

## بررسی امکان افزایش سرعت پیشروی نشاکار نیمه خودکار با تغییر الگوی کاشت از تک نشایی به چند نشایی

اردشیر اسدی\*، اورنگ تاکی، مختار میرانزاده و محمد طهری\*\*

\* نگارنده مسئول: اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ص. پ. ۱۹۹-۸۱۷۸۵، تلفن: ۰۶۱۳۷۷۶۰۰۳۱، پیام‌نگار: asadiardshair@yahoo.com

\*\* به ترتیب: عضو هیات علمی، استادیار پژوهش و محقق بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان؛ و دانشجوی رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه شهرکرد  
تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۰

### چکیده

در سال‌های اخیر یک ماشین نشاکار نیمه خودکار ۹ ردیفه مخصوص نشای ریشه لخت پیاز ساخته شده که بیشینه ظرفیت مزرعه‌ای موثر آن با ۹ کارگر نشاگذار ۳/۰ هکتار در روز است. این ظرفیت با سرعت پیشروی ۸ سانتی‌متر در ثانیه به دست می‌آید که با حداکثر سرعت نشاگذاری کارگران (یک نشا در ثانیه) برای تأمین تراکم ۷۵-۷۰ بوته در متر مربع متناسب است. با افزایش ظرفیت مزرعه‌ای می‌توان بهره‌وری ماشین را بهبود داد. با توجه به محدودیت موجود در افزایش سرعت پیشروی (سرعت نشاگذاری) تنها عامل برای بالا بردن ظرفیت مزرعه‌ای، افزایش عرض کار است که خود به سنگین شدن ماشین و ضرورت استفاده از تراکتورهای سنگین می‌انجامد و صرفه اقتصادی استفاده از ماشین را با تردید مواجه می‌کند. بنابراین، قرارداد بیش از یک نشا در هر سلول موزع به همراه افزایش سرعت پیشروی راه حلی برای افزایش ظرفیت مزرعه‌ای با حفظ تراکم بوته‌ای مورد نیاز پیشنهاد شد. در این خصوص، سه سرعت پیشروی شامل: ۸، ۱۲ و ۱۶ سانتی‌متر در ثانیه به ترتیب با قراردعی یک، دو و سه نشا در سلول‌های موزع به همراه تیمار شاهد (روش دستی کاشت نشا) در یک طرح تحقیقاتی بلوک‌های کامل تصادفی از نظر شاخص‌های زراعی، فنی و اقتصادی با هم مقایسه شدند. نتایج نشان می‌دهد که با تغییر الگوی کاشت از تک نشایی به دو نشایی و افزایش ۵۰ درصد سرعت پیشروی، تعداد نشای مستقر شده نهایی تا ۲۴ درصد و عملکرد کل محصول نیز به همان میزان، در مقایسه با روش تک نشایی (ماشینی)، افزایش یافته است. ولی در تیمار سه نشایی افزایش ۵۳ درصد در تعداد نشای نهایی نسبت به تک نشایی، تنها افزایش ۱۷ درصد در عملکرد محصول را به همراه داشت. علت این امر را می‌توان به کوچک شدن اندازه و وزن سوخ‌های تولید شده در تیمار سه نشایی نسبت به دو نشایی به علت افزایش تراکم بوته‌ای مربوط دانست. تعداد نشاهای مستقر شده و عملکرد کل محصول در الگوی کاشت تک نشایی در روش دستی و ماشینی یکسان بود. ارزیابی اقتصادی تیمارهای آزمایش نشان می‌دهد عملی کردن الگوی کاشت دو و سه نشایی به جای تک نشایی دارای سودآوری اقتصادی است. افزایش سود خالص حاصل از تیمارهای دو و سه نشایی به جای تک نشایی به ترتیب ۳۲ و ۱۲ درصد برآورد شده است. مقایسه اقتصادی بین دو تیمار الگوی کاشت سه نشایی و دو نشایی نیز حاکی از آن است که عملی کردن تیمار سه نشایی به جای دو نشایی، از نظر اقتصادی برتری ندارد. تیمار دو نشایی از نظر اقتصادی نسبت به تیمار سه نشایی برتری دارد اما در مواردی که سرعت عملیات اهمیت می‌یابد الگوی سه نشایی نیز از نظر اقتصادی توجیه پذیر است.

### واژه‌های کلیدی

ارزیابی اقتصادی، الگوی کاشت، نشاکار نیمه خود پیاز

### مقدمه

(نشای بدون توده خاک اطراف ریشه) پیاز جایگزین کاشت مستقیم بذر گردیده و فراگیر شدن آن در آینده نزدیک برای محصولات دیگر اجتناب‌ناپذیر است. تنها محدودیت

در دهه اخیر به علت خشکسالی و گران شدن کاشت نشای ریشه لخت<sup>۱</sup> نهاده‌های کشاورزی در ایران،

(Taki & Asadi, 2014). در کشورهای دیگر با دستمزد کارگری پایین، نیز کاشت نشای ریشه لخت با ماشین‌های نیمه‌خودکار، نسبت به نشای سلولی، متداول‌تر و اقتصادی‌تر گزارش شده است (Schrader, 2000). برای طراحی و ساخت ماشین مناسب در داخل کشور گام‌هایی برداشته شده‌است. به عنوان مثال، یک ماشین نشاکار با سیستم تغذیه خشابی توسط قهرمانیان (Ghahramanian, 1998) طراحی شد که در آن از نشای ریشه لخت استفاده می‌گردد. در ارزیابی این نشاکار مشخص شد که نشاها، در خشاب نشاگیر، گاهی گیر می‌کنند که باعث اتلاف وقت و کاهش راندمان مزرعه‌ای ماشین است. در سال‌های اخیر یک ماشین نشاکار نیمه‌خودکار ۹ ردیفه با قابلیت کاشت بوته با فاصله ۷ تا ۸ سانتی‌متر روی ردیف‌هایی با فاصله ۱۷ سانتی‌متر از یکدیگر و سرعت پیشروی ۷ تا ۸ سانتی‌متر در ثانیه ساخته شده است که توانایی کاشت ۸۰ بوته در متر مربع را توسط ۹ نفر کارگر نشاگذار داراست. ظرفیت مزرعه‌ای ماشین در ۸ ساعت کار روزانه حدود ۳۰۰۰ مترمربع گزارش شده است (Taki & Asadi, 2014). افزایش ظرفیت مزرعه‌ای ماشین استفاده از آن را اقتصادی‌تر و کارایی آن را افزایش خواهد کرد. اما عامل محدود کننده در بیشتر شدن ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای این ماشین عدم امکان نشاگذاری سریع‌تر توسط کارگران در سلول‌های موزع ماشین است. از آنجاکه سرعت جدا کردن و قرار دادن یک نشا در سلول موزع توسط کارگر به‌طور متوسط یک ثانیه است، برای تأمین تراکم بوته‌ای مورد نیاز سرعت پیشروی نباید بیشتر از ۶ تا ۸ سانتی‌متر در ثانیه باشد. این سرعت پیشروی ظرفیت مزرعه‌ای ماشین را به حدود ۳۰۰۰ مترمربع در روز محدود می‌کند. با توجه به نوع

در گسترش کمی این روش کاشت، هزینه زیاد کارگری مورد نیاز جهت کاشت دستی نشا (به‌علت تراکم بالای مورد نیاز برای تولید عملکرد بالا) است. برای کاشت ۷۰۰ - ۸۰۰ هزار بوته مورد نیاز در هکتار، به ۱۰۰ تا ۱۱۰ کارگر- روز نیاز خواهد بود که رقم قابل توجهی در هزینه تولید پیاز خوراکی است (Taki, 2013). اما با کاشت مکانیکی (ماشینی) این تعداد نشا در واحد سطح، هزینه‌های کاشت کاهش چشمگیر می‌یابد و آسایش کار کشاورزان پیازکار فراهم می‌شود. در این باره، برای به‌کارگیری نشاکارهای وارداتی تلاش‌هایی شده است که با توجه به ناتوان بودن این ماشین‌ها در تأمین تراکم بوته، کشاورزان ایرانی از آنها استقبال نکرده‌اند. یکی از انواع ماشین‌های نشاکار نیمه‌خودکار ساخت کشور ایتالیا (۵ ردیفه سوارشونده، مجهز به موزع دوار با انبرک‌های نشاگیر) است که فرهمند و همکاران (Farhmand *et al.*, 2010) در اصفهان آنرا ارزیابی و آزمایش کردند. این ماشین، به شرط آنکه کارگر نشاها را به موقع در موزع قرار دهد، قابلیت کشت نشا را با فاصله بین بوته‌ای ۱۲۰ میلی‌متر روی خطوطی به فاصله ۲۵۰ میلی‌متر دارد. در این حالت ۳۳ بوته در مترمربع کاشته می‌شود که کمتر از نیمی از تراکم مطلوب (۷۰-۸۰ نشا در مترمربع) است. به کارگیری نشاکارهای تمام خودکار موجود در دنیا که در آن از نشاهای سلولی (گلدانی) استفاده می‌شود نیز در شرایط فعلی ایران قابل توصیه نیست. هزینه بالای تولید و حمل و نقل نشای گلدانی و قیمت بالای ماشین‌های خودکار، هزینه کاشت نشا را بیشتر از روش دستی خواهد کرد به‌طوری که در حال حاضر هزینه تولید یک واحد (سلول) نشای گلدانی پیاز در ایران حدود ۱۰ برابر هزینه تولید یک نشای ریشه لخت است

بررسی امکان افزایش سرعت پیشروی نشاکار نیمه خودکار...

در بررسی حاضر تلاش شده است که اثر افزایش سرعت پیشروی و کاشت چند نشایی نشای ریشه لخت بر عملکرد فنی ماشین نشاکار پیاز و همچنین عملکرد کمی و کیفی محصول از طریق آزمون بررسی و مناسب‌ترین الگوی کاشت با توجه به شاخص‌های فنی، عملکرد کمی و کیفی محصول و ارزیابی اقتصادی معرفی شود.

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در یکی از مزارع کشاورزان پیازکار فریدنی (۱۲۰ کیلومتری غرب اصفهان) با بافت خاک، لوم-رسی سیلتی در سال ۱۳۹۱ (خرداد تا شهریور) اجرا شد. عملیات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه به منظور تهیه بستر نرم و محکم در رطوبت مناسب اجرا و قبل از خاک‌ورزی ثانویه کود فسفات آمونیم و پتاس به میزان ۲۵۰ کیلو گرم در هکتار با دست پاشیده شد. بعد از تهیه بستر کاشت، از ماشین نشاکار ۹ ردیفه نیمه اتوماتیک ساخت مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان برای اعمال تیمارهای آزمایش استفاده شد. این ماشین یک موزع چرخان استوانه‌ای (هر واحد کارنده) دارد و نشاگذاری در سلول‌های آن با کارگر به صورت دستی است. با چرخش استوانه دوار، نشاها به فواصل زمانی مشخص وارد لوله سقوط می‌شوند. و به واسطه نیروی وزن حرکت می‌کنند و پس از خروج از لوله سقوط منحنی شکل به درون شیاری رها می‌شود که شیاربازکن ایجاد کرده است؛ بلافاصله خاکدهی و استقرار نشا با چرخ‌های فشار انتهایی انجام می‌یابد (شکل ۱). اولین تیمار برای تأمین تراکم بوته‌ای مورد نیاز کشاورزان (۷۰۰ هزار بوته در هکتار) سرعت پیشروی ۸ سانتی‌متر در ثانیه (سرعت مینا) با آرایش کاشت تک نشایی در نظر گرفته شد. بدین ترتیب

تراکتور مورد استفاده در طراحی (تراکتورهای میان قدرت)، امکان بهبود ظرفیت مزرعه‌ای ماشین با افزایش عرض کار (زیاد شدن وزن ماشین) وجود ندارد. بنابراین ظرفیت مزرعه‌ای ماشین تنها از طریق سرعت پیشروی افزایش خواهد یافت. راه حل متصور آن است که کاربر در هر مرحله نشاگذاری دو یا چند نشا را در هر سلول موزع قرار دهد یعنی الگوی کاشت را تغییر دهد. این امر ممکن است به علت غیر یکنواختی فواصل بین بوته‌ای، شرایط لازم را برای رشد سوخ‌ها در همه جهات تأمین نکند و احتمالاً، رقابت بین بوته‌ای به کاهش وزن هر سوخ یا تغییر شکل آنها منجر شود. در خصوص کاشت چند نشایی، در روش سلولی که عملیات کاشت به صورت مکانیکی و معمولاً تمام خودکار پیش می‌رود مطالعاتی شده است. افزایش تراکم بوته‌ای در زمین اصلی برای دستیابی به عملکرد سوخ بیشتر و کاهش قیمت تمام شده پرورش نشا (کاهش فضای مورد نیاز) برخی از اهداف این مطالعات بوده است (Russo, 2008). چانگ (Chung, 1998) در استرالیا بیشترین عملکرد کل سوخ را (۸۳-۸۸ تن در هکتار) از ایجاد ۲۵-۵۰ سلول و کاشت ۲ تا ۵ گیاه درون هر سلول (۱۰۰-۱۲۵ گیاه در مترمربع) به دست آورد. فواصل بین ردیف‌های کاشت در این آزمایش ۲۰ سانتی‌متر بود. در همین ارتباط هریسون و همکاران (Herison et al., 1993) عملکرد مناسب سوخ را از کاشت سلول‌های ۲ نشایی در میشگان به دست آوردند. آنها گزارش کردند که کاشت دو نشایی تاثیر منفی بر شاخص شکل سوخ ندارد. برای مقایسه اثر نوع نشاکاری بر عملکرد پیاز، آزمایش نشان داده است که در تراکم‌های یکسان در مزرعه نشای ریشه لخت و سلولی عملکرد همانندی تولید می‌کند (Russo, 2004).

در آبیاری‌های اول تا ۲۸ (تعداد کل دفعات آبیاری ۳۲ نوبت بود) داده شد. در آبیاری‌های اولیه کوددهی به صورت دستپاش (قبل از هر آبیاری) و بعد از رشد اولیه (آبیاری‌های هشتم به بعد) به صورت محلول (حل شده در منبع آب آبیاری بارانی) داده شد. در زمان رسیدن سوخها (یک ماه پایانی) کود داده نشد. در دوره رشد، مدیریت زراعی برای تیمارها یکسان در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایش از نظر شاخص‌های عملکردی ماشین و محصول با هم مقایسه شدند. برای محاسبه شاخص‌های عملکردی ماشین در حین عملیات نشاکاری سرعت واقعی پیشروی، زمان‌های غیر مفید شامل: زمان دور زدن، پر کردن مخزن نشا و رفع گیرهای احتمالی و همچنین زمان کل صرف شده برای کاشت هر تیمار در هر کرت آزمایش اندازه‌گیری شد. راندمان مزرعه‌ای از نسبت زمان مفید به کل زمان صرف شده محاسبه و بر مبنای آن ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ماشین در هر سرعت پیشروی محاسبه شد. برای تعیین شاخص‌های استقرار گیاهی، تعداد نشاهای ریخته شده با ماشین قبل از ترمیم محل‌های نکاشت به تفکیک نشاهای مستقر شده و نشاهای رها شده در سطح خاک در طول‌های ۵۰ متری در میانه هر خط کاشت شمارش گردید. بعد از کاشت تیمارهای ماشینی، نشاهای رها شده در سطح خاک را کارگر ترمیم کننده نشا در محل‌های خود با خاک پوشش داد. در این تیمارها علاوه بر نیروی کارگری مستقر روی ماشین، نیروی کارگری لازم برای نشارسانی به ماشین و ترمیم بوته‌های مستقر نشده بر حسب کارگر- ساعت در هکتار تعیین شد. بعد از آبیاری سوم تعداد نشاهای مستقر شده نهایی در همان طول ۵۰ متر قبلی شمارش گردید. در روش دستی، نشاهای رها شده و مستقر شده در داخل قاب‌های یک متر

که کارگران در هر جایگذاری یک نشا در هر سلول موزع قرار می‌دهند. دو تیمار ماشینی دیگر که به منظور افزایش کارایی ماشین نشاکار نیمه خودکار انتخاب گردیدند یکی سرعت پیشروی ۱۲ سانتی‌متر در در ثانیه با الگوی کاشت دو نشایی (قرار دادن دو نشا در موزع ماشین در هر جایگذاری نشا) و دیگری سرعت پیشروی ۱۶ سانتی‌متر در ثانیه با الگوی کاشت سه نشایی (قرار دادن سه نشا در موزع ماشین در هر جایگذاری نشا) بودند. بنابراین سه سرعت پیشروی: ۸، ۱۲ و ۱۶ سانتی‌متر در ثانیه به ترتیب با الگوی کاشت تک، دو و سه نشایی به همراه تیمار کاشت دستی نشا (روش مرسوم) در یک طرح تحقیقاتی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اعمال شدند. مساحت اختصاص یافته برای هر تیمار، یک تردد ماشین در طول ۱۷۰ متر بود. نشاکار از نظر اتصال سوار شونده است و با تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ کشیده می‌شود. برای تأمین سرعت‌های پیشروی در نظر گرفته شده (در محدوده ۰/۳-۰/۶ کیلومتر در ساعت) که کمتر از پایین‌ترین سرعت موجود در جعبه دنده است، از یک بسته الحاقی استفاده شد که روی محور تواندهی تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ سوار می‌شود. این بسته الحاقی بدون اعمال تغییرات روی تراکتور نصب شد و نقش دنده خزشی<sup>۱</sup> در این تراکتور را دارد (Taki & Asadi, 2012). سرعت دورانی مناسب موتور درحالتی که کاربران روی ماشین نشسته‌اند برابر ۱۴۰۰ دور در دقیقه تعیین شد. نشای استفاده شده رقم سویت اسپانیش<sup>۲</sup> و دارای طول عمر و اندازه یکسان (۶ هفته‌ای به طول ۲۰۰ میلی‌متر و قطری معادل ۲۰ میلی‌متر) بودند. کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۰۳/۰۳ (آبیاری اول) و روش آبیاری بارانی بود. کود اوره (۱/۵ تن در هکتار) به طور مساوی و به صورت سرک

1- Creep Gear

2- Sweet Spanish

بررسی امکان افزایش سرعت پیشروی نشاکار نیمه خودکار...

سوخ‌ها با دست برداشت شدند. در تیمار کاشت دستی نیز مساحتی معادل مساحت روش ماشینی برداشت گردید. برای هر تکرار وزن کل سوخ‌ها (کیلوگرم)، وزن هر سوخ (گرم)، ابعاد و شکل هر سوخ، تعداد کل سوخ‌ها، قطر گلوگاه، تعداد و وزن سوخ‌های دو تایی، تعداد و وزن سوخ‌های غیر قابل فروش (خیلی کوچک و چروکیده) تعیین گردید.

مربعی در ۱۰ تکرار قبل و بعد از آبیاری سوم در هر کرت شمارش و تعداد کارگر و زمان صرف شده برای کاشت هر کرت نیز تعیین گردید برای اندازه‌گیری شاخص‌های کمی و کیفی محصول و مقایسه تیمارهای آزمایش براساس آن، در هر تیمار ماشینی، سه خط کاشت (از خطوط میانی) به طول ۱۰ متر در سه محل انتخاب و بعد از برگ‌زنی و جدا کردن برگ‌ها از محل اتصال به غده،



شکل ۱- ماشین نشاکار ۹ ردیفه در حین نشاکاری

از رابطه ۱ به دست می‌آید:

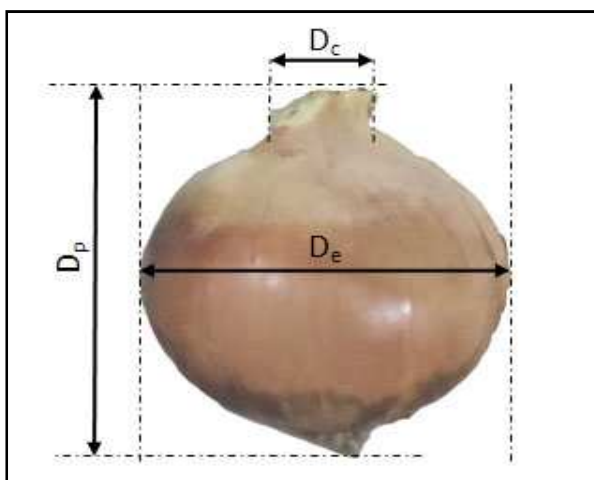
$$\text{شاخص کل} = \frac{D_p}{D_e} \quad (1)$$

که در آن،

$D_e$  = قطر استوایی (میلی‌متر)؛  $D_p$  = قطر قطبی (میلی‌متر) است (Brewster, 1994). عملکرد بازار پسند از کسر عملکرد سوخ‌های کوچکتر از ۴۰ میلی‌متر و سوخ‌های چروکیده و دو تایی از عملکرد کل تعیین شد.

ابعاد هر سوخ (میلی‌متر) مطابق شکل ۲ اندازه‌گیری گردید. سوخ‌های تولیدی بر پایه قطر استوایی ( $D_e$ ) آنها گروه‌بندی شدند (Anon, 1985). بر این اساس درصد وزنی سوخ‌های کوچک (۴۰-۵۵ میلی‌متر)، متوسط (۵۵-۷۰ میلی‌متر)، بزرگ (۷۰-۹۰ میلی‌متر) و خیلی بزرگ (بیشتر از ۹۰ میلی‌متر) تعیین شد.

شاخص شکل سوخ که نشان دهنده گرد (شاخص یک) یا استوانه‌ایی (بزرگتر از یک) بودن آن است



شکل ۲- ابعاد هر سوخ

به جای تیمار دیگر اقتصادی خواهد بود (Saey, 2011). هزینه‌ها در تیمارهای آزمایش شامل هزینه‌های ماشینی، نیروی انسانی، هزینه نشای مصرفی و هزینه اضافی در برداشت (در صورت عملکرد بیشتر نسبت به تیمار مبنا) است که مجموع استهلاک + سود سرمایه و هزینه‌های متغیر ماشین به مثابه هزینه ماشینی و دستمزد کارگری به عنوان هزینه انسانی است. برای محاسبه سود + استهلاک سالیانه، ارزش نهایی ماشین (قیمت خرید × درصد کاهش قیمت بعد از عمر مفید) از رابطه ۲ به قیمت امروز تبدیل گردید.

$$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (2)$$

که در آن،

$i$  = نرخ بهره واقعی (درصد)؛  $P$  = ارزش فعلی ماشین (ریال)؛  $F$  = ارزش اسقاطی ماشین (ریال)؛ و  $n$  = عمر مفید است. در این تحقیق با توجه قیمت تمام شده ماشین، ارزش فعلی آن ۱۲۰ میلیون ریال، ارزش اسقاطی ۲۰

برای مقایسه اقتصادی تیمارهای آزمایش از روش ارزش کنونی درآمدها و هزینه‌ها در تیمارهای چند نشایی نسبت به تیمار تک نشایی، در کنار مقدار اختلاف سرمایه جاری (مصرفی) صرف شده استفاده شد. بنابراین، با توجه به متفاوت بودن هزینه‌ها و درآمدها در تیمارها آزمایش، جمع جبری منافع و هزینه‌ها نسبت به تیمار مبنا (تیمار تک نشایی) به عنوان معادل ارزش کنونی منافع خالص در نظر گرفته شد و تیمار برتر بر اساس سود خالص بیشتر در برابر هزینه متغیر جاری مصرفی کمتر تعیین شد (Soltani, 1990). همچنین، نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری برای مقایسه اقتصادی تیمارهای آزمایش به دست آمد، بدین صورت که میزان تغییرات سود خالص و هزینه‌های متغیر منتج از جایگزینی یک تیمار به جای تیمار دیگر محاسبه و تحت عنوان سود خالص نهایی و هزینه متغیر نهایی معرفی شد. حاصل ضرب خارج قسمت موارد فوق (سود خالص به هزینه متغیر نهایی) در ۱۰۰ معرف نرخ بازده نهایی سرمایه‌گذاری است. چنانچه این نرخ بالاتر از نرخ سود سپرده‌های بانکی باشد انتخاب یک تیمار

## نتایج و بحث

### اثر تیمارهای آزمایشی بر استقرار نشا

نتایج اندازه‌گیری تعداد نشای ریخته شده در واحد سطح توسط کارگران نشان می‌دهد که این تعداد نشا کاشته شده کمتر از میزان در نظر گرفته شده است. این کاهش در تعداد نشا، مربوط به زمان‌هایی است که کارگر، بی‌آنکه ماشین توقف کند، برای برداشتن دسته نشا از جعبه و مرتب کردن آن در دست خود صرف می‌کند و در این زمان‌ها مسافت طی شده به صورت نکاشت باقی می‌ماند. اعداد جدول ۱ نشان می‌دهد که با تغییر الگوی کاشت از تک نشایی به دو و سه نشایی، تعداد نشای ریخته شده در واحد سطح در مقایسه با روش کاشت تک‌نشایی (ماشینی) به ترتیب به میزان ۲۴ و ۵۴ درصد افزایش یافته است. این درحالی است که براساس مقادیر مورد انتظار برای این تیمارها باید افزایش ۳۳ و ۵۰ درصدی نسبت به تیمار تک نشایی حاصل می‌گردید. عامل اصلی این تفاوت‌ها را بنابر مشاهدات مزرعه‌ای می‌توان به زمان طولانی‌تری مربوط دانست که برای جدا کردن و کنار هم قراردادن مجدد نشا توسط کارگر، در مقایسه با زمان لازم برای جدا کردن یک نشا، لازم خواهد بود. غیر یکنواختی محل قرارگیری ریشه نشاها در هر دسته و لزوم منظم کردن آنها برای انداختن در داخل سلول موزع باعث افزایش زمان نشاگذاری به بیشتر از یک ثانیه (زمان در نظر گرفته شده در تئوری برای یک نشا) می‌شد. این نشان می‌دهد که کارگران در تیمار دو نشایی نتوانسته‌اند تعداد نشای مورد نظر تئوری را در داخل لوله سقوط قرار دهند. از آنجاکه در تیمار سه نشایی جدا کردن و کنار هم قرار دادن مجدد سه نشا زمان نسبتاً بیشتری نیاز داشت، کارگران برای جلوگیری از خالی رد شدن سلول‌های موزع

درصد قیمت اولیه و عمر مفید ۵ سال در نظر گرفته شد. نرخ بهره واقعی یا نرخ تنزیل<sup>۱</sup> (معادل حداکثر نرخ سود سپرده بلند مدت بانکی یا اوراق مشارکت به اضافه چند درصد برای پوشش ریسک سرمایه‌گذاری)، ۲۶ درصد تعیین شد. پس از محاسبه ارزش اسقاط به قیمت روز و کسر آن از قیمت خرید ارزش فعلی آن را از رابطه ۳ به هزینه یکنواخت سالیانه، یا به عبارت دیگر، سود + استهلاک سالیانه تبدیل شد (Soltani, 1990).

$$\frac{A}{P} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (3)$$

که در آن،

$$\text{ضریب سود} + \text{استهلاک سالیانه یا ضریب} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

برگشت سرمایه<sup>۲</sup> است. با تعیین A و تقسیم آن بر سطح پوشش داده شده در هر تیمار در سال (ظرفیت کاری ماشین)، هزینه سود به اضافه هزینه استهلاک، یک هکتار محاسبه شد. با تعیین هزینه جاری (هزینه های تراکتور، راننده، سرویس و نگهداری و هزینه حمل و نقل ماشین و تراکتور)، کل هزینه مربوط به ماشین شامل هزینه‌های ثابت و جاری برای یک هکتار به دست آمد. هزینه نیروی انسانی شامل هزینه‌های نشاگذار، نشارساز و ترمیم کننده با اندازه‌گیری تعداد کارگر استفاده شده برای سطح یک هکتار محاسبه شد. برای تعیین هزینه نشا، قیمت تمام شده یک نشا در خزانه (بذر+ اجاره زمین، سم و کود مصرفی، کندن و حمل و نقل)، به دست آمده و با توجه به تعداد نشای مصرفی، برای تیمارهای آزمایشی محاسبه شد. میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

به داخل شیار کاشت امکان قرار گرفتن دقیق ریشه نشاها در عمق مطلوب و پوشش مناسب آنها توسط چرخ فشار را تأمین نمی‌کرد. بدیهی است این امر منجر به افزایش نیروی کارگری مورد نیاز برای ترمیم می‌گردید. درصد استقرار نهایی نشا در الگوهای مختلف کاشت (دو هفته پس از کاشت) نشان می‌دهد که در صورت پوشش یافتن ریشه نشاها با خاک (پس از ترمیم)، تنها حدود یک درصد از نشاها به‌علل طبیعی نظیر خشک شدن و یا فرو رفتن ساقه در گل مستقر نمی‌شوند.

گاهی بیش از سه نشای به‌هم پیوسته (۴ یا ۵ نشا) را بدون جدا کردن از یکدیگر در داخل یک سلول قرار می‌دادند. این امر باعث شد که تعداد نشای نهایی ریخته شده در این تیمار به بیش از میزان مورد انتظار نسبت به تیمار تک نشایی افزایش یابد. بررسی درصد استقرار نشاها پس از عبور ماشین (قبل از ترمیم) نشان می‌دهد (جدول ۱) که در تیمار سه نشایی این شاخص به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار تک نشایی و دو نشایی است. سقوط همزمان سه یا چند نشا

جدول ۱- مقایسه تیمارهای آزمایش از نظر شاخص‌های استقرار گیاهی

نشای استقرار یافته پس از ترمیم (هکتار)	استقرار نشا پس از عبور ماشین قبل از ترمیم (درصد)	نشای استقرار یافته قبل از ترمیم (هکتار)	نشای ریخته شده (هکتار)	تعداد نشای مورد انتظار (هکتار)	سرعت پیشروی (سانتی‌متر در ثانیه)	الگوی کاشت
۶۴۸۰۰۰	۹۲b	۶۰۲۰۰۰	۶۵۴۰۰۰c	۷۳۵۳۰۰	۸	تک نشایی
۸۰۷۰۰۰	۹۰bc	۷۳۲۳۳۰	۸۱۳۷۰۰b	۹۸۰۴۰۰	۱۲	دو نشایی
۹۹۵۰۰۰	۸۶c	۸۶۸۶۰۰	۱۰۱۰۰۰۰a	۱۱۰۳۰۰۰	۱۶	سه نشایی
۶۹۳۰۰۰	۹۹a	۶۹۳۰۰۰	۷۰۰۳۰۰c	۷۰۰۰۰۰		تک نشایی دستی

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

۱۰۸/۲، دو نشایی ۱۳۳/۹۱ و ۳ نشایی ۱۲۶/۱۹ تن در هکتار است (جدول ۲) که نشان از افزایش معنی‌داری ۲۴ و ۱۷ درصدی در تیمارهای دو و سه نشایی نسبت به تیمار تک نشایی ماشینی دارد ولی اختلاف ۶ درصدی عملکرد محصول در تیمارهای سه و دو نشایی معنی‌دار نیست. همان‌طور که مشاهده می‌گردد (جدول‌های ۱ و ۲)، با تغییر الگوی کاشت از تک نشایی به دو نشایی و افزایش ۲۴ درصدی تعداد نشای استقرار یافته نهایی میزان عملکرد کل محصول در این تیمار تقریباً به همان نسبت افزایش یافته است ولی در تیمار سه نشایی افزایش ۵۳ درصدی تعداد نشا مستقر شده نهایی نسبت به تک نشایی

### اثر تیمارهای آزمایش بر شاخص‌های کمی و کیفی

جدول ۲ نشان می‌دهد که تعداد سوخ‌های بازارپسند تولید شده در تیمارهای آزمایش از همان روند تعداد نشا استقرار یافته نهایی پیروی می‌کند و اختلافات مشاهده شده تحت تأثیر حذف سوخ‌های بسیار کوچک (کوچک‌تر از ۴۰ میلی‌متر) یا سوخ‌های چروکیده و غیر بازارپسند است، به‌طوری‌که تعداد سوخ‌های غیر بازارپسند در تیمارهای تک نشایی و دو نشایی کمتر از یک درصد و در تیمار سه نشایی حدود چهار درصد کل سوخ‌های تولید شده است. میزان عملکرد کل سوخ بازارپسند در تیمارهای تک نشایی ماشینی و دستی به‌ترتیب ۱۰۷/۴۶ و



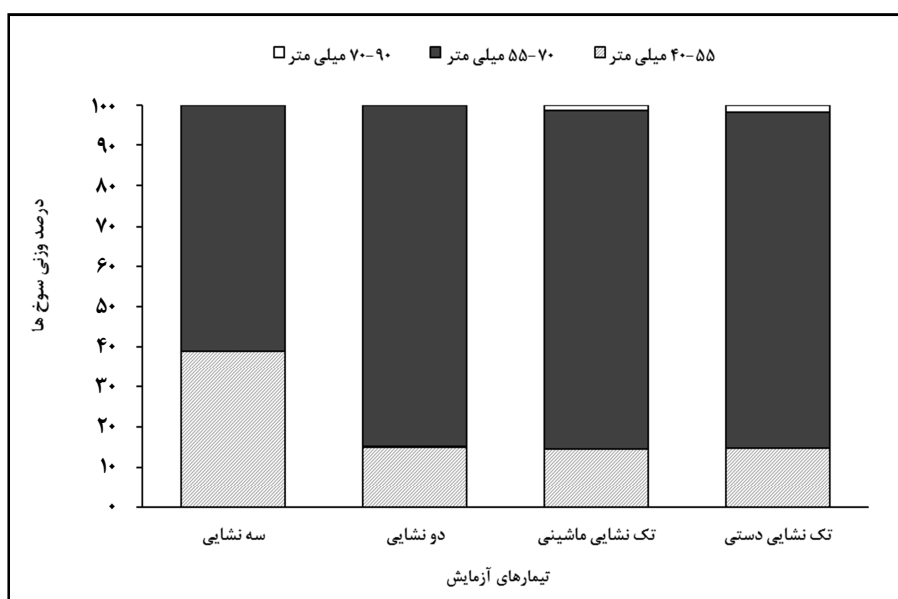
در آزمایش حاضر افزایش تولید سوخ‌های کوچک در تیمار سه نشایی باعث کاهش کیفیت سوخ‌ها از نظر اندازه نشد به طوری که اشاره شده است سوخ‌های با اندازه (قطر استوایی) ۴۰-۶۹ میلی‌متر (مجموع سوخ‌های کوچک و متوسط) هدف تولیدکنندگان برای مصرف تازه‌خوری است (Kanton *et al.*, 2002). نتایج تعیین شاخص کیفی شکل سوخ در تیمارهای تک نشایی، دو نشایی و سه نشایی به ترتیب ۱/۰۳، ۱/۱ و ۱/۱۸ بود. هر چند در بیشتر مواقع، سوخ‌های گرد (شاخص شکل=۱) را مصرف‌کنندگان انتخاب می‌کنند (Dereje *et al.*, 2012) و گرانس و کارتر (Grant & Carter, 1994) گزارش کرده‌اند که سوخ‌های پیاز با شاخص شکل تا ۱/۲، از طرف مصرف‌کنندگان قابل قبول است اما بیشتر از این مقدار، سوخ به سمت تخم مرغی شدن (استوانه‌ایی) می‌رود و با عدم پذیرش از طرف مصرف‌کنندگان مواجه می‌گردد. این محققان همچنین در نتایج تحقیق خود اشاره می‌کنند که افزایش تراکم بوته در واحد سطح بر اساس رقم و شرایط زراعی باعث افزایش شاخص شکل به بیشتر از ۱/۲ خواهد شد. ولی در این آزمایش در تیمار کاشت ۳ نشایی به طور معنی‌داری شاخص شکل سوخ بیشتر از تیمار تک نشایی است (جدول ۲) ولی میزان آن کمتر از ۱/۲ است (جدول ۲). شاخص قطر گلوگاه نیز در بین تیمارهای آزمایش معنی‌دار نیست. اشاره شده است سوخ‌ها با قطر گلوگاه کم قدرت ماندگاری بالا دارند (Peters *et al.*, 1994) که در این مورد تفاوتی در بین تیمارهای آزمایش مشاهده نشد.

تنها افزایش ۱۷ درصدی عملکرد کل محصول را به همراه دارد. تعیین عملکرد سوخ‌های تولید شده در ۳ اندازه موجود شامل: سوخ‌های کوچک، متوسط، بزرگ و که در شکل ۳ نشان داده شده است می‌تواند این تفاوت‌ها را توضیح دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تیمار تک نشایی ماشینی سوخ‌ها با اندازه‌های متوسط، کوچک و بزرگ به ترتیب حدود ۸۴/۱۷، ۱۴/۵۱ و ۱/۳۲ درصد وزن کل را تولید کرده‌اند. در تیمار ۲ نشایی نیز به طور مشابه ۸۴/۹۲ درصد وزن کل توسط سوخ‌ها با اندازه متوسط و ۱۵/۰۸ درصد آن توسط سوخ‌ها با اندازه کوچک تولید شده است. اما در تیمار ۳ نشایی تولید سوخ‌های متوسط به ۶۱/۸۳ درصد تنزل یافته است و به جای آن وزن سوخ‌های کوچک به ۳۸/۱۷ درصد افزایش یافته است. بنابراین، اگرچه تعداد سوخ‌های تولید شده در تیمار ۳ نشایی به طور معنی‌داری بیشتر از تعداد سوخ‌های تیمار ۲ نشایی است ولی افزایش معنی‌دار تعداد سوخ‌های کوچک و کاهش معنی‌دار متوسط وزن هر سوخ، علاوه بر سوخ‌های بسیار کوچک و غیر بازارپسند کاهش عملکرد نهایی محصول را در تیمار سه نشایی نسبت به تیمار دو نشایی در پی دارد. نتایج مشابهی درباره تراکم بوته‌ای و عملکرد سوخ پیاز در کشور مجارستان در روش کاشت مستقیم بذر وجود دارد، به طوری که گزارش شده بین تراکم بوته‌ای و عملکرد پیاز تا مرز ۸۰ بوته در مترمربع ارتباط مستقیمی وجود دارد ولی افزایش تراکم به بیش از ۸۰ بوته در متر مربع باعث کاهش عملکرد محصول و تولید سوخ‌های بسیار کوچک شده است (Rumpel & Felczynski, 2000).

جدول ۲- مقایسه میانگین تعدادی از شاخص های کمی و کیفی اندازه گیری شده در آزمایش

قطر گلوگاه (میلی متر)	شاخص شکل	متوسط وزن هر سوخ (گرم)	عملکرد بازارپسند (تن در هکتار)	عملکرد کل (تن در هکتار)	تعداد سوخ بازارپسند (هکتار)	سرعت پیشروی (سانتی متر در ثانیه)	الگوی کاشت
۱۱/۲a	۱/۰۳b	۱۷۹a	۱۰۷/۴۶۰b	۱۰۷/۵۶۰b	۶۴۲۰۰۰ c	۸	تک نشایی
۱۱/۱a	۱/۱ab	۱۶۷a	۱۳۳/۹۱۰a	۱۳۴/۳۵۰a	۸۰۰۰۰۰ b	۱۲	دو نشایی
۱۱a	۱/۱۸a	۱۳۲b	۱۲۶/۱۹۰a	۱۲۶/۴۲۰a	۹۵۲۹۴۱ a	۱۶	سه نشایی
۱۰/۹a	۱/۰۴b	۱۶۹a	۱۰۸/۲۰۰b	۱۰۸/۲۷۵b	۶۸۶۰۰۰ c		تک نشایی دستی

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۳- درصد وزن تولید شده به وسیله سوخ ها با اندازه کوچک، متوسط و بزرگ در تیمارهای آزمایش

### مقایسه اقتصادی تیمارهای آزمایش

راندمان مزرعه ای در تیمارهای آزمایش که با کاهش سرعت پیشروی در زمان دور زدن و همچنین پایین بودن زمان دور زدن ماشین نسبت به زمان کل طی شده در هر تیمار اتفاق می افتاد، افزایش تقریبی ۱/۵ و ۲ برابری ظرفیت مزرعه ای ماشین نشاکار را با افزایش سرعت پیشروی با همان نسبت به همراه دارد.

برای اندازه گیری هزینه های مالکیت ماشین نشاکار، ظرفیت مؤثر مزرعه ای و ظرفیت کاری ماشین اندازه گیری شد. همان طور که در جدول ۳ مشاهده می گردد مساحت نشاکاری شده توسط ماشین نشاکار با افزایش سرعت پیشروی به همان نسبت افزایش یافته است. یکنواختی

جدول ۳- مقایسه میانگین تعدادی از شاخص های کمی و کیفی اندازه گیری شده در آزمایش

تیمارهای آزمایش	سرعت واقعی پیشروی (کیلومتر در ساعت)	زمان مفید (دقیقه)	زمان کل (دقیقه)	راندمان مزرعه ای (درصد)	ظرفیت مزرعه ای (هکتار در ساعت)	ظرفیت کاری (ساعت بر هکتار)	عملکرد ماشین در سال (هکتار)
تک نشایی	۰/۲۹	۳۵	۴۰	۸۷	۰/۰۳۹	۲۵:۵۴	۱۸/۵۳
دو نشایی	۰/۴۴	۲۳	۲۷	۸۵	۰/۰۵۷	۱۷:۲۸	۲۷/۴۷
سه نشایی	۰/۵۹	۱۸	۲۱	۸۵	۱/۰۷۷	۱۳:۱	۳۶/۸۳

سود خالص حاصل از به کارگیری تیمارهای دو و سه نشایی به جای تیمار تک نشایی، به ترتیب حدود ۴۵ و ۱۷ میلیون ریال به ازای یک هکتار محاسبه شد که این مقادیر به ترتیب افزایش ۳۳ و ۱۲ درصدی سود خالص را در تیمارهای دو و سه نشایی، در مقایسه با تیمار تک نشایی، نشان می دهد. نرخ بازده نهایی در تیمارهای دو و سه نشایی نسبت به تیمار تک نشایی به ترتیب ۵۷۷ و ۸۲ درصد محاسبه شد که اختلاف آن با نرخ بهره بانکی بسیار زیاد و نشان دهنده اقتصادی بودن اعمال این تیمارها در منطقه مورد آزمایش به خاطر وجود پتانسیل تولید عملکرد بالای محصول است. نرخ ۵۷۷ درصدی بازده نهایی در تیمار دو نشایی به علت تولید ۲۶ تن محصول اضافی در هکتار، نسبت به تیمار تک نشایی، است. ارزیابی اقتصادی بین دو تیمار دو نشایی و سه نشایی نشان می دهد که در تیمار دو نشایی سود خالص اضافی، ناشی از هزینه جاری کمتر رخ داده است. بنابراین، تیمار الگوی کاشت دو نشایی نسبت به سه نشایی از نظر اقتصادی ارجح است. الگوهای کاشت دو و سه نشایی همچنین افزایش ۵۰ و ۱۰۰ درصدی سرعت عملیات را نسبت به حالت تک نشایی به همراه دارد که بیانگر آن است که تیمار دو نشایی هر چند از نظر اقتصادی نسبت به تیمار سه نشایی برتری دارد اما در مواردی که سرعت عملیات اهمیت می یابد الگوی سه نشایی نیز از نظر اقتصادی توجیه پذیر است.

با تغییر ظرفیت مزرعه ای (تغییر در سرعت پیشروی) و عملکرد محصول (تغییر در الگوی کاشت) منافع و هزینه ها در تیمارهای آزمایش متفاوت می شوند که در جدول های ۴ و ۵ تمامی هزینه های غیر مشترک حاصل از به کارگیری تیمارهای آزمایش آمده است. در جدول ۶ نتایج تغییرات منافع (جمع جبری هزینه ها و درآمدها) از جایگزینی تیمارهای چند نشایی به جای تیمار مینا (تک نشایی ماشینی) و هزینه جاری برای اعمال تیمارهای آزمایش و همچنین نرخ بازده نهایی در صورت جایگزینی تیمارهای کاشت چند نشایی به جای تک نشایی آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود هزینه کل برای اعمال تیمار کاشت تک نشایی ماشینی مبلغ ۷۵/۲۷ میلیون ریال در هکتار است. این هزینه برای تیمارهای دو و سه نشایی به ترتیب مبلغ حدود ۸۰/۹۴ و ۹۴/۱۵ میلیون ریال در هکتار است که نشان می دهد با وجود افزایش میزان نشای مصرفی به مقدار ۲۴ و ۵۴ درصد، در تیمارهای دو و سه نشایی (جدول ۱) نسبت به تک نشایی، ولی به علت افزایش ظرفیت مزرعه ای در این تیمارها که منجر به کاهش هزینه های ثابت و متغیر ماشین و همچنین هزینه نیروی انسانی (نسبت به تیمار مینا) گردید هزینه کل تنها به مقدار ۱۰ و ۲۷ درصد در تیمارهای دو و سه نشایی، نسبت به تیمار تک نشایی، افزایش یافته است. بر اثر تغییر درآمد که در جدول های ۴، ۵ و ۶ مشاهده می شود

جدول ۴- هزینه ثابت مالکیت ماشین نساکار در هکتار (ارقام بر حسب میلیون ریال)

تیمار	قیمت نساکار و کاهنده سرعت	عمر مفید	قیمت ماشین بعد از استهلاک				سود + استهلاک		عملکرد ماشین در سال (هکتار)	سود + استهلاک (هکتار)
			ارزش به پول		ضریب تبدیل	ارزش به پول آینده	سالانه			
			خرید	امروز			مبلغ	ضریب		
تک نشایی	۱۲۰	۵	۲۰	۷/۴	۰/۳۱	۲۴	۴۱/۶۶	۰/۳۷	۲/۲۵	
دو نشایی	۱۲۰	۵	۲۰	۷/۴	۰/۳۱	۲۴	۴۱/۶۶	۰/۳۷	۱/۵۲	
سه نشایی	۱۲۰	۵	۲۰	۷/۴	۰/۳۱	۲۴	۴۱/۶۶	۰/۳۷	۱/۱۳	

جدول ۵- هزینه جاری، هزینه نیروی انسانی و هزینه کل به ازای یک هکتار در تیمارهای آزمایش (ارقام بر حسب میلیون ریال)

تیمار	تراکتور			کارگر			نشا		مجموع هزینه انسانی	مجموع هزینه تراکتوری	سرویس و نگهداری + حمل و نقل	ساعت	دستمزد	کل	نشا + هزینه اضافی برداشت	نیروی انسانی + متغیر	هزینه ثابت + متغیر	
	اجاره + راننده		نشاگذار	نشاگران و ترمیم کننده		مجموع	کل	واحد										کل
	ساعت	دستمزد		ساعت	دستمزد													
تک نشایی	۲۶	۰/۲	۵/۲	۲/۵	۱۱/۷	۰/۰۵	۲۳۴	۰/۰۵	۲۶	۱/۳	۰/۰۰۰۰۸	۵۲/۳۲	۰/۵	۷۵/۲۷	۱۳	۱/۳	۰/۰۰۰۰۸	
دو نشایی	۱۷	۰/۲	۳/۴	۲/۳	۷/۶۵	۰/۰۵	۱۵۳	۰/۰۵	۴۰	۲	۰/۰۰۰۰۸	۶۵/۰۹	۰/۳	۸۲/۴۶	۹/۶۵	۲	۰/۰۰۰۰۸	
سه نشایی	۱۳	۰/۲	۲/۶	۲/۱	۵/۸۵	۰/۰۵	۱۱۷	۰/۰۵	۵۰	۲/۵	۰/۰۰۰۰۸	۸۰/۸	۰/۳	۹۵/۲۸	۸/۳۵	۲/۵	۰/۰۰۰۰۸	
تک نشایی دستی					۴۰	۰/۰۵	۸۰۰		۴۰		۰/۰۰۰۰۸	۵۶/۰۲		۹۶/۰۲	۴۰		۰/۰۰۰۰۸	

جدول ۶- درآمد و هزینه حاصل از اعمال تیمارهای چند نشایی به جای تیمار تک نشایی

تیمار	تک نشایی	دو نشایی	سه نشایی
عملکرد کل (کیلوگرم)	۱۰۷۴۶۰	۱۳۳۹۱۰	۱۲۶۱۹۰
قیمت واحد (میلیون ریال)	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
درآمد کل هر تیمار (میلیون ریال)	۲۱۴/۹۲	۲۶۷/۸۲	۲۵۲/۳۸
تغییر عملکرد نسبت به تیمار مبنا در صورت جایگزینی (کیلوگرم)		+۲۶۴۵۰	+۱۸۷۳۰
افزایش یا کاهش درآمد نسبت به تیمار مبنا در صورت جایگزینی (میلیون ریال)		+۵۲/۹	+۳۷/۴۶
هزینه کل (میلیون ریال)	-۷۵/۲۷	-۸۲/۴۶	-۹۵/۲۸
کاهش یا افزایش هزینه نسبت به تیمار مبنا در صورت جایگزینی (هزار ریال)		+(-۷/۱۹)	+(-۲۰/۱)
سود خالص نسبت به تیمار مبنا در صورت جایگزینی در هکتار (میلیون ریال)		۴۵/۷۱	۱۷/۴۵
نسبت سود خالص تیمارها به تیمار مبنا		۱/۳۳	۱/۱۲
هزینه جاری برای یک هکتار (میلیون ریال)	۷۳/۰۲	۸۰/۹۴	۹۴/۱۵
افزایش یا کاهش هزینه جاری نسبت به تیمار مبنا در هکتار (میلیون ریال)		۷/۹۲	۲۱/۱۳
نرخ بازده نهایی نسبت به تیمار مبنا		۵۷۷	۸۲

## نتیجه گیری

ماشینی نیز می‌توان با کاهش سرعت پیشروی و افزایش تراکم بوته‌ای عملکرد محصول را افزایش داد. همبستگی خطی بین عملکرد محصول و تراکم بوته‌ای با افزایش ۲۹ درصدی در تعداد نشاهای مستقر شده نهایی از تیمار دو نشایی به سه نشایی حاصل نگردید. به طوری که در الگوی کاشت سه نشایی افزایش ۵۳ درصدی تعداد نشاهای مستقر شده نهایی نسبت به تیمار تک نشایی به علت تولید سوخ‌های کوچک، افزایش ۱۷ درصدی عملکرد محصول را سبب گردید. افزایش سرعت پیشروی و در نتیجه ظرفیت مزرعه‌ای در تیمارهای چند نشایی باعث کاهش هزینه‌های کارگری و هزینه‌های ثابت و متغیر ماشینی در این تیمارها، نسبت به الگوی تک نشایی، گردید. به طوری که افزایش هزینه نشای مصرفی به میزان ۲۴ و ۵۴ درصد به ترتیب در تیمارهای دو نشایی و سه نشایی (نسبت به تیمار تک نشایی) تنها افزایش حدود ۱۰ و ۲۷ درصدی هزینه‌ها را در این تیمارها به دنبال داشت. مقایسه اقتصادی تیمارهای آزمایش نشان می‌دهد که

تحقیق حاضر نشان می‌دهد که ماشین نشاکار نیمه اتوماتیک ساخته شده در مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان در سرعت پیشروی ۸ سانتی‌متر در ثانیه، توانایی تأمین نیازهای زراعی کشاورزان پیازکار را از نظر تراکم بوته‌ای دارد. در این سرعت پیشروی، اختلاف معنی‌داری در تعداد نشای مستقر شده نهایی و عملکرد محصول با روش دستی مشاهده نشد. با افزایش سرعت پیشروی و همزمان تغییر الگوی کاشت شاخص‌های فنی، زراعی و اقتصادی حاصل از به‌کارگیری ماشین تحت تأثیر قرار می‌گیرد. افزایش ۲۴ درصدی تعداد نشای استقرار یافته نهایی در الگوی کاشت دو نشایی با سرعت پیشروی ۱۲ سانتی‌متر در ثانیه (نسبت به الگوی کاشت تک نشایی)، ضمن افزایش سرعت پیشروی به ۱/۵ برابر سرعت مبنا (الگوی کاشت تک نشایی) عملکرد کل محصول را نیز به میزان ۲۴ درصد نسبت به تیمار تک نشایی افزایش می‌دهد که نشان دهنده این موضوع است که در روش تک نشایی

الگوی کاشت چند نشایی (دو و سه نشایی)، به جای الگوی تک نشایی، اقتصادی است. افزایش سود خالص حاصل از جایگزینی تیمارهای دو و سه نشایی به جای تک نشایی در هکتار به ترتیب ۳۲ و ۱۲ درصد است. تیمار دو نشایی از نظر اقتصادی نسبت به تیمار سه نشایی برتری دارد اما در مواردی که سرعت عملیات اهمیت می یابد الگوی کاشت سه نشایی به جای دو نشایی نیز از نظر اقتصادی توجیه پذیر است.

## مراجع

- Anon. 1985. U. S. Department of Agriculture. United States standard for grades of Bermuda–Granex–Grano type onions. U.S. Dept. Agric. Agr. Marketing Serv. Washington, D.C.
- Brewster, J. L. 1994. Onions and Other Vegetable Alliums (Crop Production in Horticulture 3). CAB Int. Wallingford, UK. 236.
- Chung, B. 1998. Multi-plant module transplants of bulb onions. Acta Hort. 247, 187-191.
- Dereje, A., Derbew, B. and Getachew, T. 2012. Influence of bulb topping and intra row spacing on yield and quality of some shallot (*Allium Cepa* Var. *Aggregatum*) varieties at Anededworeda, western Amhara. African J. Plant Sci. 6(6): 190-202.
- Farhmand, S., Ahmadian, A. and Ghomashei, A. 2010. Evaluation of a gripper type transplanter in bare-root seedlings of onion. Technical Report. Esfahan Agriculture Organization. (in Farsi)
- Ghahramanian, G. 1998. Development of an onion transplanter. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Shiraz University. Shiraz. Iran. (in Farsi)
- Grant, D. G. and Carter B. V. 1994. The influence of cultural factors on the bulb of the onion (*Allium cepa* L.) cultivar 'Pukekohe Longkeeper'. Acta Hort. 433, 527-532.
- Herison, C., Joseph, G., Masabni, G. and Bernard, H. Z. 1993. Increasing seedling density, age, and nitrogen fertilization increases onion yield. Hort Sci. 28(1): 23-25.
- Kanton, R. A . L., Abbey, L., Hilla, R. G., Tabil, M. A. and January, N. D. 2002. Density affects plant development and yield of bulb onion (*Allium cepa* L.) in Northern Ghana. J. Veg. Crop Prod. 8, 15-27.
- Peters, R. J., Kowithayakorn, T., Chalard, T. and Rabinowitch, H. D. 1994. The effect of date of harvest on shelf life of onions stored by hanging from leaves. Acta Hort. 358, 365-368.
- Rumpel, J. and Felczynski, K. 2000. Effect of plant density on yield and bulb size of direct sown onions. Acta Hort. 533, 179-185.
- Russo, V. M. 2004. Greenhouse-grown transplants as an alternative to bare-root transplants for onions. Hort Sci. 39, 1267-1271.
- Russo, V. M. 2008. Plant density and nitrogen fertilizer rate on yield and nutrient content of onion developed from greenhouse-grown transplants. Hort Sci. 43(6): 1759-1764.
- Saeey, M. 2011. Economical comparison of surface and drip irrigation for tomato cultivated under polyetilen mulch in Jiroft district. Iranian J. Irrig. Res. 5(8): 89-98. (in Farsi)
- Schrader, W. 2000. Using transplants in vegetable production. Available at: <http://anrcatalog.ucdavis.edu>.

بررسی امکان افزایش سرعت پیشروی نشاکار نیمه خودکار...

Soltani, Gh. 1990. Engineering Economics. Shiraz University Press. Shiraz. Iran. (in Farsi)

Taki, O. 2013. Development of a self-propelled transplanter for dense planting of bare-root onion seedlings. Final Research Report. Esfahan Agriculture Research Center. (in Farsi)

Taki, O. and Asadi, A. 2012. A creeper gearbox for MF-285 tractor. Iran Patent. No. 75789. (in Farsi)

Taki, O. and Asadi, A. 2014. Development of a semi-Automatic transplanter for dense planting of bare-root onion seedlings. J Agri. Eng. Res. 15(3): 67-80. (in Farsi)

## **Increasing the Speed of a Semi-Automatic Onion Transplanter with the Use of Simultaneous Planting of Multiple Seedlings**

**A. Asadi<sup>\*</sup>, O. Taki, M. Miranzadeh and M. Tohri**

\*Corresponding Author: Academic Member, Agriculture Engineering Research Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Educational and Research Center, P. O. Box: 81785-199, Esfahan, Iran.  
E-Mail: asadiardshair@yahoo.com

Received: 3 May 2014, Accepted: 9 February 2015

A semi-automatic 9-row transplanter for bare root seedlings has recently been developed at the Isfahan Center for Agricultural Research that plants 80 seedlings/m<sup>2</sup> using 9 operators at a capacity of 0.3 ha/d (8 h). Separating a single seedling from a bunch and dropping it into a distributor cell by hand takes 1 s on average. At a density of 700-800 thousand/ha, the travel speed should not exceed 6-8 cm/s, which is a limitation to improving machine field capacity. Increasing the speed to >8 cm/s to improve machine efficiency can only be achieved if more than one seedling is allocated to each cell. A randomized complete block design was used to drop 1, 2 and 3 seedlings per cell at speeds of 8, 12 and 16 cm/s, respectively, with manual transplanting as the control treatment. The treatments were compared for stand establishment, crop yield components, machine field capacity and economic benefit. The results showed that dropping two seedlings per cell and increasing speed 50% and produced a about a 24% increase in stand establishment and bulb yield compared to the single seedling/cell treatment. Three seedlings per cell produced a 53% increase in stand establishment but only about 17% improvement in bulb yield. This can be attributed to the smaller sizes and weights of the individual bulbs. The number of established seedlings in the 1 seedling per cell pattern produced results that were similar to the manual single transplanting treatment. Economic appraisal of treatments revealed that replacing 1 seedling per cell with 2 and 3 seedlings per cell produced a net increase in profits of 33% and 12%, respectively. The 2 and 3 seedlings per cell methods increased machine field capacity 50% and 100%, respectively. It can be concluded that, from the economic standpoint, 2 seedlings per cell is preferred over the 3 seedling per cell treatment; however when planting must be completed rapidly, the 3 seedling per cell treatment is also economically justified.

**Keywords:** Crop Pattern, Economic Appraisal, Semi-Automatic Onion Transplanter