



به‌زرای کشاورزی

دوره ۲۳ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۰

صفحه‌های ۲۶-۱۵

مقاله پژوهشی:

مدل‌سازی تأثیر کشت نشایی بر عملکرد و مصرف آب پنبه در شرایط گرگان

فاطمه سلمانی^{۱*}، افشین سلطانی^۲، ابراهیم زینالی^۳، حسین شاگو محلی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲. استاد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۴. دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۸/۱۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۰۷

چکیده

کشت نشایی به‌عنوان روشی برای افزایش عملکرد و کاهش نیاز آبیاری مطرح است. به‌منظور شبیه‌سازی کشت نشایی ابتدا پارامترهای مربوط به رشد گیاهچه پنبه در یک آزمایش گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۷ اندازه‌گیری شدند. سپس این پارامترها در مدل SSM-iCrop2 استفاده شده و تأثیر کشت نشایی با چهار اندازه گیاهچه (براساس سطح برگ ۱۷، ۲۲، ۲۷ و ۳۷ سانتی‌مترمربع در بوته) در چهار تاریخ کاشت (۱۵ خردادماه، ۱ تیرماه، ۱۵ تیرماه و ۳۰ تیرماه) شبیه‌سازی و ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت زود، کشت نشایی موجب ۴۳ تا ۴۹ روز زودرسی محصول شده (خال‌شدن زودتر زمین)، اما تأثیر معنی‌داری بر مقادیر عملکرد (از ۱۶۴ تا ۳۵۴ گرم در مترمربع) و میزان نیاز آب خالص آبیاری (۲۱۳ تا ۶۱۳ میلی‌متر) نداشت. در تاریخ کاشت معمول (۱ تیرماه) کشت نشایی باعث ۲۷ تا ۳۸ روز زودرسی محصول شد، درحالی‌که کشت بذری در این تاریخ کاشت تا اول آذرماه قابل‌برداشت نبوده و باعث اختلال در کشت محصول بعدی شد. در این تاریخ کاشت نیز همانند کشت زود، کشت نشایی تأثیر معنی‌داری بر مقدار عملکرد (از ۴۴۴ تا ۴۵۲ گرم بر مترمربع) و نیاز آبی (۲۹۹ تا ۳۰۸ متر) نداشت. در تاریخ کاشت دیر نیز کشت بذری تا اول آذرماه قابل برداشت نبود، ولی کشت نشایی با چهار اندازه گیاهچه بین یک تا پنج روز موجب زودرسی نسبت به کشت بذری شد. در این تاریخ کاشت، کشت نشایی تأثیر معنی‌داری بر مقدار عملکرد (۳۶۱ تا ۴۴۱ گرم در مترمربع) داشت ولی میزان نیاز آبیاری خالص (۲۷۱ تا ۳۰۰ میلی‌متر) تحت تأثیر کشت نشایی قرار نگرفت. نتیجه‌گیری شد که کشت نشایی موجب کاهش نیاز آبیاری نمی‌شود، در تاریخ کاشت زود باعث افزایش عملکرد نمی‌شود، ولی تاریخ کاشت‌های ۱ و ۱۵ تیرماه که کشت بذری قبل از اول آذرماه قابل‌برداشت نیست، کشت پنبه را ممکن می‌سازد. در تاریخ کاشت ۳۰ تیرماه کشت بذری و نشایی هر دو موجب اختلال در کشت محصول بعدی می‌شوند و قابل‌استفاده نیستند. در هیچ‌یک از تاریخ‌های کاشت، کشت نشایی به‌دلیل هزینه زیاد آن، به لحاظ اقتصادی قابل‌توصیه نیست.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی اقتصادی، اندازه گیاهچه، تاریخ کاشت، شبیه‌سازی، صفات رشدی.

Modeling Transplanting Effect on Yield and Water Use of Cotton in Gorgan Conditions

Fatemeh Salmani^{1*}, Afshin Soltani², Ebrahim Zeinali³, Hossain Shakohmahali⁴

1. M.Sc. Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

2. Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

3. Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

4. Former Ph.D. Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Received: November 8, 2019

Accepted: April 26, 2020

Abstract

In order to simulate transplantation, the parameters related to cotton seedling growth are firstly measured in a factorial experiment in a randomized complete block design at Gorgan University of agricultural sciences and natural resources within 2018. The parameters are then utilized in SSM-iCrop2 Model. In the simulation section, four seedling size based on the leaf area (namely 17, 22, 27, and 37 cm² per plant) are evaluated in 4 planting dates (15 June, 1 July, 15 July, and 30 July). Results show that in early planting date, seedling transplantation rushes the process of crop maturation for 43 to 49 days. However, this has had no significant effect on yield values (from 453 to 461 g/m²) and net water requirement (312 to 316 mm). The usual sowing date causes the crop to mature between 27 and 38 days (earlier vacant land), whereas seed sowing at this planting date impairs the subsequent crop cultivation. At this planting date, as in early planting, transplanting has no strong effect on the yield (from 444 to 452 g/m²) and water requirement (299 to 308 mm). In a late planting date, seedling transplanting with four seedling sizes between 1 and 5 days results in premature seed germination, even though seed cultivation impairs subsequent planting. At this planting date, transplanting has a noticeable effect on the yield (361 to 441 g/m²), but the amount of pure irrigation (271 to 300 mm) remains unaffected by transplanting.

Keywords: Economic evaluation, growth traits, simulation, size of seedling, sowing date, transplanting.

۱. مقدمه

پنبه با نام علمی *Gossypium hirsutum* مهم‌ترین محصول لیفی در جهان است که بیش از ۲۳۷۰ میلیون تن در سال ۲۰۱۴-۲۰۱۵ تولید شده است (FAO, 2017). در کشور ما سطح کشت پنبه در طول چند سال اخیر به دلایل متعددی، به شدت پایین آمده و بیش‌تر زمین‌هایی که در حال حاضر به کشت این گیاه اختصاص می‌یابد، از نظر کیفیت خاک و محدودیت‌های زراعی بخشی از زمین‌های حاشیه‌ای محسوب می‌شوند (Saberpour et al., 2017). با توجه به شرایط آب‌وهوایی استان گلستان و زمان برداشت گندم می‌توان کشت پنبه بعد از گندم را در تناوب زراعی قرار داد، اما طولانی‌بودن دوره رشد و برخورد با بارندگی و سرمای پاییز ریسک این کشت را بالا می‌برد. برای این منظور استفاده از روشها و تکنولوژی‌های نوین، تغییر سیستم‌های کاشت و نیز مسائل نوین در زراعت پنبه ضرورت دارد.

استفاده از کشت نشایی پنبه بعد از گندم، سیستمی است که بدون برخورد پنبه با سرمای انتهایی فصل رشد و هم‌چنین بدون نیاز به برداشت زودتر گندم جهت آزادسازی زمین، می‌تواند دسترسی به عملکرد قابل قبول برای پنبه به‌عنوان کاشت دوم پس از گندم در استان گلستان را امکان‌پذیر کند. از مزایای نشاکاری می‌توان به زودرس‌کردن محصول، کوتاه‌کردن زمان رشد محصول، پیش‌گیری از طغیان آفت‌ها و شیوع بیماری‌ها، کاهش تنک‌کردن، تنوع کشت محصول، کاهش تردد در مزرعه اشاره نمود که ادعا شده است تمام این موارد سبب کاهش هزینه تولید و صرفه اقتصادی تولیدات کشاورزی می‌شود (Don et al., 2004).

کشت نشایی محصولات، از جمله راه‌کارهای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی است (Baniyani, 1999). با استفاده از کشت نشایی پنبه و انتقال آن به زمین اصلی نسبت به مزارع شاهد، یک تا دو نوبت در آبیاری و یک نوبت در سمپاشی صرفه‌جویی می‌شود (Baniyani, 1998). انجام

آزمایش‌های مزرعه‌ای جهت بررسی عواملی مانند تاریخ کاشت پرزحمت بوده و هزینه‌های زیادی دارد (Geerts & Raes, 2009). مدل‌سازی گیاهان زراعی یکی از شاخه‌های زراعت و فیزیولوژی گیاهان زراعی است که حدود ۴۰ سال قبل به‌وجود آمده و توسعه رایانه‌های پر قدرت و کارآمد در پیشرفت این رشته سهم عمده‌ای داشته است. استفاده کارآمد از مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی یک مکمل مؤثر برای پژوهش‌های آزمایشی است (Geerts & Raes, 2009).

در گزارشی دیگر، Mehrabadi (2000) بیان کرد که کلیه سیستم‌های کشت نشایی از نظر اجزای عملکرد نسبت به کشت مستقیم دانه از برتری معنی‌داری برخوردار بودند. کمترین تعداد قوزه در بوته در تیمار کشت مستقیم دانه و بیش‌ترین آن در تیمار نشا پس از برداشت گندم مشاهده شد.

اهمیت آب در کشور ما بر کسی پوشیده نیست. نتایج پژوهش‌هایی مانند پژوهش حاضر می‌تواند در جهت مدیریت منابع آب و افزایش کارایی مصرف آن کاربرد داشته باشد. تاکنون در ارتباط با اهمیت کاشت نشایی در کاهش مقدار مصرف آب در سطح استان گلستان مطالعاتی به‌صورت مدل‌سازی انجام نشده است و مطالعات گذشته به‌طور عمده در سطح مزرعه انجام شده‌اند. هدف از انجام این پژوهش استفاده از مدل شبیه‌سازی گیاهی به‌منظور مقایسه کشت نشایی با کشت رایج در تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر عملکرد، میزان مصرف آب و سود/ هزینه اقتصادی بود.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش به دو صورت گلخانه‌ای و شبیه‌سازی با استفاده از مدل SSM-iCrop2 در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. در بخش گلخانه‌ای، طرح به‌صورت فاکتوریل سه عاملی بر پایه

SSM-iCrop2، تراکم هشت بوته در مترمربع در نظر گرفته شد.

برای مقایسه شاخص اقتصادی کشت نشایی و بذری هزینه‌های عملیات مختلف شامل موارد زیر بودند. در کشت مستقیم مراحل مختلف تولید محصول به تفکیک شامل مراحل آماده‌سازی زمین (هزینه شخم، هزینه دیسک، هزینه سایر عملیات، هزینه حمل کود و بذر)، کاشت (هزینه تهیه بذر، هزینه ضدعفونی بذر، هزینه بذرپاشی با ردیف‌کار)، داشت (کود اوره، کود پتاسه، کود فسفات، کود ریزمغذی، هزینه کودپاشی، هزینه علف‌کش، هزینه حشره‌کش، سم‌پاشی و اجاره سم‌پاشی، هزینه آب‌بها، هزینه آبیاری، هزینه وجین، تنک، واکاری، جمع هزینه‌های جاری، هزینه متفرقه)، برداشت (هزینه جمع‌آوری و برداشت، کیسه‌گیری و بارگیری، هزینه حمل تا کارخانه) بود.

این در حالی بود که برای کشت نشایی هزینه‌ها شامل مراحل آماده‌سازی زمین (هزینه شخم، هزینه دیسک، هزینه سایر عملیات، هزینه حمل کود و بذر)، کاشت (هزینه تهیه خاک، هزینه تهیه سینی، هزینه چتایی، هزینه تهیه بذر، هزینه ضدعفونی بذر، هزینه کارگری کشت بذر در سینی، هزینه هرس هوا، هزینه کارگری نگهداری سینی‌های نشا تا انتقال، هزینه انتقال نشا به دستگاه، هزینه انتقال نشا از خزانه به زمین (کرایه)، هزینه کارگر دستگاه نشاکار، هزینه کود مایع و اوره، هزینه دستگاه نشاکار، هزینه استقرار نوار تیپ، هزینه انتقال دستگاه به مزرعه (جرتقیل، رفت و برگشت))، داشت (کود اوره، کود پتاسه، کود فسفات، کود ریزمغذی، هزینه کودپاشی، هزینه علف‌کش، هزینه حشره‌کش، سم‌پاشی و اجاره سم‌پاشی، هزینه آب‌بها، جمع هزینه‌های جاری، هزینه متفرقه) و برداشت (هزینه جمع‌آوری و برداشت، کیسه‌گیری و بارگیری، هزینه حمل تا کارخانه) بود. برای این دو روش به‌وسیله پرسش‌نامه از کشاورزان و کارشناسان منطقه جمع‌آوری

طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در نظر گرفته شد. تیمارهای موردبررسی در این پژوهش شامل فاکتور اول زمان برداشت گیاهچه (در سه سطح شامل ۲۴، ۲۸ و ۳۴ روز پس از کاشت) فاکتور دوم نوع سینی کشت (در دو سطح سینی وکیوم و سینی تزریقی (به‌صورت یک در میان) و فاکتور سوم تعداد بذر در هر حفره سینی در دو سطح (یک بذر در هر حفره و دو بذر در هر خانه) موردبررسی قرار گرفت.

از زمان کاشت تا برداشت نشاها هر روز دمای حداقل و حداکثر برای محاسبه GDD توسط دماسنج اندازه‌گیری شد. مقادیر درجه روز رشد (GDD) برای هریک از تیمارهای سن نشا در بخش آزمایش گلخانه‌ای، با استفاده از مدل SSM_tu_calc محاسبه شد (Soltani & Madah, 2010). سپس مقادیر GDD (واحد دمایی) و سطح برگ نشا به‌عنوان پارامترهای ورودی در مدل SSM-iCrop2 برای شبیه‌سازی کشت نشایی و بررسی روز تا رسیدگی، عملکرد (عملکردهای گزارش شده در این مقاله به‌صورت ماده خشک می‌باشد) و مقدار آب آبیاری استفاده شدند. مدل SSM-iCrop2 براساس آمار هواشناسی (دمای حداقل، دمای حداکثر، مقدار تابش و میزان بارندگی) و با استفاده از زیر مدل‌های مربوط به فنولوژی، تغییرات سطح برگ، تولید و توزیع ماده خشک و موازنه آب خاک، می‌تواند مراحل نمو فنولوژیک و عملکرد پنبه را محاسبه کند (Soltani & Sinclair, 2011).

تاریخ‌های کشت به‌کاررفته در شبیه‌سازی‌ها عبارت بودند از ۱- تاریخ کاشت زود (۱۵ خردادماه)، ۲- تاریخ کاشت معمول (۱ تیرماه)، ۳- تاریخ کاشت دیر (۱۵ تیرماه)، ۴- تاریخ کاشت خیلی دیر (۳۰ تیرماه) در هر یک از تاریخ کاشت‌های فوق کشت مستقیم بذری و کشت نشایی با چهار اندازه نشا شبیه‌سازی شدند. برای شبیه‌سازی رشد و عملکرد پنبه از مدل

در بوته و ۳۲۵ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (S2)، سطح برگ ۲۷ سانتی‌مترمربع در بوته و ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (S3) و سطح برگ ۳۷ سانتی‌مترمربع در بوته و ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (S4) انجام شد.

۲.۳. شرایط محیطی محل

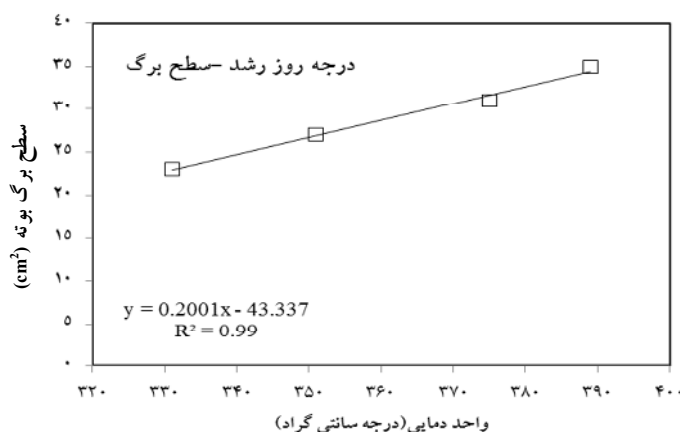
شکل (۲) نشان‌دهنده آمار دمای درازمدت گرگان است که شامل اطلاعات هواشناسی مورد نیاز مثل بیشینه و کمینه دمای هوا بوده که از ایستگاه هواشناسی هاشم‌آباد برای ۱۶ سال (۲۰۰۰-۲۰۱۵) جمع‌آوری شده است. میزان بارندگی سالانه گرگان حدود ۵۱۸/۲ میلی‌متر و میانگین کل دمای سالانه ۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد بود. میانگین دمای روزانه در طول سال بین ۳ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. متوسط دما برای دوره رشدی پنبه حدود ۲۵/۴ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی برای این دوره به‌طور میانگین حدود ۱۴۸ میلی‌متر بوده است. محدوده هر تاریخ کاشت توسط خطوط مشخصی نشان داده شده است. خط عمودی، ۱ آذرماه را نشان داده که در این مطالعه فرض شد گیاه پنبه باید در این تاریخ از مزرعه خارج شود تا در کشت گیاه بعدی (گندم) اختلال ایجاد نکند.

شد. مقدار درآمد ناخالص از حاصل‌ضرب عملکرد در قیمت هر واحد عملکرد پنبه به‌دست آمد. مقدار عملکرد محصول برای تیمار نشایی و بذری توسط مدل شبیه‌سازی شده بود. همچنین قیمت هر کیلوگرم پنبه معادل ۵۵۰۰ تومان در نظر گرفته شد (سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۹۶)، مقدار درآمد خالص از اختلاف بین درآمد ناخالص و هزینه‌های مصرفی به‌دست آمد.

۳. نتایج و بحث

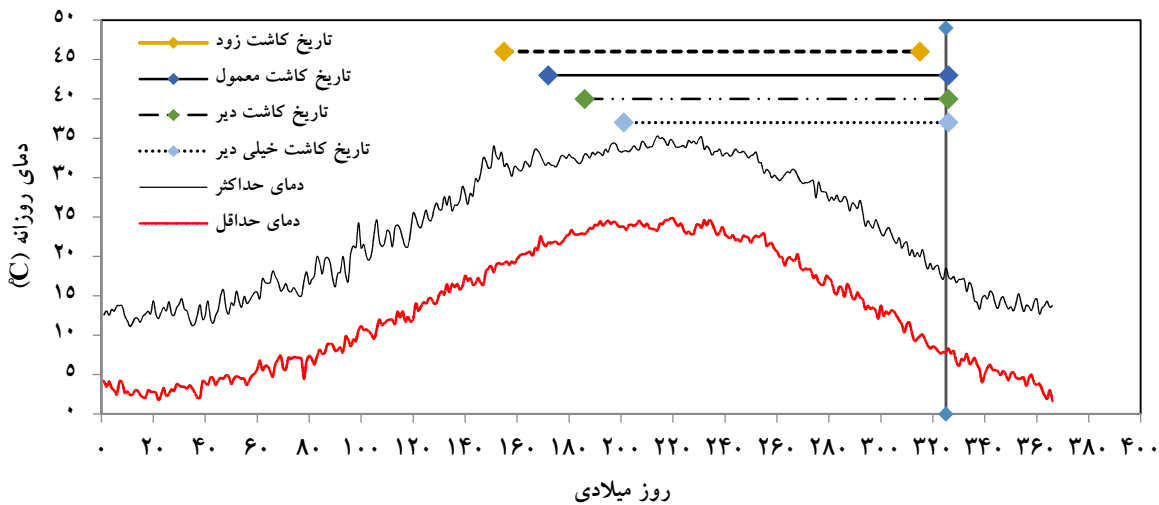
۳.۱. آزمایش گلخانه‌ای

براساس رابطه سطح برگ با واحد دمایی (GDD) که از آزمایش گلخانه‌ای در گرگان (سال ۱۳۹۷) به‌دست آمد، شکل (۱) رسم و به آن یک خط برازش داده شد. نقاط سطح برگ، میانگین تیمارهای مختلف نوع سینی، تعداد بذر و زمان برداشت بود که در برابر GDD حاصل از آزمایش گلخانه‌ای، قرار داده شد (شکل ۱). سپس با استفاده از رابطه خطی به‌دست‌آمده، چهار حالت مختلف از نظر سن و سطح برگ برای نشا جهت شبیه‌سازی انتخاب شدند که شامل نشا با سطح برگ ۱۷ سانتی‌مترمربع در بوته و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد دمای تجمعی (S1)، سطح برگ ۲۲ سانتی‌مترمربع



شکل ۱. رابطه بین سطح برگ نشای پنبه با واحد دمایی برحسب درجه سانتی‌گراد براساس اطلاعات به‌دست‌آمده از آزمایش گلخانه‌ای (در شکل هر نقطه میانگین ۱۲ تیمار و چهار تکرار است).

مدل‌سازی تأثیر کشت نشایی بر عملکرد و مصرف آب پنبه در شرایط گرگان



شکل ۲. میانگین حداقل و حداکثر دمای روزانه از فروردین‌ماه لغایت اسفندماه (۲۰۱۵-۲۰۰۰) - ایستگاه هواشناسی هاشم‌آباد

۳.۳. شبیه‌سازی

روز تا رسیدگی

نتایج تجزیه واریانس سناریوهای تاریخ کاشت و اندازه گیاهچه نشان داد که اثر روش کاشت در تاریخ کاشت زود (۱۵ خردادماه)، معمول (اول تیرماه) و دیر (۱۵ تیرماه) به‌ترتیب در سطح احتمال ۱، ۱ و ۵ درصد بر روز تا رسیدگی معنی‌دار بود، ولی اثر روش کاشت در تاریخ کاشت خیلی دیر (۳۰ تیرماه) معنی‌دار نشد (جدول ۱). در تاریخ کاشت زودهنگام، زمان تا رسیدگی در کشت بذری ۱۶۰ روز و در کشت نشایی ۱۱۱ تا ۱۱۷ روز بود. این زمان در تاریخ کاشت معمول در کشت بذری ۱۵۴ روز و در کشت نشایی در اندازه‌های مختلف گیاهچه ۱۱۶ تا ۱۲۷ بود. با تاخیر در کاشت روز تا رسیدگی بین کشت مستقیم بذر و روش نشایی نزدیک‌تر شده (در تاریخ کاشت دیر، کشت مستقیم بذری ۱۴۰ روز و کشت نشایی بین ۱۳۵ تا ۱۳۸ روز به طول انجامید) و در تاریخ کاشت خیلی دیر تفاوتی مشاهده نشد (شکل ۳). همان‌گونه که در جدول (۲) آمده است، در تاریخ کاشت معمول و دیر، زمانی که کشت بذری صورت گرفت روز تا رسیدگی با محصول سال بعد به اختلال خورده

(برخورد طول دوره رسیدگی محصول به اول آذرماه) و قابل‌توصیه نمی‌باشد. این در حالی بود که کشت نشایی در این دو تاریخ کاشت قبل از رسیدن به اول آذرماه برداشت شده و برتری نسبی خود را نسبت به کشت مستقیم نشان می‌دهد (خال‌شدن زودتر زمین برای محصول سال بعد). دلایل بروز این امر در بخش‌های بعدی به‌طور مفصل مورد بحث قرار گرفته است. Sun & Wang (1996) در چین با مطالعه روش کشت نشایی پنبه نشان دادند که نشاکاری در مقایسه با کشت مستقیم بذر، زمان شروع گلدهی و روز تا رسیدگی را تسریع نموده است. نتیجه مشابهی در رابطه با نشاکاری ذرت توسط Dale & Drennan (1997) گزارش شده است.

۳.۴. عملکرد وش

براساس نتایج تجزیه واریانس عملکرد وش در تاریخ کاشت زود و معمول تحت تأثیر روش کشت (مستقیم و نشایی با اندازه‌های مختلف گیاهچه) قرار نگرفت، ولی در دو تاریخ کاشت دیر و خیلی دیر تفاوت معنی‌داری بین کشت مستقیم بذری و کشت نشایی وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مربوط به صفات عملکرد وش، روز تا رسیدگی، مقدار آب آبیاری و تبخیر و تعرق
تجمعی در تاریخ کاشت‌های مختلف

عملکرد وش	روز تا رسیدگی	مقدار آب آبیاری	تبخیر و تعرق تجمعی	تاریخ	روش کاشت
۱۶۹/۳۸ns	۶۴۷۴/۲۱**	۳۱/۴۷ns	۴۷۲۴/۰۱ns	تاریخ ۱	روش کاشت
۴۳۰/۶۶	۵۹/۰۱	۳۴۱۹/۲۲	۲۰۷۳/۲۲	خطا	خطا
۱۴۴/۱۶ns	۳۳۰۲/۴۸**	۲۳۵/۶۵ns	۴۰۱۷/۷۶ns	تاریخ ۲	روش کاشت
۴۹۱/۰۲	۷۲/۴۲	۳۵۶۰/۹۰	۲۲۵۶/۱۵	خطا	خطا
۲۳۶۱۰/۲۳**	۷۶/۸۶*	۱۹۲۵/۱۰ns	۱۹۹۶/۹۸ns	تاریخ ۳	روش کاشت
۱۴۱۶/۳۹	۳۰/۷۹	۳۵۸۴/۵۸	۲۴۹۳/۵۵	خطا	خطا
۲۰۲۲۹۸/۱۷**	۰/۰۰ns	۱۵۹۳۰/۷۰**	۱۶۴۴۳/۴۱**	تاریخ ۴	روش کاشت
۲۷۱۲/۲۳	۰/۰۰	۳۲۰۹/۱۹	۱۸۹/۷۵	خطا	خطا

ns، *، ** و ns به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

جدول ۲. زمان برداشت پنبه در تاریخ‌های کاشت و اندازه‌های مختلف گیاهچه

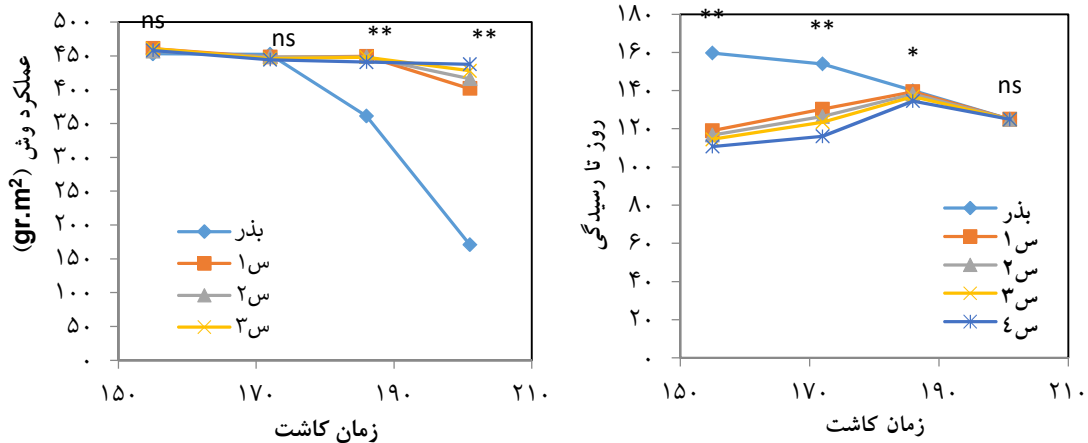
(منظور از اختلال، برخورد طول دوره رشد پنبه به اول آذر ماه است)

تاریخ کاشت	روش کاشت	روز تا رسیدگی	تاریخ برداشت (شمسی)	تاریخ برداشت (میلادی)	اختلال*
۱۵ خرداد	بذر	۱۵۸	۱۹ آبان	۳۱۵	خیبر
	نشایی ۱	۱۲۰	۱۱ مهر	۲۷۴	خیبر
	نشایی ۲	۱۱۸	۹ مهر	۲۷۲	خیبر
	نشایی ۳	۱۱۶	۷ مهر	۲۷۰	خیبر
	نشایی ۴	۱۱۲	۳ مهر	۲۶۶	خیبر
۱ تیر	بذر	۱۵۴	۲ آذر	۳۲۶	بله
	نشایی ۱	۱۲۹	۷ آبان	۳۰۲	خیبر
	نشایی ۲	۱۲۵	۳ آبان	۲۹۹	خیبر
	نشایی ۳	۱۲۲	۳۰ مهر	۲۹۵	خیبر
	نشایی ۴	۱۱۷	۲۵ مهر	۲۸۸	خیبر
۱۵ تیر	بذر	۱۴۰	۲ آذر	۳۲۶	بله
	نشایی ۱	۱۳۹	۱ آذر	۳۲۵	خیبر
	نشایی ۲	۱۳۷	۲۹ آبان	۳۲۴	خیبر
	نشایی ۳	۱۳۹	۲۸ آبان	۳۲۳	خیبر
	نشایی ۴	۱۳۳	۲۵ آبان	۳۲۱	خیبر
۳۰ تیر	بذر	۱۲۵	۲ آذر	۳۲۶	بله
	نشایی ۱	۱۲۵	۲ آذر	۳۲۶	بله
	نشایی ۲	۱۲۵	۲ آذر	۳۲۶	بله
	نشایی ۳	۱۲۵	۲ آذر	۳۲۶	بله
	نشایی ۴	۱۲۵	۲ آذر	۳۲۶	بله

* در مدل تعریف شد که دوره رسیدگی پنبه باید تا اول آذرماه خاتمه پیدا کند و اگر طول این دوره از اول آذرماه بگذرد باعث اختلال در کشت محصول بعدی می‌شود.

این تاریخ‌ها عملکرد و حاصله از کشت نشایی حدود ۴۵۰ گرم در مترمربع بود. در کشت‌های دیرتر (۳۰ تیرماه) هیچ‌یک از دو روش بذری و نشایی قابل‌توصیه نیستند چون قبل از اول آذر قابل‌برداشت نخواهند بود و کشت گیاه پاییزه بعدی را مختل می‌کنند. در آزمایشی طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۰ در بریتانیا به‌منظور مقایسه کشت نشایی و مستقیم بر عملکرد ذرت مشخص شد که عملکرد دانه در سیستم کشت نشاکاری هفت تن در هکتار در سال ۱۹۸۸، نه تن در هکتار در سال ۱۹۸۹ و شش تن در هکتار در سال ۱۹۹۰ بود. حال آن‌که عملکرد در سیستم کشت مستقیم به‌ترتیب چهار، هشت و سه تن دانه در هکتار داشتند (Dale & Drennan, 1997). نشاکاری می‌تواند گیاهان نشایی را به بالاترین سطح بازدهی و نیز بیش‌ترین عملکرد برساند به‌ویژه زمانی که بذور کشت‌شده گیاهان در معرض خسارت پرندگان می‌باشد این روش کارایی مؤثرتری از خود نشان می‌دهد (Tang & Chen, 2008).

در تاریخ کاشت دیر در کشت بذری و نشایی مقادیر عملکرد و حاصله به‌ترتیب ۳۶۱ و ۴۴۱ گرم در مترمربع بود و در تاریخ کاشت خیلی دیر این مقادیر برابر با ۱۷۱ گرم بر مترمربع برای کشت بذری و دامنه بین ۴۰۲ تا ۴۳۸ گرم بر مترمربع در کشت نشایی به‌دست آمد (شکل ۳). همان‌گونه که در جدول (۲) ارائه شده است در تاریخ کاشت دیر تنها کشت بذری، باعث ایجاد اختلال در کشت محصول بعدی شده است، ولی در تاریخ کاشت خیلی دیر هر دو روش کشت نشایی و بذری با کشت محصول بعد به اختلال خورده است. بنابراین در تاریخ کاشت دیر روش بذری و در تاریخ کاشت خیلی دیر هیچ‌یک از روش‌های کشت (نشایی یا بذری)، صرف‌نظر از عملکرد حاصله، قابل‌توصیه به کشاورزان نمی‌باشد. اما استفاده از کشت نشایی پنبه در تاریخ‌های کشت معمول (اول تیرماه) و دیر (۱۵ تیرماه) را ممکن می‌سازد، به‌طوری‌که در کاشت گیاه بعدی اختلالی ایجاد نشود. در



شکل ۳. روز تا رسیدگی محصول و عملکرد و حاصله شبیه‌سازی شده برای تیمارهای مختلف نشایی (۱س، ۲س، ۳س و ۴س) و بذری در تاریخ کاشت‌های مختلف (۲۰۱۵-۲۰۰۰). لازم به ذکر است که در تاریخ کاشت آخر همه تیمارها و در تاریخ کاشت دوم و سوم تیمار بذری باعث اختلال در کشت محصول بعدی می‌شوند و قابلیت اجرایی و توصیه ندارند.

(ns، غیر معنی‌دار، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد)

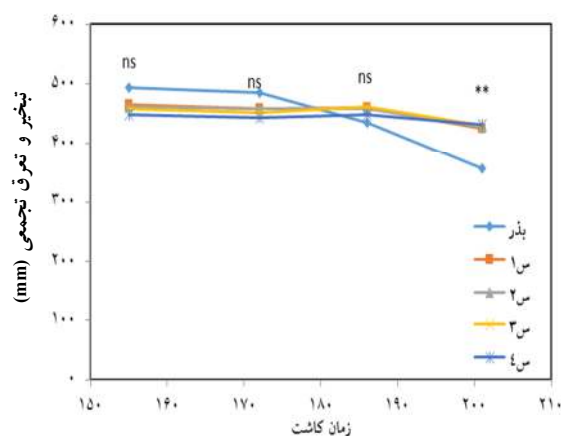
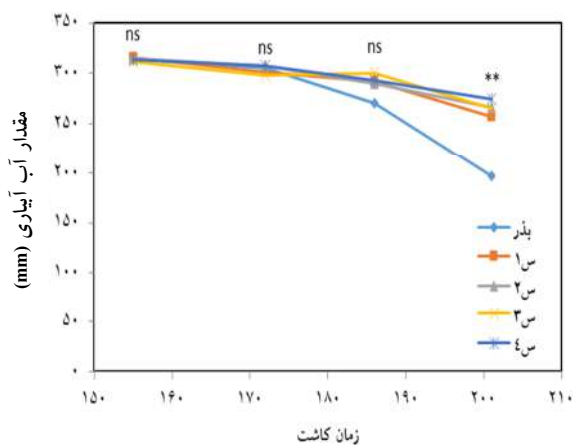
": در تاریخ چهارم، به دلیل برخورد تاریخ برداشت به اول آذر روز تارسیدگی در انواع روش‌های کاشت یکسان بود.

۳.۵. مقدار آب آبیاری و تبخیر و تعرق تجمعی

نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت‌های زود (۱۵ خردادماه)، معمول (۱ تیرماه) و دیر (۱۵ تیرماه) تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار آب آبیاری و تبخیر و تعرق تجمعی بین کشت نشایی و کشت مستقیم بذر وجود نداشت. ولی در تاریخ کاشت خیلی دیر (۳۰ تیرماه) اختلاف معنی‌داری بین این دو روش کشت وجود داشت (جدول ۱) که تاریخ کاشت خیلی دیر به دلیل برخورد با زمان کشت محصول بعدی قابل‌توصیه نمی‌باشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار آب مصرفی در تاریخ زود بین ۳۱۲ تا ۳۱۶ میلی‌متر متغیر بود، ولی در تاریخ کاشت معمول بین ۲۹۹ تا ۳۰۸ میلی‌متر و در تاریخ کاشت دیر این مقدار نسبتاً کاهش یافت و به دامنه ۲۷۱ تا ۲۹۳ میلی‌متر رسید ولی در تاریخ کاشت خیلی دیر این دامنه بسیار پایین‌تر از سه تاریخ کاشت قبلی بوده و برابر با ۱۹۷ در کشت بذری تا ۲۷۵ برای اندازه گیاهچه با

سطح برگ ۳۷ سانتی‌مترمربع در گیاه در زمان نشا کاری به‌دست آمد (شکل ۴).

از آنجایی‌که کشت بذری در تاریخ کاشت معمول و دیر و همه حالات کشت (بذری و نشایی) در تاریخ کاشت خیلی دیر در کشت محصول سال بعد اختلال ایجاد می‌کند. بنابراین قابل اجرا نبوده و نتایج به‌دست‌آمده در مورد مقدار آب و تبخیر و تعرق تجمعی قابل‌توصیه نمی‌باشند. در تاریخ کاشت دوم و سوم کشت نشایی باعث می‌شود کشاورز بتواند پنبه کشت کند بدون این‌که در کشت گیاه پاییزه بعدی اختلال ایجاد نشود، ولی باعث کاهش نیاز آبیاری و تبخیر/تعرق نمی‌شود که دلایل آن در بخش بعدی مورد بحث قرار گرفته است. برخلاف نتایج پژوهش حاضر، Baniyani (1998) نشان داد که با استفاده از کشت نشایی پنبه و انتقال آن به زمین اصلی نسبت به مزارع شاهد، یک تا دو نوبت در آبیاری و یک نوبت در سم‌پاشی صرفه‌جویی می‌شود.



شکل ۴. مقدار آب آبیاری و تبخیر/تعرق تجمعی شبیه‌سازی شده برای تیمارهای مختلف نشایی و بذری در تاریخ‌های مختلف (۲۰۱۵-۲۰۲۰). لازم به ذکر است که در تاریخ کاشت آخر همه تیمارها و در تاریخ کاشت دوم و سوم تیمار بذری باعث اختلال در کشت محصول بعدی می‌شوند و قابلیت اجرایی و توصیه ندارند.

ns غیر معنی‌دار، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد)

۳.۶. دلایل عدم اختلاف بین کشت نشایی و بذری

با توجه به بیش‌تربودن سطح برگ گیاهچه‌های نشاء در زمان کاشت انتظار می‌رفت که عملکرد وش این روش نسبت به کشت بذری بیش‌تر باشد. با این حال، روش کشت (نشایی و بذری) اثر معنی داری بر عملکرد وش نداشت. به نظر می‌رسد که هرچند سرعت گسترش سطح برگ و سرعت رشد اولیه در ابتدای فصل در کشت نشایی بیش‌تر از کشت بذری بود، ولی در کشت بذری در مراحل انتهایی رشد، دوام سطح برگ و سرعت رشد گیاه بیش‌تر از کشت نشایی بود. بنابراین گسترش سطح برگ و سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد برای کشت نشایی با دوام سطح برگ و سرعت رشد بیش‌تر در مراحل انتهایی رسیدگی محصول در کشت بذری، جبران شده است (شکل ۵). در مورد مقدار آب مصرفی نیز از آنجایی که گیاهچه‌های کشت نشایی در مراحل ابتدایی (تیرماه و مردادماه) دارای سطح برگ و سرعت رشد بیش‌تری هستند، بنابراین تعرق بیش‌تری ایجاد کرده و به دنبال آن نیاز آبی محصول افزایش می‌یابد، ولی در کشت بذری در مراحل ابتدایی رشد، سطح برگ کم‌تری نسبت به کشت نشایی دارند که این امر موجب افزایش تبخیر آب از سطح خاک می‌شود، در حالی که با گذشت زمان سطح برگ افزایش یافته و این تداوم رشد برگ‌ها تا مراحل انتهایی (شهریورماه و مهرماه) ادامه می‌یابد (شکل ۵).

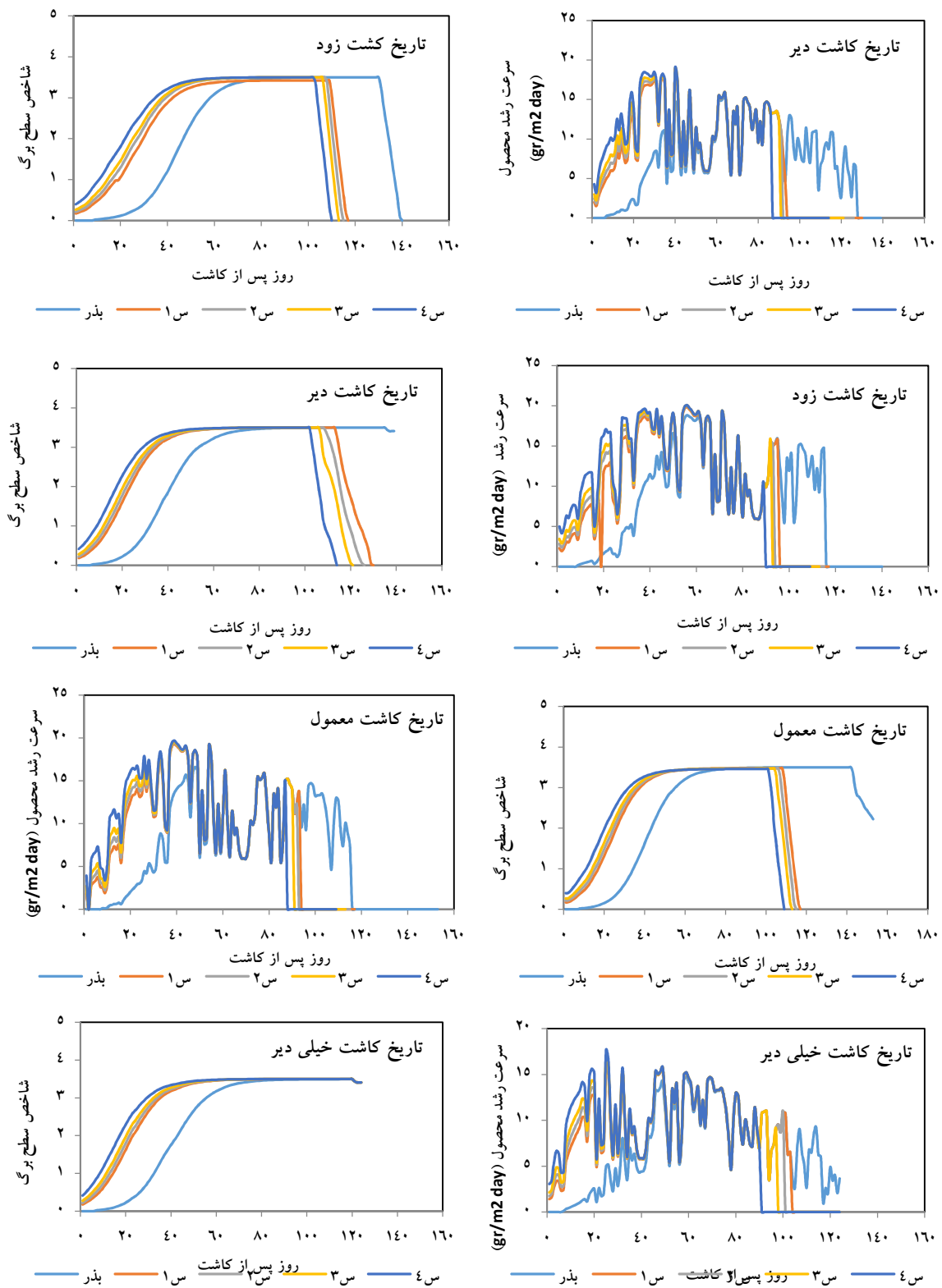
از آنجایی که رابطه بین سرعت رشد و تعرق یک رابطه خطی است، چنانچه سرعت رشد افزایش یابد تعرق نیز افزایش می‌یابد. تعرق جزو اصلی فرایند اتلاف آب است که نشان‌دهنده فتوسنتز و تولید ماده خشک در تیمار نشایی می‌باشد. تاریخ کاشت اول و دوم تیمارهای نشایی که زودتر به بیشینه سطح برگ می‌رسند، به دلیل برخورد دوره رشد با ماه‌های تیر و مرداد منجر به افزایش تعرق و مصرف زیاد آب می‌شوند. در این تاریخ کاشت تیمار

بذری در مدت زمان دیرتری به بیشینه سطح برگ رسید و دوره رشد و تبخیر و تعرق طولانی‌تری را هم سپری کرد. بنابراین کمبود رشد و تعرق خود را در آخر فصل رشد جبران کرده است. به این ترتیب بین نیاز آبیاری و عملکرد در تاریخ کاشت اول و دوم تفاوتی وجود نداشته است (شکل ۵).

باز نگره‌داشتن روزنه‌ها از یک طرف باعث کاهش آب برگ و از طرف دیگر باعث افزایش فتوسنتز می‌شود و تعادل این دو، روند رشد تحت تنش را کنترل می‌کند (Hepworth *et al.*, 2015). شاخص‌های رشدی مطلوب گیاه زراعی باعث افزایش توسعه سطح برگ و در نهایت عملکرد بالاتر می‌شود (Baez-Gonzalez *et al.*, 2005). با رشد سریع گیاه و افزایش سطح برگ، جذب تابش افزایش پیدا کرده و سرعت رشد گیاه هم افزایش می‌یابد و این افزایش تا مرحله گلدهی ادامه خواهد یافت (Dente *et al.*, 2008). Dehghani *et al.* (2014) طی آزمایشی برای بررسی کارایی مصرف آب پنبه در کشت مستقیم و نشایی گزارش کردند که نشاکاری نشا ۴۰ روزه پنبه سبب کاهش آب مصرفی از ۹۶۷۴ مترمکعب در هکتار به ۷۲۷۶ مترمکعب در هکتار شد. روش کشت مستقیم بذری در زمین اصلی نسبت به نشا ۴۰ روزه به حداقل دو تا سه مرتبه آبیاری بیش‌تر نیاز دارد.

۳.۷. ارزیابی اقتصادی

ارزیابی اقتصادی کشت نشایی و مستقیم پنبه براساس ۷۰ درصد عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل در تاریخ کاشت معمول (به عنوان عملکرد قابل حصول) و براساس عملکرد کشاورزان در جدول (۳) نشان داده شده است. در مجموع هزینه تولید کشت نشایی برای یک هکتار زمین در مقابل کشت بذری دو برابر بیش‌تر است.



شکل 5. روند تغییرات شاخص سطح برگ پنبه تحت سناریوهای مختلف تاریخ کاشت و اندازه گیاهچه

جدول ۳. ارزیابی اقتصادی کشت نشایی و مستقیم پنبه بر اساس عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل و واقعی کشاورزان (واحد: تومان)

روش کاشت		عنوان هزینه‌ها	
بذرکاری	نشاکاری		
۲۵۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰	هزینه اجاره زمین	
۵۵۲۶۳۸	۶۱۷۰۸۳	هزینه آماده‌سازی زمین	
۳۰۵۹۴۴	۹۹۵۹۴۲۹	هزینه کاشت محصول	هزینه‌ها
۵۳۰۶۵۶۱	۶۶۶۷۶۳۹	هزینه داشت محصول	
۹۸۳۷۷۸	۸۳۲۷۵۰	هزینه برداشت	
۹۶۹۵۱۷۲	۲۰۵۷۶۹۰۲	جمع هزینه‌ها	
۳۵۰۰	۳۴۷۰	میانگین عملکرد قابل حصول*	
۱۹۲۵۰۰۰۰	۱۹۰۸۵۰۰۰	درآمد ناخالص	درآمدها
۱۰۸۶۷۹۷۸	۱۲۳۵۵۲۰	درآمد خالص	
۱۴۵۱	۹۲۵	عملکرد واقعی کشاورزان	
۷۹۸۰۵۰۰	۵۰۸۹۷۹۲	درآمد ناخالص	درآمدها
-۴۰۱۵۲۲	-۱۲۷۵۹۶۸۸	درآمد خالص	

* به صورت ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل لحاظ شده است.

هزینه‌های موجود از ۲۰ کارشناس یا کشاورز در سال ۹۷ تهیه و درآمدها محاسبه شده است.

۱۵٪ × (هزینه برداشت + هزینه داشت + هزینه کاشت + هزینه آماده‌سازی خاک + هزینه اجاره زمین) = سود سرمایه در گردش

* قیمت تضمینی محصول توسط جهاد کشاورزی استان گلستان در سال ۹۷ تعیین شد (۵۵۰۰ تومان).

محصولات زراعی در استان گلستان و به‌ویژه گرگان می‌باشد، بنابراین طبیعی است که تمایل به کشت این محصول ارزشمند در سال‌های اخیر بسیار کاهش یافته باشد. فقط درآمد خالص کشت بذری در صورت مدیریت مطلوب و حصول عملکرد بالا مثبت بود.

۴. نتیجه‌گیری

در تاریخ کاشت زود هنگام (۱۵ خردادماه)، کشت نشایی از نظر عملکرد برتری معنی‌داری نسبت به کشت بذری ندارد. اما، در تاریخ کاشت‌های دیرتر (۱ تیرماه، ۱۵ تیرماه)، که زمان برداشت کشت بذری از اول آذرماه عبور می‌کند و موجب

با احتساب میزان عملکرد بالا (عملکرد قابل‌حصول توسط کشاورزان پیشرو) میزان درآمد ناخالص کشاورز در کشت نشایی معادل ۱۹۰۸۵۰۰۰ تومان به‌دست آمد که با کسر هزینه‌ها درآمد خالص کشاورز معادل ۱۲۳۵۵۲۰ تومان سود خواهد بود در مقابل اگر کشت به‌صورت مستقیم صورت گیرد و میزان عملکرد برداشت‌شده معادل ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آید میزان درآمد ناخالص کشاورز معادل ۱۹۲۵۰۰۰۰ تومان و با کسر هزینه‌های مصرفی در حدود ۱۰۸۶۷۹۷۸ تومان سود حاصل خواهد شد. از آنجایی‌که کشاورزان عملکرد کم‌تری برداشت می‌کنند و سود حاصل از کشت این محصول با ارزش کم‌تر از سایر

- production in southern England. I. Effects of planting date, transplant age at planting and cultivar on grain yield. *The Journal of Agricultural Science*, 128(1), 27-35.
- Dehghani, M., Jafar Aghaei, M., & Mohamadi Kya, S. (2014). Effect of cotton transplanting on its yield and water use efficiency, *Journal of Water Research In Agriculture*, 28 (2), 307-314. DOI: 10.22092/JWRA.2014.100032. (In Persian)
- Dente, L., Satalino, G., Mattia, F., & Rinaldi, M. (2008). Assimilation of leaf area index derived from ASAR and MERIS data into CERES-Wheat model to map wheat yield. *Remote Sensing of Environment*, 112(4), 1395-1407.
- Dong, H., Li, W., Tang, W., & Zhang, D. (2004). Development of hybrid Bt cotton in China—a successful integration of transgenic technology and conventional techniques. *Current Science*, 86(6), 778-782.
- FAO. (2017). Crop production statistics, <http://www.fao.org/docrop/010>
- Geerts, S., & Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural water management*, 96(9), 1275-1284.
- Hepworth, C., Doheny-Adams, T., Hunt, L., Cameron, D.D., & Gray, J.E. (2015). Manipulating stomatal density enhances drought tolerance without deleterious effect on nutrient uptake. *New Phytologist*, 208(2), 336-341.
- Saberpour, L., Mahdavi Damghani, M., Soufizadeh, S., Ghorbani Nasrabad, GH., & Kambouzia, J. (2017). Evaluation of phenology and yield of Golestan and Latif cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.) affected by planting date and nitrogen, *Iranian Journal of Cotton Research*, 5(1), 109-124. (In Persian)
- Sinclair, T. R. (2006). A reminder of the limitations in using Beer's law to estimate daily radiation interception by vegetation. *Crop science*, 46(6), 2343-2347.
- Soltani, A., & Madah, V. (2010). *Simple applications for education and research in agriculture*. Publications of Shahid Beheshti University Ecological Science Association. (In Persian)
- Soltani, A., & Sinclair, T.R. (2011). A simple model for chickpea development, growth and yield. *Field Crops Research*, 124(2), 252-260.
- Sun, Z.D., & Wang, M.J. (1996). Effect on cotton boll setting and yield by transplanting with pot and by film mulching. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 8, 141-145.
- Tang, H.M., & Chen, J.X. (2008). Preliminary Study on the Yield Components and Physiological Characteristics of Cotton Transplants in the Field by Using Floating Nursing Seedling in Water-bed [J]. *Cotton Science*, 2.

اختلال در کاشت محصول بعدی می‌شود، برای کشت نشایی چنین اتفاقی نمی‌افتد (به دلیل زودرس شدن) و قابل استفاده است و کشت دوم پنبه بعد از گیاهان پاییزه مثل گندم و کلزا را میسر می‌سازد. در تاریخ کشت دیرتر (۳۰ تیرماه) هر دو نوع کشت بذری و نشایی تا قبل از اول آذرماه قابل برداشت نیستند و بنابراین قابل استفاده نمی‌باشند. در هیچ‌یک از تاریخ‌های کاشت، کشت بذری موجب صرفه‌جویی یا کاهش نیاز آبیاری نگردد. دلیل این بود که کشت نشایی میزان تبخیر از خاک را کاهش داده ولی در عوض میزان تعرق از سطح برگ را افزایش می‌دهد. در شرایط فعلی به دلیل هزینه بالا، درآمد ناخالص کشت نشایی منفی است و بنابراین قابل توصیه به کشاورزان نیست.

۵. تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Baez-Gonzalez, A. D., Kiniry, J. R., Maas, S. J., Tiscareno, M. L., Macias, C. J. J. L., Mendoza, J. L., ..., & Manjarrez, J. R. (2005). Large-area maize yield forecasting using leaf area index based yield model. *Agronomy Journal*, 97(2), 418-425.
- Brewster, J.L. (1994). Onions and other vegetable alliums CAB International Wallingford. *Oxon, UK*.
- Baniyani, A. (1998). Preliminary study of cotton pot planting using paper pots for water saving. *5th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding*, Islamic Azad University, Karaj Branch, Alborz, Iran. September 5-8. (In Persian)
- Baniyani, A. (1999). Evaluation of the Benefits of Transplantation in Comparison with Direct Seed Cultivation as Single and Double Row Seedling, *Final Report of Approved Plan*, 7, 24-10. (In Persian)
- Dale, A.E., & Drennan, D.S.H. (1997). Transplanted maize (*Zea mays*) for grain