



Effect of Conservation Tillage on Yield and Yield Components of Cotton Cultivars

Mehdi Naseh¹, Mahdi Babaeian^{2*}, Yaser Esmaeilian³

¹ M.Sc. Graduate, Department of Plant Production and Plant Breeding Engineering, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran.

² Department of Plant Production and Genetics, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran.

³ Department of Agriculture, University of Gonabad, Gonabad, Iran, Email: Bbaeian@ub.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Full Paper

ABSTRACT

Background and Objective: Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is a major industrial crop whose production in arid and semi-arid regions is increasingly constrained by water scarcity, soil degradation, and rising input costs. Conventional tillage systems, characterized by intensive soil disturbance, often aggravate these challenges by increasing evaporation losses, fuel consumption, and weed pressure. Conservation tillage, which minimizes soil disturbance and field traffic, represents a viable strategy to improve resource-use efficiency and long-term sustainability. However, crop response to conservation tillage is strongly influenced by cultivar characteristics and local environmental conditions. This study aimed to evaluate the effects of conventional and conservation tillage systems on morphological traits, yield components, weed biomass, and lint yield of several cotton cultivars under the agro-climatic conditions of Esfarayen, Iran, in order to identify optimal cultivar-tillage combinations for sustainable cotton production.

Article history:

Received: 2025-11-21

Accepted: 2025-12-10

Materials and Methods: The experiment was conducted during the 2024 growing season (1403) at the Esfarayen Agro-Industry fields in North Khorasan Province, Iran. A split-plot experiment arranged in a randomized complete block design with three replications was employed. Tillage system was assigned to main plots at two levels: conservation tillage using a Cyclo-Tiller, and conventional tillage consisting of moldboard plowing followed by discing and Cyclo-Tiller operations. Subplots comprised five cotton cultivars: Khordad, Kashmar, Varamin, Khorshidi, and Sajedi. Uniform agronomic practices were applied across all treatments. Measured variables included plant height, number of monopodial and sympodial branches, number of bolls per plant, weight of 30 bolls, weed dry biomass, and lint yield. Data were subjected to analysis of variance, and mean comparisons were performed where significant effects were detected.

Keywords:

Sustainable agriculture

Conservation tillage

Lint yield

Results: Analysis of variance revealed significant effects of tillage system, cultivar, and their interaction on most measured traits. Conventional tillage generally resulted in taller plants and a higher

number of monopodial branches, reflecting enhanced vegetative growth under greater soil disturbance. The maximum plant height (137.7 cm) was recorded for the Varamin cultivar under conventional tillage, whereas Sajedi and Khorshidi produced the shortest plants. Conservation tillage reduced plant height across all cultivars; however, the magnitude of reduction varied by genotype. Khordad and Varamin exhibited greater reductions, while Sajedi and Khorshidi were less affected, indicating better adaptation to reduced tillage conditions. The number of sympodial branches was primarily influenced by cultivar and the tillage $\times$ cultivar interaction. Conservation tillage increased sympodial branch number in Varamin, Khordad, and Khorshidi by 8–15% compared with conventional tillage, suggesting improved reproductive development under enhanced soil moisture retention and reduced stress. Varamin consistently produced the highest number of sympodial branches, whereas Kashmar and Sajedi showed lower values and limited responsiveness to tillage system. Weed dry biomass was strongly affected by tillage system, with conservation tillage reducing weed biomass by up to 56% relative to conventional tillage. The highest weed biomass (192.7 g m⁻²) was observed in Sajedi under conventional tillage, while the lowest (83.3 g m⁻²) occurred in Varamin under conservation tillage. Reduced weed growth under conservation tillage was attributed to improved soil cover and restricted weed emergence. The number of bolls per plant was significantly influenced by the tillage $\times$ cultivar interaction. Conservation tillage increased boll number in all cultivars, with Varamin producing the highest number (12.3 bolls per plant), representing a 23% increase compared with conventional tillage. Similarly, the weight of 30 bolls was significantly greater under conservation tillage, with the maximum value (173 g) recorded for Varamin, followed by Khordad (167 g), corresponding to increases of 19–27% relative to conventional tillage.

Conclusion: The results demonstrate that conservation tillage can enhance cotton yield components and lint yield under the agro-ecological conditions of Esfarayen, while simultaneously reducing weed biomass and input requirements. Among the evaluated cultivars, Varamin and Khordad exhibited superior performance and adaptability under conservation tillage. Therefore, integrating conservation tillage with appropriate cultivar selection is recommended as an effective strategy to improve productivity, reduce fuel consumption, and promote sustainable cotton production in water-limited regions.

Cite this article: Naseh, M., Babaeian, M., Esmacilian, Y. (2025). Effect of Conservation Tillage on Yield and Yield Components of Cotton Cultivars. *Iranian Journal Cotton Researches*, 13 (1), 47-62.



© The author(s)



10.22092/ijcr.2025.371586.1248

Publisher: Cotton Research Institute of Iran



تأثیر خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پنبه

مهدی ناصح^۱، مهدی بابائیان^{۲*}، یاسر اسماعیلیان^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

^۲ استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

^۳ دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی گناباد، گناباد، ایران، رایانامه: Bbaecian@ub.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: افزایش بهره‌وری و پایداری تولید پنبه در شرایط اقلیمی و منابع خاک و آب محدود، از اهداف اصلی کشاورزی پایدار است. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی با حفظ رطوبت خاک، کاهش مصرف انرژی و بهبود عملکرد محصول می‌توانند نقش مهمی در دستیابی به این اهداف ایفا کنند. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و رایج بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکردی ارقام مختلف پنبه در شهرستان اسفراین انجام شد. مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال ۱۴۰۳ در اراضی کشت و صنعت شهرستان اسفراین در قالب اسپلیت پلات و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی سیستم‌های خاک‌ورزی در دو سطح شامل کم‌خاک‌ورزی (سیکلوتیلر) و خاک‌ورزی رایج (گاواهن برگردان‌دار + دیسک + سیکلوتیلر) و عامل فرعی ارقام پنبه در پنج سطح شامل خرداد، کاشمر، ورامین، خورشیدی و ساجدی در نظر گرفته شد. صفات مورفولوژیک و عملکردی اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه رویا و زایا، تعداد غوزه، وزن ۳۰ غوزه، عملکرد وش و وزن خشک علف‌های هرز بود. داده‌ها پس از برداشت با نرم‌افزار SAS 9.4 آنالیز و نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم شدند. یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد وش (۱۳۸۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کم‌خاک‌ورزی و رقم ورامین و کمترین عملکرد (۱۰۱۸ کیلوگرم در هکتار) در خاک‌ورزی رایج و رقم ساجدی حاصل شد، که اختلافی حدود ۲۶ درصد را نشان می‌دهد. همچنین بیشترین تعداد غوزه در بوته و وزن ۳۰ غوزه مربوط به تیمار کم‌خاک‌ورزی و رقم ورامین بود که با توجه به نقش این صفات در تعیین عملکرد نهایی، عملکرد وش نیز در این تیمار بیشتر شد. سایر صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع بوته و شاخه‌های زایا نیز تحت تأثیر سیستم خاک‌ورزی و رقم قرار گرفتند. نتیجه‌گیری: باتوجه به شرایط آب و هوایی و خصوصیات خاک منطقه، کشت ارقام ورامین و خرداد به روش خاک‌ورزی حفاظتی ضمن افزایش عملکرد وش، بهبود اجزای عملکرد، صرفه‌جویی در مصرف سوخت و کاهش ترافیک مزرعه، می‌تواند راهکاری مؤثر برای تولید پایدار پنبه در شهرستان اسفراین باشد.
واژه‌های کلیدی: کشاورزی پایدار شخم حفاظتی عملکرد وش	

استناد: ناصح، مهدی؛ بابائیان، مهدی؛ اسماعیلیان، یاسر (۱۴۰۴). تأثیر خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پنبه. مجله پژوهش‌های پنبه/ایران، ۱۳ (۱)، ۴۷-۶۲.



10.22092/ijcr.2025.371586.1248

© نویسندگان

ناشر: موسسه تحقیقات پنبه کشور



مقدمه

براساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته جمعیت دنیا تا سال ۲۰۵۰ حدود ۱۰ میلیارد نفر خواهد رسید، این امر امنیت غذایی برای بشر را با مجموعه‌ای از مسائل و چالش‌ها روبرو خواهد ساخت (روس و همکاران، ۲۰۱۷). امروزه افزایش روند تخریب منابع آبی، خاکی و محیط‌زیست به دلیل استفاده زیاد نهاده‌های شیمیایی از طرفی و کاربرد ادوات و ماشین آلات سنگین در سامانه‌های تولید محصولات کشاورزی، سبب توجه به موضوع کشاورزی پایدار شده است. کنترل فرسایش خاک، بهبود حاصلخیزی و کاهش خسارت بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز، تثبیت عملکرد در شرایط نامناسب و نامطلوب و افزایش عملکرد در شرایط مناسب محیطی، افزایش کارایی استفاده از منابع محیطی و ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستم زراعی از هدف‌های اصلی کشاورزی پایدار هستند (یانگ و همکاران، ۲۰۱۴). خاک بعنوان مهمترین عنصر در تولید محصولات کشاورزی بشدت متأثر از فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد به طوری که مصرف نهاده‌های شیمیایی، تردد ادوات سنگین و شخم عمیق بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را تحت تأثیر قرار داده است. از این لحاظ توجه به روش‌های حفاظت خاک یکی از اساسی‌ترین جنبه‌های تولید پایدار محصولات کشاورزی می‌باشد (لال، ۲۰۱۵).

در بین محصولات زراعی، پنبه به جهت مصارف متفاوت الیاف، تأمین خوراک دام و تهیه روغن نباتی و ارتباط تنگاتنگ با بخش صنعت، از اهمیت بالایی در سامانه‌های تولید پایدار برخوردار است. توجه به روش‌های حفاظتی تولید این محصول و یافتن ارقام سازگار به این روش‌ها، می‌تواند در طراحی بوم نظام‌های کشاورزی منطقه‌ای، در تعادل با محیط زیست کمک کند. تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد پنبه در نقاط مختلف دنیا مورد بررسی قرار گرفته و نتایج بدست آمده در این پژوهش‌ها، متفاوت و بعضاً متضاد است. بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد پنبه در کشور

پاکستان نشان داد سیستم بی‌خاک‌ورزی تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، عملکرد وش، وزن صد دانه، بیشتری نسبت به کم‌خاک‌ورزی تولید کرد (خان و همکاران، ۲۰۲۱). یافته‌های دیگری نیز نشان داد که عملکرد گیاه پنبه به صورت کم‌خاک‌ورزی و کاربرد ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن بیشتر از عملکرد آن در روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج با مصرف مقدار کود مشابه بود (عثمان و همکاران، ۲۰۱۴). از سوی دیگر، بررسی مقایسه عملکرد محصول پنبه در روش‌های رایج و بی‌خاک‌ورزی در منطقه کالیفرنیا آمریکا نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین این دو روش از لحاظ عملکرد محصول پنبه وجود نداشت (میچل و همکاران، ۲۰۱۶). گزارش تحقیق عباس و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که کارایی و راندمان اقتصادی گیاه پنبه تحت کشت مستقیم ۵۴ درصد بالاتر از راندمان و کارایی اقتصادی آن در خاک‌ورزی رایج بود. نتایج مقایسه خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی در کشور رومانی نیز نشان داد که در روش کم‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی رایج رطوبت بیشتری در خاک حفظ نمودخیره گردید (روس و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهشی دیگر قادری و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر ارقام مختلف گیاه پنبه چنین گزارش کردند که در بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، طوری که در همه ارقام مورد بررسی طول شاخه رویا، عملکرد وش، تعداد غوزه و ارتفاع بوته در روش خاک‌ورزی حفاظتی (چیزل و دیسک) بیشتر از روش خاک‌ورزی رایج و بدوم شخم بود. ورهالست و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی‌های خود چنین گزارش کردند که عملکرد وش پنبه تحت سیستم کشاورزی حفاظتی بالاتر از سیستم رایج بوده است.

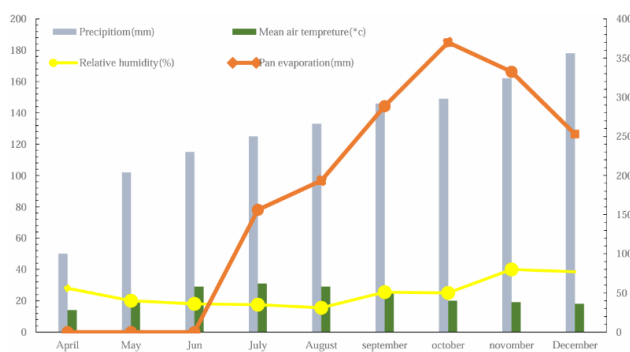
با توجه به شرایط اقلیمی متنوع، منابع محدود آب و خاک و اهمیت پنبه در برنامه‌ریزی الگوی کشت استان خراسان شمالی، بررسی روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و ارقام سازگار به این روش‌ها ضروری است. هدف این پژوهش بررسی اثر سیستم‌های خاک‌ورزی

حفاظتی و رایج بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکردی ارقام مختلف پنبه در شهرستان اسفراین است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۴۰۳ در اراضی کشاورزی کشت و صنعت شهرستان اسفراین استان خراسان شمالی اجرا گردید. مختصات جغرافیایی منطقه عبارت است از طول ۵۷ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۶۲ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۲۶۰ متر

است. آب و هوای منطقه معتدل متمایل به سرد و خشک است؛ متوسط درجه حرارت سردترین ماه (بهمن) ۱/۸ درجه سانتیگراد و میانگین درجه حرارت گرم‌ترین ماه (تیر و مرداد) ۲۵ درجه سانتیگراد و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۳/۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. داده‌های هواشناسی ماه‌های اجرای آزمایش در نمودار (۱) قابل مشاهده است. بافت خاک منطقه مورد آزمایش نیز لومی-رسی بوده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در جدول (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- داده‌های هواشناسی ثبت شده منطقه مورد آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۳ (فروردین تا آذرماه)

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری

بافت خاک	pH	EC (m S/cm)	Zn (PPM)	Mn (PPM)	Fe (PPM)	Ca (meq/Lit)	P (PPM)	K (PPM)	N (%)
لومی رسی	۸	۷/۹	۱/۶	۸/۴	۷/۳	۲۳	۱۵۱	۳۲۱	۰/۱۳

متر بود. بذور پنبه قبل از کاشت به‌وسیله سم قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به میزان ۲۰ گرم برای ۱۰۰ گرم بذر، ضدعفونی شدند. در طول فصل رشد از صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه رویا و زلیا، تعداد غوزه، وزن ۳۰ غوزه، عملکرد وش و همچنین وزن خشک علف‌های هرز نمونه‌برداری و یادداشت برداری شد. در طول دوره رشد با توجه به نیاز کرت‌ها، مبارزه با آفات و بیماری‌ها صورت گرفت. آبیاری با مدار ۱۲ روز به‌صورت غرقابی انجام شد. به منظور انجام اندازه‌گیری های لازم قبل از برداشت پنبه ردیف حاشیه و کناری همچنین یک متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها در نظر گرفته نشد و تعداد پنج بوته به‌طور تصادفی گزینش و علامت‌گذاری شد و صفات مورفولوژیک و عملکردی

آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی کشت و صنعت شهرستان اسفراین اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: عامل اصلی خاک‌ورزی در دو سطح (کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج) و عامل فرعی نیز ارقام مختلف پنبه در پنج سطح (خرداد، کاشمر، ورامین، خورشیدی و ساجدی) بود. تیمار کم خاک‌ورزی با دستگاه سیکلوتیلر همراه با دیسک سبک صورت گرفت و تیمار خاک‌ورزی رایج به‌وسیله گاواهن برگردان دار با دیسک و سیکلوتیلر انجام شد. تیمار ارقام نیز در ۶ خط به طول ۶ متر با فاصله خطوط ۸۰ سانتیمتر و فاصله ۲۰ سانتی‌متری بذور روی ردیف کشت شدند. فاصله بین کرت‌ها ۱/۵ متر و فاصله بین تکرارها ۲/۵

بوته‌های انتخاب شده مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و در نهایت داده‌ها بعد از برداشت در نرم‌افزار Excel وارد گردید و آزمون نرمال‌سازی داده‌ها انجام گرفت و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 آنالیز شده و به کمک نرم‌افزار Excel نمودارها و شکل‌ها ترسیم شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد اثر تیمار خاک‌ورزی بر صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$) معنی‌دار شد. از طرفی اثر رقم و همچنین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر این صفت در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تقریباً در همه ارقام، ارتفاع بوته‌های پنبه در خاک‌ورزی رایج نسبت به کم‌خاک‌ورزی بیشتر بود که این تفاوت در ارقام خرداد و ورامین نسبت به سایر ارقام محسوس‌تر بنظر می‌رسید. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل، در شرایط خاک‌ورزی رایج بیشترین ارتفاع بوته در رقم ورامین با میانگین $137/7$ سانتی‌متر مشاهده شد که با رقم خرداد با میانگین ارتفاع $132/7$ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین رقم کاشمر با 122 سانتی‌متر در رتبه بعدی قرار گرفت و ارقام خورشیدی و ساجدی بدون اختلاف معنی‌دار با هم بترتیب با میانگین $105/3$ و $103/7$ کمترین ارتفاع را در نشان دادند. بر اساس نتایج بدست آمده، در شرایط کم‌خاک‌ورزی ارتفاع بوته تمام ارقام مورد مطالعه نسبت به خاک‌ورزی رایج کاهش یافت. هرچند در این شرایط نیز رقم ورامین با میانگین $111/3$ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را داشت پس از آن ارقام خرداد، کاشمر و خورشیدی بترتیب با میانگین 104 ، 103 و $97/33$ سانتی‌متر بدون اختلاف معنی‌دار در رتبه بعدی قرار گرفتند و رقم ساجدی نیز با میانگین $93/67$ کمترین ارتفاع بوته را نشان داد (شکل ۲).

نتایج این پژوهش نشان داد در هر دو سیستم خاک‌ورزی، رقم‌های خرداد و ورامین بیشترین ارتفاع بوته را داشتند و کمترین ارتفاع بوته نیز در هر دو

سیستم خاک‌ورزی در ارقام ساجدی و خورشیدی مشاهده گردید. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تفاوت ارتفاع بوته بین ارقام مختلف پنبه عمدتاً ناشی از عوامل ژنتیکی است (رحمان و همکاران، ۲۰۲۰). در پژوهشی ژانگ و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند ارتفاع بوته، به‌عنوان یکی از اجزای مهم معماری گیاه پنبه، عمدتاً یک صفت کمی است و به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار دارد. همچنین محققانی دیگر اظهار داشتند ارتفاع بوته در پنبه تحت کنترل چندین ژن قرار دارد و تحت تأثیر عوامل ژنتیکی نیز می‌باشد (لی و همکاران، ۲۰۲۴). از طرفی لیو و همکاران (۲۰۲۰) در گزارشی دیگر بیان شد ارتفاع بوته در پنبه دارای وراثت‌پذیری بالایی (0.76) بود که نشان می‌دهد این صفت عمدتاً تحت کنترل عوامل ژنتیکی قرار دارد. محققان در پژوهشی دیگر در گیاه پنبه نشان دادند ارتفاع بوته در پنبه توسط چندین ناحیه ژنتیکی کنترل می‌شود و بین ژنوتیپ‌ها تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی دارد (ون و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به اینکه صفت ارتفاع بوته تحت تأثیر ژنوتیپ است در بین ارقام مورد مطالعه در این پژوهش ارقام خرداد و ورامین با توجه به خصوصیات ژنتیکی نسبت به سایر ارقام از ارتفاع بالاتری برخوردار بودند. همان‌طور که بیان شد روش خاک‌ورزی حفاظتی موجب کاهش ارتفاع بوته در تمام ارقام مورد مطالعه شد با این حال شدت این کاهش بین ارقام مورد مطالعه متفاوت بود. در میان ارقام مورد بررسی، بیشترین کاهش ارتفاع مربوط به رقم خرداد با $27/59$ درصد و سپس ورامین با $23/71$ درصد اختصاص داشت، در مقابل، ارقام خورشیدی و ساجدی کاهش کمتری داشتند و به‌ترتیب تنها $8/81$ و $10/70$ درصد کاهش ارتفاع نشان دادند (شکل ۲). بر اساس این نتایج رقم خرداد بیشترین حساسیت را به سیستم حفاظتی نشان داد و رقم ورامین در رتبه بعد قرار گرفت، که بیانگر وابستگی بیشتر این دو رقم به شرایط خاک‌ورزی عمیق‌تر و استقرار مناسب بذر است. در مقابل، کاهش ناچیز ارتفاع ارقام خورشیدی و ساجدی حاکی از سازگاری بیشتر این دو رقم با شرایط کم‌خاک‌ورزی و احتمالاً

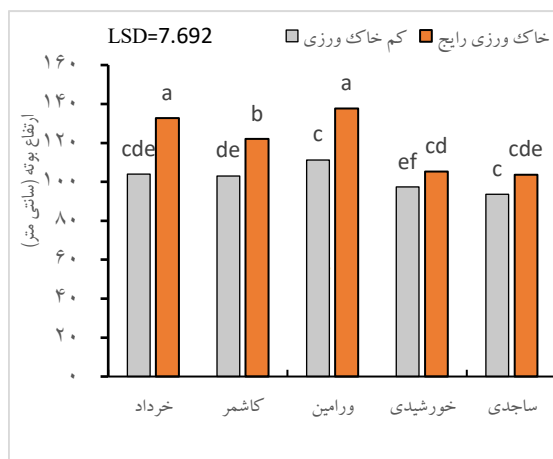
توانایی بهتر آن‌ها در ریشه‌زایی و تحمل مقاومت فیزیکی خاک است. این الگو به‌خوبی نشان می‌دهد که واکنش رشد رویشی ارقام نسبت به سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی یکسان نیست و انتخاب رقم مناسب می‌تواند نقش مهمی در کاهش اثرات منفی احتمالی خاک‌ورزی حفاظتی ایفا کند.

به نظر می‌رسد که افزایش ارتفاع بوته در شرایط خاک‌ورزی رایج در مقایسه با کم‌خاک‌ورزی می‌تواند بدلیل گسترش راحت‌تر ریشه در مراحل ابتدایی رشد در سیستم‌های خاک‌ورزی رایج (بدلیل شخم عمیق) و امکان بهتر جذب آب و سایر عناصر غذایی ارتفاع بوته در مقایسه با سیستم کم‌خاک‌ورزی باشد که با نتایج آزمایش رن و همکاران (۲۰۱۸) و فرهی و همکاران (۲۰۲۴) مطابقت دارد. نتایج مطالعه خلیلیان و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، سیستم‌های بدون شخم و شخم حداقل ارتفاع بوته را کاهش دادند. در یک بررسی دیگر، گزارش شد که ارتفاع ذرت در خاک‌ورزی مرسوم به‌طور معنی‌داری بیش از بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی بود (کوئو، ۲۰۱۲).

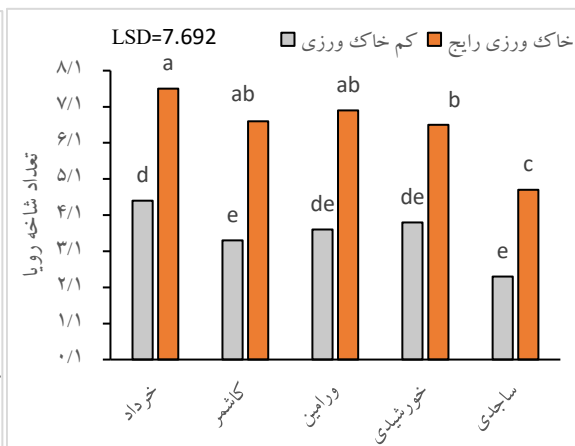
تعداد شاخه رویا: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار خاک‌ورزی بر صفت تعداد شاخه رویا در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$) معنی‌دار بود در صورتی‌که اثر رقم و همچنین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم در این صفت در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها (شکل ۳) نشان داد در شرایط خاک‌ورزی رایج، تعداد شاخه دوم برای ارقام خرداد، کاشمر، ورامین، خورشیدی و ساجدی بترتیب ۷/۵، ۶/۹، ۶/۶ و ۶ است و در تیمار کم‌خاک‌ورزی این مقادیر به‌ترتیب ۴/۴، ۳/۳، ۳/۶، ۳/۸ و ۳/۲ برآورد شد.

چنانکه نتایج بدست آمده نشان می‌دهد بیشترین تعداد شاخه رویا در تیمار خاک‌ورزی رایج و رقم خرداد با میانگین ۷/۵ عدد در بوته بدست آمد که با رقم ورامین و کاشمر در خاک‌ورزی رایج بترتیب با میانگین ۶/۹ و ۶/۶ عدد، اختلاف معنی‌داری نداشت و پایین‌ترین مقدار مربوط به رقم کاشمر در کم‌خاک‌ورزی (۲/۳ شاخه) مشاهده شد.

مقادیر مقایسه میانگین داده‌ها در شکل (۳) نشان داد خاک‌ورزی رایج نسبت به کم‌خاک‌ورزی در همه ارقام به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد شاخه‌های دوم شد، به‌گونه‌ای که این افزایش در رقم خرداد، ۴۱/۳۳ درصد، در رقم کاشمر ۵۰ درصد بود و در ارقام ورامین و خورشیدی و ساجدی نیز بترتیب افزایش ۴۷ و ۳۱/۶۱ و ۵۱/۰۶ درصدی مشاهده شد. این نتایج، بیانگر نقش مثبت خاک‌ورزی رایج در بهبود رشد شاخه‌های جانبی پنبه در مقایسه با کم‌خاک‌ورزی است. به نظر می‌رسد به جهت اینکه در سیستم خاک‌ورزی رایج، عمق و میزان شخم بیشتر از سیستم حفاظتی است، توسعه عمق بهتر ریشه و بهبود انتقال مواد غذایی به اندام‌های رویشی در ابتدای فصل رشد، موجب افزایش ارتفاع بوته می‌گردد. با افزایش ارتفاع بوته، تعداد جوانه رویشی و جانبی افزایش یافت که به طبع تعداد شاخه‌های رویشی در این بوته‌ها را افزایش داد که با نتایج آزمایش سردار و همکاران (۲۰۱۴) همسو بود. در پژوهشی دیگر نوروزی قلی‌آباد و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که در سیستم خاک‌ورزی رایج و رقم خرداد پنبه تعداد شاخه رویا بیشتر از سیستم کم‌خاک‌ورزی و سایر ارقام بود. این امر بیانگر اهمیت انتخاب رقم و سامانه خاک‌ورزی مناسب در استراتژی‌های مدیریت مزارع پنبه برای افزایش شاخص‌های عملکردی گیاه است.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر ارتفاع بوته



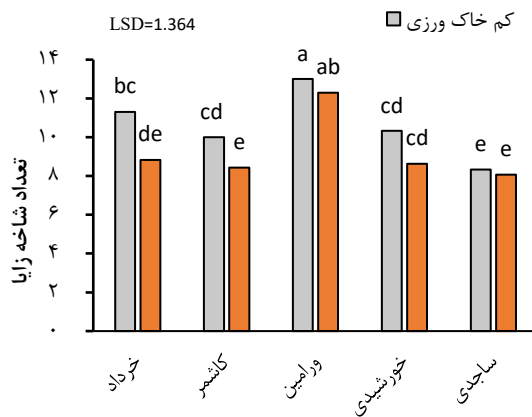
شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر تعداد شاخه رویا

نظر شاخه‌زایی در سطح میانی بین ارقام قرار گرفت. در مقابل، ارقام کاشمر و ساجدی کمترین تعداد شاخه زایا را داشتند و از نظر این صفت ضعیف‌تر از سایر ارقام بودند. این نتایج بیانگر آن است که اختلاف ژنتیکی بین ارقام نقش مهمی در تعیین توان شاخه‌زایی ایفا می‌کند؛ به گونه‌ای که ارقام با پتانسیل رشدی بالاتر مانند ورامین و خورشیدی دارای قدرت رویشی و شاخه‌زایی بیشتری بودند، در حالی که ارقام کاشمر و ساجدی از نظر این ویژگی محدودتر عمل کردند. بر اساس این نتایج، می‌توان گفت رقم ورامین از نظر صفت تعداد شاخه زایا بهترین رقم در میان ارقام مورد بررسی بود. افزایش تعداد شاخه‌های زایا در شرایط کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی رایج را می‌توان به چند عامل فیزیولوژیک و فیزیکی خاک نسبت داد. در روش کم‌خاک‌ورزی، برهم خوردن ساختمان خاک کمتر است و در نتیجه پایداری خاکدانه‌ها، تخلخل مناسب و رطوبت خاک بهتر حفظ می‌شود. این شرایط موجب بهبود جوانه‌زنی، رشد اولیه ریشه و گسترش یکنواخت‌تر سیستم ریشه‌ای می‌شود که به تأمین بهتر آب و عناصر غذایی برای گیاه کمک می‌کند. همچنین، کم‌خاک‌ورزی باعث کاهش تبخیر سطحی و حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک می‌شود که نقش عایق حرارتی داشته و نوسانات دمایی خاک را کاهش می‌دهد؛ این عوامل در مجموع شرایط پایدارتر و مناسب‌تری را برای رشد رویشی و تشکیل شاخه‌های

تعداد شاخه زایا: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد شاخه زایا نداشت ولی اثر رقم و همچنین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه اثر متقابل در شکل (۴) رقم ورامین در تیمار کم‌خاک‌ورزی با میانگین ۱۳ شاخه بیشترین مقدار را نشان داد که علی‌رغم افزایش ۸ درصدی نسبت به خاک‌ورزی رایج، اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت. رقم خورشید در کم‌خاک‌ورزی ۱۰ شاخه زایا تولید کرد که نسبت به خاک‌ورزی رایج ۱۲ درصد بیشتر بود که در این رقم نیز اختلاف معنی‌داری بین روش‌های خاک‌ورزی مشاهده نشد. در رقم خرداد نیز کم‌خاک‌ورزی موجب ۱۵ درصد افزایش در تعداد شاخه زایا نسبت به خاک‌ورزی رایج شد. در مقابل، ارقام کاشمر و ساجدی کمترین تعداد شاخه زایا را تولید کردند و تفاوت بین دو روش خاک‌ورزی در این ارقام کمتر از ۵ درصد بود.

از طرفی در نمودار مقایسه میانگین ارقام مختلف پنبه از نظر صفت تعداد شاخه زایا، تفاوت آشکاری بین ارقام مشاهده شد. رقم ورامین با میانگین بالاترین مقدار شاخه زایا، از سایر ارقام برتر بود و بیشترین توان شاخه‌زایی را نشان داد. پس از آن، رقم خورشیدی در رتبه دوم قرار گرفت و تعداد شاخه زایای نسبتاً بالایی تولید کرد. رقم خرداد نیز عملکرد متوسطی داشت و از

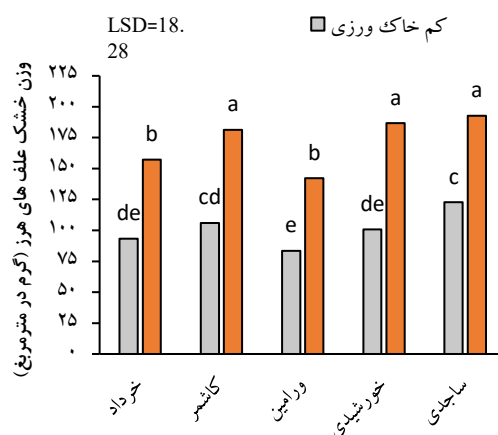
خاک‌ورزی حفاظتی (چیزل و دیسک) بیشتر از تیمار خاک‌ورزی رایج بود که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. صفت تعداد شاخه زایا از اجزاء اصلی و مهم در عملکرد پنبه بوده و رابطه مستقیمی با عملکرد دارد (مرادقلی و همکاران، ۲۰۲۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر تعداد شاخه زایا

لایه‌های خاک و قرار گرفتن بذرها در علف‌های هرز در شرایط مناسب‌تر برای جوانه‌زنی، رشد علف‌های هرز را تسهیل کرد. مشابه نتایج بدست آمده در این پژوهش، اسلامی و همکاران (۲۰۱۸) که گزارش نمودند که در سیستم‌های کم خاک‌ورزی به جهت وجود بقایای گیاهی در سطح خاک، رقابت بین گونه‌ای افزایش پیدا کرده و وزن خشک علف‌های هرز در این سیستم به‌طور معنی‌داری نسبت به سیستم رایج خاک‌ورزی کاهش می‌یابد. در ارتباط با تفاوت وزن خشک علف‌های هرز تحت تاثیر ارقام مورد مطالعه به نظر می‌رسد دلیل اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده مربوط می‌شود به قدرت رشد رویشی، تراکم بوته و میزان پوشش تاجی ارقام پنبه، مطابق نتایج بدست آمده، رقم ورامین با رشد رویشی قوی‌تر و سایه‌اندازی بیشتر، توانست رقابت مؤثرتری با علف‌های هرز داشته باشد. بر اساس نتایج پژوهش‌های صورت گرفته بقایای گیاهی باقی‌مانده بر سطح خاک در طی فرآیند تجزیه، ترکیبات فیتوتوکسیک و آلوپاتیک آزاد می‌کنند که می‌تواند جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهان، به‌ویژه علف‌های

زایا فراهم می‌کنند. بنابراین، افزایش تعداد شاخه‌های زایا در تیمار کم خاک‌ورزی ناشی از بهبود شرایط فیزیکی و زیستی خاک و کاهش تنش رطوبتی در مراحل رشد گیاه است. قادری فر و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تعداد شاخه زایا گیاه پنبه در سیستم



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر وزن خشک علف‌های هرز

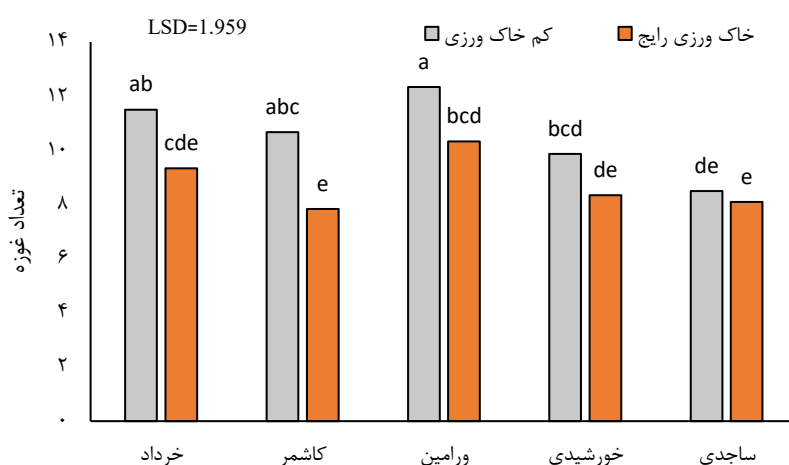
وزن خشک علف‌های هرز: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمارهای خاک‌ورزی و رقم و همچنین اثرات متقابل آنها بر صفت وزن خشک علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار گردید (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در تیمار خاک‌ورزی رایج و رقم ساجدی مشاهده شد که میانگین آن برابر ۱۹۲/۷ گرم در مترمربع بود و کمترین وزن خشک علف‌های هرز نیز در تیمار کم خاک‌ورزی و رقم ورامین با میانگین ۸۳/۳۳ گرم در مترمربع به دست آمد به طوری که اختلاف بین بیشترین و کمترین میزان وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای مورد بررسی ۵۶ درصد مشاهده شد (شکل ۵).

این نتایج نشان داد که کم خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، کاهش نفوذ نور به بذرها و علف‌های هرز و محدود کردن جوانه‌زنی آنها، موجب کاهش رشد و تجمع زیست‌توده علف‌های هرز شد. از سوی دیگر، در خاک‌ورزی رایج، برهم خوردن

را با میانگین ۱۲/۳۳ عدد در تیمار کم‌خاک‌ورزی تولید کرد که نسبت به خاک‌ورزی رایج ۲۳ درصد افزایش داشت و در رتبه نخست قرار گرفت. پس از آن، رقم خرداد با میانگین ۱۱/۵۰ غوزه در کم‌خاک‌ورزی و رقم کاشمر با ۱۰/۶۷ غوزه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. کمترین تعداد غوزه مربوط به رقم ساجدی در شرایط خاک‌ورزی رایج بود که نسبت به کم‌خاک‌ورزی ۱۸ درصد کاهش نشان داد (شکل ۵). به‌طور کلی، کم‌خاک‌ورزی با بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، حفظ رطوبت و افزایش پایداری محیط ریشه، شرایط بهتری برای تشکیل غوزه فراهم کرد. با توجه به نتایج آزمایش به نظر می‌رسد که افزایش تعداد شاخه زایا در رقم ورامین در تیمار کم‌خاک‌ورزی موجب گردید که در این تیمار تعداد غوزه بیشتری نیز تشکیل گردد و از طرفی کاهش تعداد شاخه زایا در رقم کاشمر موجب کاهش تعداد غوزه نیز گردید. خان و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی‌های خود اعلام کردند که در سیستم‌هایی که در آنها خاک‌ورزی شدت بیشتری دارد اجزای عملکرد پنبه به‌ویژه تعداد غوزه در بوته کاهش معنی‌داری خواهد یافت بطوریکه تعداد غوزه در بوته در سیستم بی خاک‌ورزی بیشتر از سیستم‌های خاک‌ورزی بوده است که نتایج آزمایش دیلان و همکاران (۲۰۲۰) نیز مؤید این مطلب می‌باشد.

هرز را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد (بونامی و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین محققان دیگر گزارش نمودند که پوشش بقایای گیاهی در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی با ایجاد مانع فیزیکی و آزادسازی مواد بازدارنده، موجب کاهش جوانه‌زنی و ظهور گونه‌های مختلف علف هرز می‌شود (نیکولوچ و همکاران، ۲۰۲۱). در پژوهشی دیگر برهم‌کنش‌های شیمیایی میان گیاهان از طریق آزادسازی آللوکمیکال‌ها از بقایای گیاهی و ریشه‌ها، یکی از مهم‌ترین سازوکارهای کاهش جوانه‌زنی گیاهان رقیب در سیستم‌های کشاورزی حفاظتی به‌شمار می‌رود (کونگ و همکاران، ۲۰۲۴).

تعداد غوزه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها که در جدول (۲) ارائه شده است اثرات ساده تیمارهای خاک‌ورزی و رقم بر صفت تعداد غوزه از نظر آماری معنی‌دار نبود اما اثرات متقابل خاک‌ورزی و رقم بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل میانگین تعداد غوزه در ارقام مختلف پنبه تحت دو روش خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری نشان داد. در تمام ارقام، کم‌خاک‌ورزی سبب افزایش تعداد غوزه نسبت به خاک‌ورزی رایج شد. رقم ورامین بیشترین تعداد غوزه



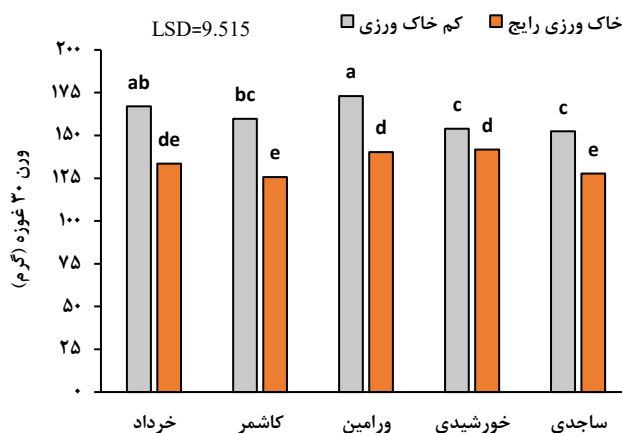
شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر تعداد غوزه

از طرفی تفاوت بین ارقام از نظر تعداد غوزه نشان داد این صفت تحت تأثیر وراثت بوده و انتخاب ژنتیکی در شرایط مختلف موثر است. در همین راستا محققین گزارش نمودند وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه بین ژنوتیپ‌های مختلف پنبه برای صفت تعداد غوزه در گیاه نشان داد تعداد غوزه صفتی ژنتیکی و متغیر بین ژنوتیپ‌هاست (نادام و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین کاتیروان و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که در نسل F₃، تعداد غوزه در بوته تحت تأثیر تفاوت‌های ژنتیکی قرار دارد؛ ضریب تغییرات فنوتیپی برای این صفت بیشتر از ضریب تغییرات ژنتیکی است، اما وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی حاکی از نقش قابل توجه ژن‌ها در تعیین این صفت است.

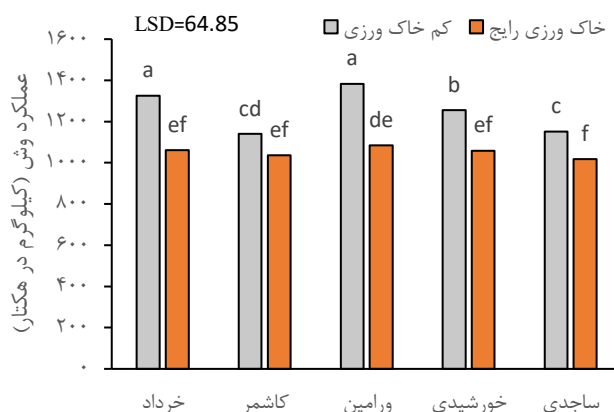
وزن ۳۰ غوزه: مطابق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار خاک‌ورزی و اثر ساده تیمار رقم بر صفت وزن ۳۰ غوزه در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.1$) معنی‌دار شد درحالی‌که اثرات متقابل خاک‌ورزی و رقم در صفت مورد نظر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج بدست آمده نشان داد در بین تیمارهای مورد بررسی بیشترین مقدار وزن ۳۰ غوزه در شرایط کم خاک‌ورزی مربوط به رقم ورامین با میانگین ۱۷۳ گرم بود و بعد از آن رقم خرداد با میانگین ۱۶۷ گرم در رتبه بعدی قرار گرفت که اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. رقم‌های خورشیدی و ساجدی نیز بترتیب با میانگین ۱۵۴ و ۱۵۲/۴ گرم کمترین مقدار وزن ۳۰ غوزه را به خود اختصاص دادند اما در روش کم خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری بین ارقام خورشیدی، ورامین و خرداد مشاهده نشد که بترتیب مقادیر ۱۴۱/۷ و ۱۴۰/۲ و ۱۳۳/۵ را به خود اختصاص دادند (شکل ۶). بر اساس نتایج این پژوهش در روش کم خاک‌ورزی مقادیر بدست آمده برای صفت وزن ۳۰ غوزه، برای تمام ارقام مورد مطالعه بیشتر از مقادیر بدست آمده در روش خاک‌ورزی رایج بود. به طوری که روش کم خاک‌ورزی در مقایسه با روش خاک‌ورزی رایج عملکرد وزن ۳۰ غوزه را در ارقام کاشمر، خرداد، ورامین ساجدی و خورشیدی بترتیب به میزان ۲۷/۱۲، ۲۳/۳۹، ۲۵/۰۹،

۱۹/۳۴ و ۸/۶۸ درصد افزایش داد (شکل ۶). به‌طور کلی، رقم ورامین با برخورداری از بالاترین وزن ۳۰ غوزه، عملکرد بهتری نسبت به سایر ارقام داشت که احتمالاً ناشی از ویژگی‌های ژنتیکی مطلوب آن از نظر پر شدن غوزه، توانایی بالاتر در انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و سازگاری بیشتر با شرایط کم خاک‌ورزی بوده است. به نظر می‌رسد که در رقم ورامین و سیستم کم خاک‌ورزی به جهت حفظ رطوبت خاک و در دسترس بودن عناصر غذایی و همچنین ارتفاع کم این رقم سبب شده است که عناصر غذایی بیشتر به غوزه‌ها انتقال پیدا کرده تا اینکه صرف رشد طولی بوته شود و همین دلیل سبب افزایش وزن غوزه‌ها در آزمایش بود که با نتایج آزمایش نوروزی قلی آباد و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت. در مقابل، ارقام خورشیدی و ساجدی به دلیل حساسیت بیشتر به تغییرات فیزیکی خاک، محدودیت در توسعه ریشه و احتمالاً ظرفیت پایین‌تر در جذب مواد غذایی، کمترین وزن ۳۰ غوزه را نشان دادند. افزایش عملکرد در شرایط کم خاک‌ورزی را می‌توان به بهبود رطوبت خاک، کاهش تراکم لایه‌های سخت، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه بهبود دسترسی گیاه به مواد غذایی نسبت داد. از سوی دیگر، در روش خاک‌ورزی رایج به‌علت برهم خوردن تعادل فیزیکی خاک و از بین رفتن ساختار پایدار خاک‌دانه‌ها، شرایط رشد ریشه و جذب عناصر غذایی محدودتر شده و در نهایت کاهش وزن غوزه‌ها را به دنبال داشته است. وزن غوزه‌ها تحت تأثیر شرایط محیطی، اقلیمی رشد و نمو قرار گرفته و دماهای متوسط به بالا در طی روز امکان دارد موجب کاهش سنتز مواد فتوسنتزی و تولید هیدرات‌های کربن قرار گیرند و دماهای بالا در شب سبب افزایش تنفس نوری و کاهش مواد فتوسنتزی می‌شوند که نتیجه این امر سبب کاهش تشکیل بذر، کاهش تعداد و اندازه غوزه می‌شوند. (لوخلنده و همکاران، ۲۰۱۴). حمیدی و همکاران (۲۰۲۲) و شاه و رشید (۲۰۱۹) گزارش کردند که در ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد غوزه در بوته وجود داشت همچنین آن‌ها گزارش کردند که کاهش وزن غوزه‌ها به دلیل حذف

تعداد زیاد مخازن زایشی و توزیع آسیمیلات بیشتر به غوزه‌های باقی مانده می‌باشد.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر وزن ۳۰ قوزه



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر عملکرد وش

ورامین نسبت به رقم ساجدی به میزان ۲۱/۳۱ درصد عملکرد وش بیشتری داشت اما در شرایط خاک‌ورزی رایج اختلاف معنی‌داری بین ارقام وجود نداشت و عملکرد وش در ارقام ورامین، خرداد، خورشیدی و کاشمر به ترتیب با میانگین ۱۰۸۴، ۱۰۶۲، ۱۰۵۸ و ۱۰۳۶ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. به نظر می‌رسد می‌توان افزایش عملکرد وش در سیستم کم‌خاک‌ورزی نسبت به سیستم خاک‌ورزی رایج را به که قابلیت دسترسی بیشتر به عناصر غذایی در سیستم کم‌خاک‌ورزی نسبت داد. بر اساس گزارش احمد و همکاران (۲۰۲۲) سیستم کم‌خاک‌ورزی (حفاظتی) همراه با بقایای زراعی (یا مدیریت مناسب) باعث افزایش دسترسی خاک به نیتروژن و فسفر و به تبع آن

عملکرد وش: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمارهای خاک‌ورزی و رقم و همچنین اثرات متقابل آن بر صفت عملکرد وش در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه ارقام در روش کم‌خاک‌ورزی نشان داد از بین ارقام مورد مطالعه، رقم‌های ورامین و خرداد به ترتیب با میانگین ۱۳۸۳ و ۱۳۲۶ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار عملکرد وش بودند که به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت. از طرفی کمترین مقدار بدست آمده در شرایط کم‌خاک‌ورزی به ارقام ساجدی و کاشمر به ترتیب با میانگین ۱۱۴۰ و ۱۱۵۲ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت. این نتایج نشان داد در شرایط کم‌خاک‌ورزی رقم

علفی شدن پنبه کمتر بود و کمترین میزان تعداد شاخه رویا نیز مؤید این مطلب می‌باشد و در مقابل در سیستم کم‌خاک‌ورزی تعداد و وزن ۳۰ غوزه بیشتر از خاک‌ورزی رایج بود که همین امر دلیل اصلی افزایش عملکرد وش در سیستم کم‌خاک‌ورزی بنظر می‌رسد. در مطالعه‌ای نوروزی قلی‌آباد و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند بیشترین میزان عملکرد پنبه با متوسط ۱۵۳۴ کیلوگرم در هکتار مربوط به سیستم کم‌خاک‌ورزی بود و کمترین عملکرد نیز در تیمار خاک‌ورزی رایج با متوسط عملکرد ۱۳۷۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با نتایج آزمایش حاضر همسو بود. زینوند لرستانی و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی از طریق حفظ رطوبت خاک موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی می‌شوند.

افزایش عملکرد وش می‌شود. ایدوو و همکاران (۲۰۲۰) تاکید نمودند بی‌خاک‌ورزی (یا کم‌خاک‌ورزی) باعث می‌شود بقایای گیاهی باقی بمانند، که این امر باعث بهبود بازده استفاده از نیتروژن توسط پنبه می‌شود که عامل مهمی در افزایش عملکرد وش است. از طرفی چون پنبه یک گیاه حساس به سله خاک می‌باشد و اولین آبیاری بعد از کاشت موجب تشکیل سله در سطح خاک شده و لذا در رشد و نمو و عملکرد این گیاه تأثیر منفی می‌گذارد اما با توجه به اینکه در سیستم کم‌خاک‌ورزی بقایای گیاهی در سطح خاک باقی‌مانده و از سله بستن خاک جلوگیری می‌کند که این می‌تواند یکی از دلایل اصلی در افزایش عملکرد پنبه در سیستم کم‌خاک‌ورزی باشد که این نتایج با نتایج آزمایش قادری فر و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. در سیستم کم‌خاک‌ورزی ارتفاع بوته و در واقع

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ارقام پنبه تحت تیمارهای خاک‌ورزی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه رویا	تعداد شاخه زایا	وزن خشک علف‌های هرز	تعداد غوزه	وزن ۳۰ غوزه	عملکرد وش
تکرار	۲	۱۲/۶۳۳ NS	۰/۲۷ NS	۰/۲۰۹ NS	۰/۰۳۳ NS	۰/۰۷۴ NS	۲۵/۵۳۷ NS	۴۳۰/۳ NS
خاک‌ورزی	۱	۲۵۳۹/۲ *	۱/۰۶۴ *	۷/۸۲۳ NS	۳۷۶۶۵/۶۳۳ **	۰/۵۳۳ NS	۵۶۷۱/۸۷۵ **	۲۹۸۸۰/۱۳ **
خطای اول آزمایش	۲	۹۹/۷	۰/۰۱۶	۲/۳۸	۳/۰۳۳	۱۰/۱۶	۰/۷۸۴	۵۴/۱
ارقام	۴	۷۲۵/۷۱۷ **	۰/۰۸۹ **	۶/۹۶۶ **	۱۳۶۴/۸۶۷ **	۲/۸۶۶ NS	۲۸۲/۲۸۸ **	۲۴۰۴۵/۵۵ **
خاک‌ورزی × ارقام	۴	۱۳۰/۲۸۳ **	۰/۴۴۶ **	۱۱/۵۷۷ **	۶۵۲/۴۶۷ **	۱۳/۵۴۸ **	۱۰۰/۰۲ *	۱۱۷۴۷/۹۵ **
خطای دوم آزمایش	۱۶	۱۹/۷۵	۰/۰۱۴	۰/۶۲۱	۱۱۱/۴۹۲	۱/۲۸۱	۳/۲۱۹	۱۴۰۳/۸۲۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۴	۱۱/۹۹	۷/۹۶	۷/۷۳	۱۰/۸۴	۳/۷۳	۳/۲۵

NS، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌داری در سطح ۵٪ و معنی‌داری در سطح ۱٪ را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

هدف این پژوهش بررسی اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی و ارقام مختلف پنبه بر رشد و عملکرد گیاه در شرایط خراسان شمالی به منظور ارتقای کشاورزی پایدار بود. نتایج نشان داد خاک‌ورزی رایج باعث افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های رویشی شد، در حالی که سیستم کم‌خاک‌ورزی تعداد شاخه‌های زایا، تعداد غوزه و وزن ۳۰ غوزه را بهبود بخشید. رقم ورامین بیشترین عملکرد وش را در شرایط کم‌خاک‌ورزی داشت و سایر ارقام واکنش‌های متفاوتی نشان دادند. سیستم کم‌خاک‌ورزی با حفظ بقایای

گیاهی و کاهش رشد علف‌های هرز، شرایط بهینه‌ای برای جذب عناصر غذایی و رشد گیاه فراهم کرد. یافته‌ها بر اهمیت انتخاب رقم مناسب و کاربرد روش‌های حفاظتی خاک در افزایش عملکرد و پایداری مزارع پنبه در خراسان شمالی تأکید دارد. به طور کلی، رقم ورامین در سیستم کم‌خاک‌ورزی بیشترین سازگاری و عملکرد مناسب را در شرایط منطقه آزمایش داشته و توصیه می‌شود که از این تیمار به منظور افزایش محصول و عملکرد در منطقه از این تیمار استفاده گردد. گرچه یافته‌های این مطالعه، اثرات مثبت و عملیاتی خاک‌ورزی حفاظتی را در کوتاه‌مدت

نشان می‌دهد، تأیید نهایی پایداری و ظهور کامل
تأثیرات این سیستم‌ها (به‌ویژه بر ویژگی‌های زیستی و
فیزیکوشیمیایی خاک) مستلزم ادامه پژوهش در قالب
مطالعات بلندمدت چندساله است.

منابع

1. Abbas, H. G., Mahmood A., and Ali, Q. 2016. Zero tillage: A potential technology to improve cotton yield. *Genetika*. 48(2): 761-776.
2. Ahmad, S., Hussain, I., Ghaffar, A., Rahman, M. H. U., Saleem, M. Z., Yonas, M. W., ... & Arslan, M. (2022). Organic amendments and conservation tillage improve cotton productivity and soil health indices under arid climate. *Scientific reports*, 12(1), 14072.
3. Bonanomi, G., Sicurezza, M. G., Caporaso, S., Esposito, A., & Mazzoleni, S. (2006). Phytotoxicity dynamics of decaying plant materials. *New Phytologist*, 169(3), 571-578.
4. Delaune, P.; Mubvumba, P.; Ale, S. 2020. Kimura, E. Impact of no-till, cover crop, and irrigation on Cotton yield. *Agric. Water Manag*, 232, 106038.
5. Eslami, V., Jami Al-Ahmadi, M., & Farahmand, M. (2018). Effect of crop residue management and nitrogen on weed population dynamics and growth in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Iranian Journal of Plant Protection Research*, 32(4), 607–621. (in Persian)
6. Farahi, A., Hosseini, A., Ahmadi, S. M. B., & Ghasemi Mobtaker, H. (2024). Evaluation of different intercropping patterns of maize and forage sorghum under varying tillage levels. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 55(1), 75–88. (in Persian)
7. Ghaderifar, F., Gajri, A., Sadeghnejad, H. R., & Garanjiki, A. R. (2011). Effects of tillage systems on cotton yield after canola in Gorgan. *Iranian Journal of Agricultural Research*, 9(3), 416. (in Persian)
8. Hamidi, A., Mehravar, M., Dinkou, F., Noor Ziarat, R., Maleki Ziarati, H., Safarnejad, A., Khelghatibana, F., Rahnama, K., Monfared, Z., Asadi, F., Katooli Nejad, M.A. (2022). Evaluation of Foreign Cotton Cultivar Quantitate and Fiber Quality Traits in Golestan Province. *Iranian Journal Cotton Researches*, 10 (1), 95-116. DOI: 10.22092/ijcr.2023.362052.1195. (In Persian)
9. Idowu, O. J., Sultana, S., Darapuneni, M., Beck, L., Steiner, R., & Omer, M. (2020). Tillage effects on cotton performance and soil quality in an irrigated arid cropping system. *Agriculture*, 10(11), 531.
10. Kathiravan, P., Narayanan, R., Sathyaraj, D., Sabesan, T., & Saravanan, K. (2025). Genetic variability studies for yield and yield attributing traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 9(10S), 1101–1105. <https://doi.org/10.33545/26174693.2025.v9.i10Sn.5965>
11. Khalilian, A., Jones, M. A., Bauer, P. J., & Marshall, M. W. (2017). Comparison of five tillage systems in coastal plain soils for cotton production. *Open Journal of Soil Science*, 7(10), 245-258.
12. Khan, N. U., Khan, A. A., Goheer, M. A., Shafique, I., Hussain, S., Hussain, S., ... and Siddiqui, M. H. 2021. Effect of zero and minimum tillage on cotton productivity and soil characteristics under different nitrogen application rates. *Sustainability*, 13(24), 13753.
13. Khan, N. U., Khan, A. A., Goheer, M. A., Shafique, I., Hussain, S., Hussain, S., ... & Siddiqui, M. H. (2021). Effect of zero and minimum tillage on cotton productivity and soil characteristics under different nitrogen application rates. *Sustainability*, 13(24), 13753.
14. Kong, C. H., Li, Z., Li, F. L., Xia, X. X., & Wang, P. (2024). Chemically mediated plant–plant interactions: Allelopathy and allelobiosis. *Plants*, 13(5), 626.
15. Kutu, F. R. (2012). Effect of conservation agriculture management practices on maize productivity and selected soil quality indices under South Africa dryland conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 7(26), 3839–3846.
16. Lal, R. 2015. Sequestering carbon and increasing productivity by conservation agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(3), 55A-62A.

17. Li, G., Che, J., Gong, J., Duan, L., Zhang, Z., Jiang, X., ... & Shang, H. (2024). Quantitative Trait Locus Mapping for Plant Height and Branch Number in CCRI70 Recombinant Inbred Line Population of Upland Cotton (*Gossypium hirsutum*). *Plants*, 13(11), 1509.
18. Liu, R., Xiao, X., Gong, J., Li, J., Zhang, Z., Liu, A., ... & Gong, W. (2020). QTL mapping for plant height and fruit branch number based on RIL population of upland cotton. *Journal of Cotton Research*, 3(1), 5.
19. Moradgholi, A., Sarani, M. R., Narouyi Rad, M. R., & Zangi, M. R. (2024). Evaluation of adaptation and yield of domestic cotton cultivars in Sistan region. *Iranian Journal of Cotton Research*, 11(2), 55–66. (in Persian)
20. Mitchell, J. P., Shrestha, A., & Munk, D. S. (2016). Cotton response to long-term no-tillage and cover cropping in the San Joaquin Valley.
21. Nikolić, N., Loddó, D., & Masin, R. (2021). Effect of crop residues on weed emergence. *Agronomy*, 11(1), 163.
22. Norouzi Qolibad, M. H., Shamsabadi, V. Sh., & Norouzieh, S. (2018). Cotton yield and some physical and mechanical properties of soil under different tillage methods. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 6(2), 55–74. (in Persian)
23. Rehman, A., Mustafa, N., Du, X., & Azhar, M. T. (2020). Heritability and correlation analysis of morphological and yield traits in genetically modified cotton. *Journal of cotton research*, 3(1), 23.
24. Rös, E., B. Bajželj, P. Smith, M. Patel, D. Little and T. Garnett. 2017. Greedy or needy? Land use and climate impacts of food in 2050 under different livestock futures. *Global Environmental Change* 47: 1-12.
25. Sardar, M., Behdani, S. O., Eslami, M., & Mahmoudi, S. (2014). Effect of different tillage methods and weed control on cotton yield in second crop after wheat. *Iranian Journal of Agricultural Research*, 12(4), 784–792. (in Persian)
26. Shah, M.A. and Rasheed, S.M. (2019) Evaluation of Different Cotton Varieties for Yield Performance Collected from Public Sector. *International Journal of Agricultural and Environmental Research*, 5(4): 227-233.
27. Usman, K., Khan, N., Khan, M. U., Saleem, F. Y. and Rashid, A. 2014. Impact of tillage and nitrogen on cotton yield and quality in a wheat-cotton system, Pakistan. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 60(4): 519–530.
28. Verhulst, N., Goverts, B., Verachtert, E., Castellanos-Navarrete, A., Mezzalma, M., Wall, P., Deckers, J. and Sayre, K. D. 2010. Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems? In: Lal, R., Stewart, B.A. (Eds), *Advances in Soil Science: Food Security and Soil Quality*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 137-208
29. Wen, T., Dai, B., Wang, T., Liu, X., You, C., & Lin, Z. (2019). Genetic variations in plant architecture traits in cotton (*Gossypium hirsutum*) revealed by a genome-wide association study. *The crop journal*, 7(2), 209-216.
30. Yang, F., Huang, S., Gao, R., Liu, W., Yong, T., Wang, X., Yang, W. 2014. Growth of soybean seedlings in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: far-red ratio. *Field Crops Research*, 155: 245-253.
31. Zhang, Z., Liu, A., Huang, Z., Fan, S., Zou, X., Deng, X., ... & Shang, H. (2019). Quantitative trait locus mapping for plant height and branch number in an upland cotton recombinant inbred line with an SNP-based high-density genetic map. *Euphytica*, 215(6), 110.
32. Zinvand-Lorestani, A., Jahansouz, M. R., Oveisi, A., Ahmadi, M., & Sofizadeh, S. (2022). Effects of tillage methods, water stress, and nitrogen fertilizer on yield and quality of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 53(4), 203–218. (in Persian)