25.
- Naderi Arefi, A., & Abedini Esfahlani, M. (2013). Effect of planting date and final irrigation on cotton yield at Garmsar condition. *Journal of Crops Improvement*, 15(3), 201-211. doi: 10.22059/jci.2013.36396 (In Persian)
- Naderi Arefi, A., & Hamidi, A. (2014). Seed Cotton Yield and some Related Traits in Different Cultivars of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in Garmsar Conditions. *Seed and Plant Production Journal*, 30(4), 401-420. doi: 10.22092/sppj.2017.110558. (In Persian)
- Reddy, K.R., Doma, P.R., Mearns, L.O., Boone, M.Y.L., Hodges, H.F., Richardson, A.G., & Kakani, V.G. (2002). Simulating the impacts of climate change on cotton production in the Mississippi delta. *Climate Research*, 22, 271-281.
- Rabbani, R., Ghaderi-Far, F., Zeinali, E., & Soltani, A. (2020). Effect of row spacing and nutrient consumption on some morphological, physiological and agronomic responses of three cotton cultivars. *Journal of Crops Improvement*, 22(3), 345-359. doi: 10.22059/jci.2020.284857.2241 (In Persian)
- Sardana, V., Mahajan, G., Jabran, K., & Chauhan, B.S. (2017). Role of competition in managing weeds: An introduction to the special issue. *Crop Protection*, 95, 1-7.
- Stewart, J. M., Oosterhuis, D., Heitholt, J. J., & Mauney, J. R. (Eds.). (2009). *Physiology of cotton*. Springer Science & Business Media.
- Smith, D. L., & Hamel, C. (Eds.). (2012). *Crop yield: physiology and processes*. Springer Science & Business Media.
- Wang, X., Hou, Y., Du, M., Xu, D., Lu, H., Tian, X., & Li, Z. (2016). Effect of planting date and plant density on cotton traits as relating to mechanical harvesting in the Yellow River valley region of China. *Field Crops Research*, 198, 112-121.
- Zabihi, H., Ramazani Moghaddam, M., & Nourihosseini, S. (2013). Effects of different amount of N-fertilizer and irrigation water on yield and yield components of cotton. *Iranian Journal of Cotton Researches*, 1(2), 43-55. doi: 10.22092/ijcr.2013.100779 (In Persian)