ساخت وارزیابی یک ماشین نشاکار نیمه خودکار متناسب با کشت متراکم پیاز

اورنگ تاکی[1]، اردشیر اسدی[2]

1 و2- اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

orangtaki@yahoo.com

چکیده

کاشت پیاز در ایران به علت مشکلات عدیده روش بذرکاری در حال جایگزین شد ن با روش نشاکاری دستی می باشد. این روش کاشت با توجه به نیاز به تراکم بالای بوته (800-700 هزار بوته در هکتار)، هزینه‌بر بوده و در حال حاضر حدود 100 کارگر روز در هکتار به آن اختصاص داده می شود. عدم توانایی ماشین‌های موجود خارجی در تامین نیازهای زراعی محصول پیاز، طراحی و ساخت یک ماشین جدید را ضروری می سازد. در تحقیق حاضر امکان ساخت یک ماشین کاشت نشاء برای تامین تراکم بالا (از طریق کاهش فواصل بین ردیفی و روی خط)و باقابلیت تغذیه با نشاء ریشه لخت مورد بررسی قرار گرفت.انتخاب شکل لوله سقوط شامل قطر لوله و ز اویه انحنای آن، نوع چرخ های فشار و آرایش قرار گیری آها با اعمال تیمارهای مختلف انجام گردید. نتایج نشان داد که لوله سقوط با شکل منحنی (انحنای 20 درجه) و قطر 50/8 سانتی‌متر می تواند روانی حرکت نشاءریشه لخت و استقرار مناسب آن در خاک‌را تضمین نماید چرخ‌های فشار مخروطی با قطر 45 سانتی‌متر و آرایش V شکل ضمن تامین حداقل فاصله بین ردیف (17 سانتی‌متری) بیشترین درصد استقرار نشاء را تامین نمود . با دستیابی به این ترکیب و ساخت یک واحد نشاکار اقدام به ساخت یک دستگاه ماشین نشاءکار 9 ردیفه پشت تراکتوری گردید. عملکرد این ماشین با روش کاشت دستی از نظر شاخص‌های زراعی و عملکردی مقایسه گردید مقایسه‌های انجام شده نشان داد که عملکرد یک کارگر با ماشین تقریبا معادل 3/6 برابر عملکرد آن بدون ماشین می باشد . همچنین مقایسه اقتصادی روش کاشت دستی نشاء با روش ماشینی نشان داد که‌کاشت با ماشین سبب صرفه‌جویی 65 کارگر به ازای یک هکتار می‌گردد.

کلمات کلیدی: نشاءکار پیاز، کشت متراکم پیاز، نشاء ریشه لخت

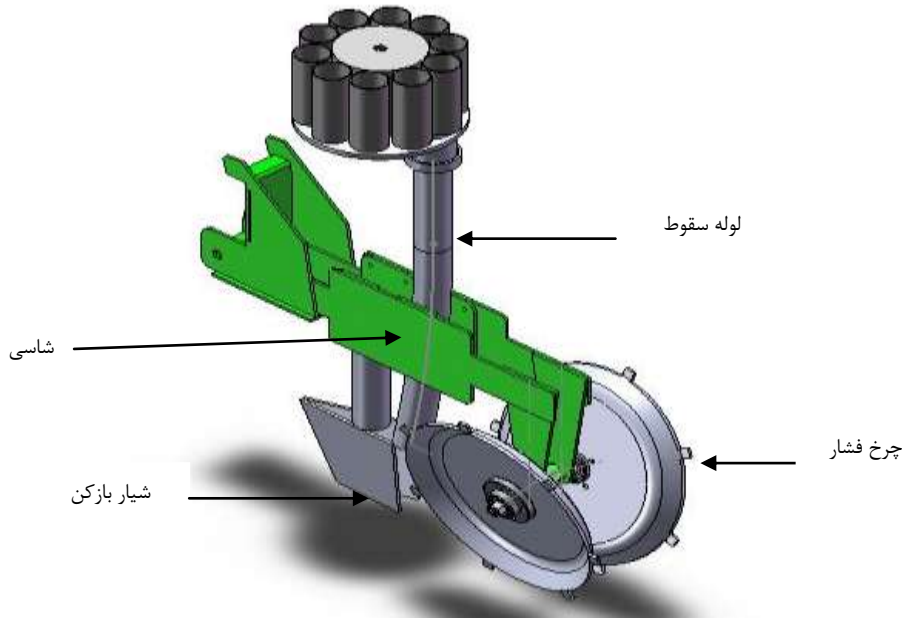
مقدمه

در سالهای اخیر تولید پیاز از طریق کشت نشایی با توجه به محدودیت منابع آب و نهاده های کشاورزی در ایران رو به گسترش نهاده است . عملیات کاشت نشاء به صورت دستی و با نیروی 100-120 کارگر در هکتار [مبلی و پیراسته، 1373; مسیحا و دیگران 1378] و با استفاده از نشاء ریشه لخت (نشاء بدون وجود خاک اطراف ریشه) و با تراکم بسیار زیاد (به تعداد 700-800 هزار بوته در هکتار) انجام می‌گیرد. این روش هزینه‌بر و در شرایط سخت کاری انجام می‌گردد. ماشین‌های نشاکار موجود در دنیا که در آنها انتقال نشاء به روش ثقلی انجام می شود (خودکار و نیمه خودکار) [Branch, 1987; Ryu *et al.*,2001] معمولا قابلیت کاشت نشاءهایی را دارند که توده ای از خاک اطراف ریشه آنها را در برگرفته و وزن کافی برای انتقال آن فراهم می باشد. این نشاءها معمولا در بستر های سلولی و در پالت‌های 100 تا 300 تایی تهیه می‌گردند [Huang, 1983; Brewester, 1994]. کاشت نشاء با این روش در مواردی که تعداد نشاء مورد نیاز کم بوده یا در مناطقی که هزینه کارگری بسیار بالا باشد مقرون به صرفه می‌باشد. لیکن در شرایطی مانند کشت متراکم پیاز در ایران که تعداد نشاء مورد نیاز بسیار زیاد می باشد، هزینه این روش تهیه نشاء به همراه هزینه حمل و نقل از هزینه کشت دستی (100-120 کارگر در هکتار) به مراتب گرانتر

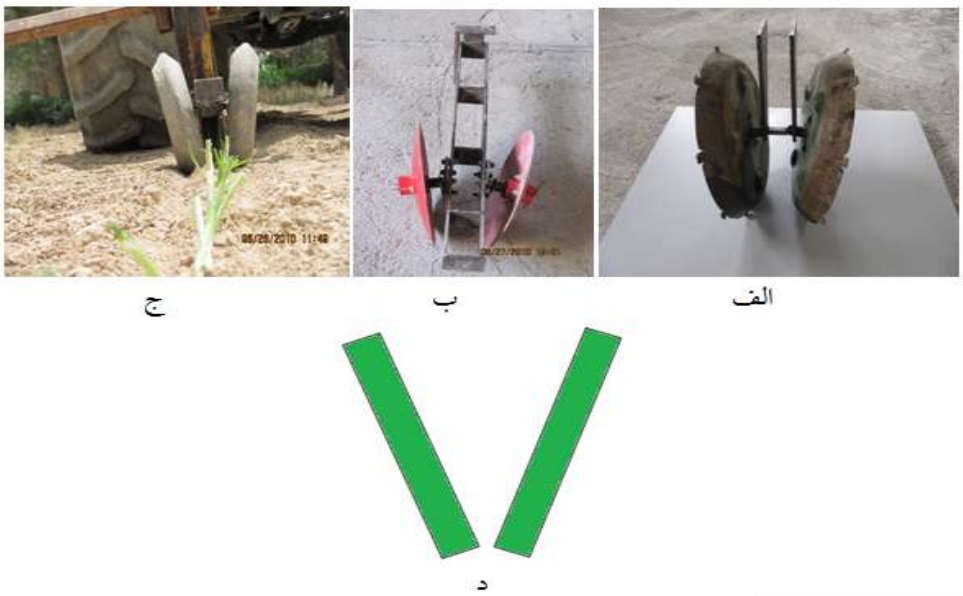
است. برای کاشت نشاء ریشه لخت د ر دنیا معمولا از ماشین‌های نیمه خودکار استفاده می شود [Suggs, 1979]. در این سیستم‌ها عمل نشاءگذاری توسط کارگر و انتقال آن به درون خاک به وسیله انبرک های نشاءگیر که بر روی یک چرخ دوار قرار دارند، انجام می گردد (نشاءها توسط دست درون انبرک ها قرار داده می شود وبا چرخش چرخ انگشتی در داخل شیار رها می گردند). در این روش به علت حرکت دورانی چرخ انگشتی حداقل فاصله ممکن بین بوته‌ها روی ردیف معمولا کمتر از 12-10 سانتی‌متر می باشد. همچنین فاصله بین ردیف های کاشت (به علت چرخ‌های فشار و انبرک‌های نشاءگیر بزرگ) نمی‌تواند کمتر از 25 سانتی‌متر باشد. با این آرایش کاشت امکان کاشت حداکثر 350000 بوته در هکتار وجود دارد که کمتر از نصف تعداد مورد تقاضا برای پیاز در ایران می باشد [گزارش سازمان جهاد کشاورزی اصفهان]. در این تحقیق ساخت یک ماشین 9 ردیفه تراکتوری سوار با قابلیت کشت متراکم پیاز که بتواند عرض تراکتورهای متداول در ایران (مسی فرگوسن 285) را پوشش دهد مورد بررسی قرارگرفت.

مواد و روشها

برای تامین تراکم مورد نیاز در پیاز مواردی نظیر کم کردن عرض واحد نشاءکار برای رسیدن به فواصل ردیفی 17 - 15 سانتی‌متر، قابلیت کشت نشاء به فواصل 6-8 سانتی‌متر بر روی خطوط کاشت و انتخاب لوله منحنی شکل (با توجه به مشاهدات مزرعه‌ای دال بر استقرار مناسب نشا های خوابیده به سمت عقب) در نظر گرفته شد. اساس کار این ماشین تغذیه دستی نشاء به داخل حفره های یک استوانه دوار است. این استوانه در بالای لوله سقو ط حرکت دورانی داردو با چرخش آن نشاءها، بطور منظم خارج و به فواصل زمانی مشخص وارد لوله سقوط می شوند. بر اثر سقوط آزاد، نشاءها از لوله سقوط خارج و درون شیار ایجاد شده توسط شیاربازکن قرار می گیرند و بلا فاصله خاکدهی و استقرار نشاء توسط چرخهای فشار انجام می یابد (شکل 1). در این تحقیق برای انتخاب لوله سقوط چهار لوله فلزی با جداره داخلی صیقلی با قطرهای مختلف از نظر درصد عبور نشاء ها مورد آزمایش و مقایسه قرارگرفتند. پس از انتخاب قطر، برای تعیین انحناء مناسب لوله، 5 نمونه با شعاع های انحناء مختلف ساخته واز نظر درصد نشاءهای خوابیده به عقب در یک خاک نرم مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از ساخت شاسی، لوله سقوط و شیاربازکن به ساخت و انتخاب چرخ فشار پرداخته شد . به همین منظور عملکرد چهار نوع چرخ مورد مقایسه و آزمایش قرارگرفت (شکل2). برای مقایسه آنها هر یک بطور جداگانه با مجمو عه شیاربازکن و لوله سقوط انتخابی بر روی شاسی واحد سوار و توسط تراکتور مجهز به دنده خزشی در خاک نرمی کشیده شدند.



شکل 1- شمای کلی یک واحد نشاء کار



شکل2- انواع چرخهای فشار استفاده شده در آزمایش

آزمایش هر چرخ فشار در طولی معادل 20 متر با تعداد 300 نشاء که با دست به داخل لوله سقوط انداخته می شد از نظر شاخص‌های استقرار نشاء انجام گرفت. در ادامه با قرار دادن 9 واحد کارنده بر روی دو ردیف در کنار

یکدیگر، ماشین نشاکاری ساخته شد که درآن ضمن فراهم بودن امکان نزدیک شدن فواصل خطوط کاشت تا 17 سانتی متر تمهیدات لازم برای سوار شدن 9 کارگر نشاگذار در عرض ماشین انجام پذیرفته است . این ماشین با کاشت دستی از نظر شاخص‌های زراعی و اقتصادی مقایسه گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد عبور نشاءها در 4 قطر مختلف لوله سقوط در جدول 1 آورده شده است. نتایج جدول 1 نشان می دهد لوله سقوط با قطر 50/8 میلی‌متر با لوله سقوط با قطر 63/5 میلی‌متر اختلاف معنی‌داری در عبور نشاها نداشته و هر دو لوله قابلیت عبور کامل نشاءها را دارند . ازآنجائیکه بزرگ انتخاب کردن قطر لوله سقوط باعث افزایش عرض شیاربازکن و افزایش نیروی کششی مورد نیازمی گردید قطر 50/8 میلی‌متر به عنوان مناسبترین قطر جهت استفاده در واحد نشاءکار تشخیص داده شد.

جدول 1- مقایسه میانگین درصد عبور نشاء درچهار قطر لوله سقوط

قطر لوله سقوط (میلی‌متر)	درصد عبور نشاء
38/1	62 c+
44/45	96 b
50/8	100 a
63/5	100 a

+ میانگین‌ها با حروف مشترک اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان 5٪ ندارند.

نتایج جدول 2 برای انتخاب انحنای لوله سقوط نشان می دهد که با افزایش انحناء (زاویه خروجی) لوله سقوط، قرارگیری نشاءهای متمایل به جلو کاهش می یابد. با افزایش زاویه خروجی از 5 به10 درجه تاثیری بر میزان قرارگیری نشاء های رو به جلو وجود نداشته است. با افزایش انحناء از 15 به 20 و 25 درجه درصد نشاءهای متمایل به جلو به طور معنی داری کاهش پیدا کرده و به میزان 7 درصد می‌رسد. اما بین زاویه خروجی 20 و 25 درجه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. از آنجائیکه افزایش انحناء لوله سبب افزایش طول لوله سقوط و افزایش طول واحد می گردد بنابر این شعاع انحنای 155 سانتی‌متر انتخاب گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد استقرار نشاء، عمق کاشت، انحراف معیار عمق کاشت، درصد نشاءهای مدفون شده و درصد نشاءهای رها شده مابین انواع چرخ های فشار در جدول 3 آورده شده است . همانگونه که مشاهده می شود درصد استقرار نشاء در دیسک‌های بشقابی بطور معنی‌داری کمتر از سایر چرخ‌های فشار بود.

جدول 2- چگونگی قرار گیری نشاء در انحناء های مختلف لوله سقوط

شعاع انحناء (سانتی‌متر)	زاویه خروجی لوله سقوط نسبت به خط قائم (درجه)	چگونگی قرار گیری نشاء در شیار	
		درصد نشاء های متمایل به عقب	درصد نشاء های متمایل به جلو
195	5	50/6 c	49/4 c
185	10	59 c	41 c
175	15	72 *b*	28 b
165	20	93 a	7 a

155	25	94 a	6 a

+ میانگین‌ها دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی داری با هم بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان5 درصد ندارند

وجود یک لبه نازک و برنده در دیسک و نداشتن سطح مقطع کافی در تماس با خاک باع ث نفوذ بیش از حد دیسک‌ها به داخل خاک می‌گردید و حرکت واحد کارنده را با مشکل مواجه می‌کرد. استفاده از چرخ‌های لاستیکی تو پر اگرچه باعث افزایش معنی داری در استقرار نشاءها نسبت به دیسک های بشقابی گردید. اما این میزان نسبت به چرخ‌های فلزی مخروطی و صاف بطور معنی‌داری کمتر بود. از نظر شاخص های عمق کاشت، انحراف معیار عمق کاشت، درصد نشاءهای مدفون شده و درصد نشاءهای رها شده اختلاف معنی داری بین دو چرخ مخروطی فلزی و چرخ های صاف فلزی مشاهده نشد (جدول 3). عملکرد مناسب چرخ های صاف فلزی در استقرار نشاء و شاخص‌های مربوطه تنها در برقرار بودن سطح موثر تماس کافی بین چرخها با خاک امکان پذیر است و این امر تنها در حالتی که زاویه بین دو چرخ از 60 درجه کمتر نباشد اتفاق می‌افتاد.

جدول 3- مقایسه میانگین شاخص‌های عملکردی در چرخ‌های فشار

شاخص‌های‌اندازه‌گیری شده	چرخ فشار			
	فلزی مخروطی با قطر 45 سانتی‌متر با آرایش v	فلزی صاف با قطر 50سانتی‌متربا آرایش v	لاستیکی توپر با قطر 45 سانتی‌متربا آرایش v	بشقابی با قطر 30 سانتی متر با آرایش v
درصد استقرار نشاء	93a	85a	71b	52c
متوسط عمق کاشت نشاء ها (سانتی متر)	7/28b	8/2b	2/92c	10/88a
انحراف معیار عمق کاشت	1/42	1/27	0/50	0/835
درصد نشاء های مدفون شده	3b	4b	4b	10a
درصد نشاءهای رها شده	3b	3b	19a	20a

+ اعداد دارای حروف مشترک در هر ردیف اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان5 درصد ندارند.

در این صورت فاصله بیرونی بین دو چرخ با قطر 50 سانتی‌متر نمی تواند از 45 سانتی‌متر کمتر باشدکه به هدف داشتن فواصل ردیفی 17 سانتی‌متری مغایرت دارد. در این حالت حداقل فواصل ردیفی قابل دسترس در این نوع چرخ 22/5 سانتی‌مترمی‌باشد. چرخ مخروطی با قطر 45 سانتی‌متر با آرایش v شکل با بیشترین درصد استقرار نشاء و فراهم کردن عمق کاشت مطلوب، داشتن درصد نشاءهای رها و مدفون شده قابل اغماض و همچنین قابلیت کم کردن عرض واحد تا 34 سانتی‌متر(نتیجه داشتن فواصل ردیفی 17 سانتی‌متری) به عنوان چرخ فشار واحد کارنده انتخاب گردید.

مقایسه شاخص های عملکردی در روش دستی و ماشینی

نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که سرعت واقعی کاشت با ماشین حدود 7 سانتی‌متر بر ثانیه (0/252 کیلومتر بر ساعت) می‌باشد و متوسط مدت زمان واقعی صرف شده برای کاشت طولی معادل 180متر برابر 42 دقیقه و متوسط مدت زمان لازم جهت دور زدن سوار و پیاده کردن کاربران و پر کردن جعبه نشاء و لنگی های احتمالی 8 دقیقه محاسبه گردید. بر این اساس راندمان مزرعه ای ماشین حدود 84 درصد محاسبه گردید. با توجه به شاخص های اندازه‌گیری شده (سرعت پیشروی، زمان مفید، زمان دور زدن و پر کردن جعبه نشاء ،راندمان مزرعه ای) در صورت 10 ساعت کار روزانه، ظرفیت موثر مزرعه‌ای یک واحد کارنده (عرض کار 17 سانتی‌متر) 360 متر مربع می باشد. بنابراین سرعت کاشت با ماشین تقریبا 3/60 برابر روش دستی می باشد (متوسط مساحت کشت شده توسط یک نفر کارگر نشاکار در روز حدود صد مترمربع می‌باشد). بنابراین مساحت کشت شده در یک روز در روش دستی برابر 26 درصد کشت مکانیزه می باشد.

مقایسه هزینه‌های روش دستی و ماشینی برای یک هکتار

با فرض برابر بودن عملکرد محصول در روش کاشت دستی و ماشینی، مقایسه اقتصادی بر حسب هزینه در این دو روش برای یک هکتار محاس به گردید . بر اساس مشاهدات مزرعه ای جهت کشت یک هکتار نشاء پیاز به 100 کارگر نیاز می‌باشد. با فرض 20 هزار تومان دستمزد روزانه (به ازای 10 ساعت کار روزانه) هزینه کاشت در روش دستی برابر 2 ملیون تومان برآورد گردید. هزینه‌های مربوط به ماشین شامل هزینه‌های ثابت و جاری می‌باشد. برای بدست آوردن هزینه ثابت، با فرض برابری قیمت ماشین با 5 میلیون تومان؛ بهره سالیانه 17 ٪ و عمر مفید 7 سال، و ارزش اسقاطی یک میلیون تومان، میزان استهلاک با سود سرمایه برای یک سال مالکیت دستگاه برابر 2985714تومان محاسبه گردید. با توجه به ظرفیت موثر مزرعه ای ماشین و وجود 60 روز کار سالیانه در استان اصفهان این ماشین در یک سال قادر به کشت حدود194400 مترمربع (19/44 هکتار) می‌باشد. بنابراین هزینه ثابت ماشین به ازای واحد سطح 75000تومان می‌باشد. هزینه‌های جاری ماشین شامل : هزینه های تراکتور، راننده، سرویس و نگهداری به از ای یک هکتار 225000 تومان برآورد گردید . بنابر این کل هزینه مربوط به مالکیت ماشین شامل هزینه های ثابت و جاری برای یک هکتار 300000 تومان محاسبه گردید . از آنجائیکه تعداد کارگر مورد نیاز جهت کشت یک هکتار توسط ماشین (شامل نشاء گذار و ترمیم کننده کشت) 33 نفر برآورد گردید .در نتیجه هزینه کارگری آن جمعا 660000 تومان و در نهایت کل هزینه‌های کاشت ماشینی شامل هزینه های مربوط به ماشین و کارگر جمعا 960000تومان محاسبه گردید. این در حالی است که هزینه های کشت دستی برابر 2 ملیون تومان می باشدکه سبب صرفه‌جویی ریالی معادل دستمزد 52 کارگر به ازای یک هکتار می‌گردد.

منابع

30 mm
سازمان جهاد کشاورزی اصفهان. 1388. گزارش ارزیابی نشاءکار پیاز ایتالیایی. 10 صفحه.

مبلی، م. و ب، پیراسته. 1373. تولید سبزی، مرکز انتشارات دانشگاه اصفهان

مسیحا، س. مطلبی اذر، ع. شکاری، فو ح، کاظم نیا.1378. بررسی و مقایسه عملکرد پیاز در کشت نشائ، ردیفی و دست پاش. طرح پژوهشی دانشگاه تبریز

Branch, G. L. 1987.Pneumatic cylinders drive plant-setting mechanisms. Agric. Eng. Res. 68(4):16-17.

Brewester, J. L. 1994. Onion and other vegetable alliums CAB pub., UK. 239 pp

Huang, B. K. 1983. Systems engineerhng in precision automatic transplanting. Agricultural Mechanization in ASIA, AFRICA and AMERICA 14(1): 11-18

Ryu. K.h., Kim, g., and Han j. S. 2010 .Development of a robotic transplanter for bedding plants. J. Agri. Eng. Res. 78(2):141-146

Suggs, C. W. 1979. Development of a transplanter with multiple loading station. Trans. of the ASAE 22(2):260-263.