مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶ (ص ۱۲۵- ۱۱۹)

طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین برداشت پشت تراکتوری سیر

محمدرضا رحیمی[۱]، کاظم جعفری نعیمی[۲]، حسین مقصودی[۳*]، حمید مرتضی‌پور[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲. استادیار، بخش مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳. استادیار، بخش مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۴. استادیار، بخش مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۱ – تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۰/۱۴)

چکیده

برداشت سیر یکی از مشکل‌ترین مراحل در تولید این محصول بوده و هزینه و کارگر زیادی را نیاز دارد. در ایران به غیر از عملیات خاک‌ورزی، بقیه‌ی مراحل تولید سیر اغلب به روش دستی و غیر مکانیزه انجام می‌شود. لذا در این پژوهش، برای رفع این مشکل، ماشینی طراحی، ساخته و ارزیابی شد، که ابتدا بوته‌های سیر را به کمک تیغه و دو تسمه بیرون کشنده v شکل از زمین خارج و سپس سرزنی انجام می‌گیرد. توان مورد نیاز برای حرکت تسمه‌های بیرون‌کشنده و واحد سرزنی از چرخ حامل ماشین تامین می‌شود. تأثیر دو عامل سرعت پیشروی دستگاه در سه سطح ۳، ۴ و ۵ کیلومتر در ساعت و سرعت خطی تسمه‌های بیرون‌کشنده در سه سطح ۱/۲، ۱/۴ و ۱/۶ برابر سرعت پیشروی، بر عملکرد برداشت و سرزنی صحیح بررسی گردید. آزمایش‌های مربوطه، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج این بررسی نشان داد که ماشین برداشت سیر در سرعت پیشروی ۳ کیلومتر در ساعت بهترین عملکرد برداشت را دارد. همچنین مناسب‌ترین سرعت پیشروی موثر بر بالاترین کیفیت سرزنی سرعت ۳ کیلومتر در ساعت و نسبت سرعت خطی ۱/۲ سرعت پیشروی برای تسمه‌های بیرون‌کشنده به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی : ماشین برداشت سیر، سرعت پیشروی، سرعت خطی تسمه‌های بیرون‌کشنده، سرزن

مقدمه

سیر با نام علمی *Allium Sativum* از تیره‌ی پیازها (*Alliaceae*) و با نام انگلیسی Garlic، یکی از مهمترین و پرمصرف‌ترین سبزی‌های ادویه‌ای است که با توجه به خواص دارویی آن استفاده‌های متنوع و روزافزونی در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز پیدا کرده است (Rasekh, 2013). میزان تولید این محصول در جهان ۱۰ میلیون تن و متوسط عملکرد آن ۱۰ تن در هکتار می‌باشد. در میان کشورهای تولید کننده‌ی این محصول، ایران با تولید ۳۰ هزار تن در سال در رتبه دوازدهم جای دارد (FAO, 2006). کشور چین بزرگترین تولید کننده، مصرف کننده و صادرکننده محصولات سیر در جهان است که بیش از ۴۰۰ میلیون دلار آمریکا درآمد ارزی در مبادلات خارجی سیر دارد(Jing, 2006).

در حال حاضر در کشور ما برای برداشت مکانیزه سیر به ندرت از ماشین برداشت سیب‌زمینی و ماشین برداشت پیاز استفاده می‌شود. مکانیزم و روند برداشت سیر شبیه مکانیزم و روند برداشت پیاز است. برداشت پیاز دو مرحله دارد، یکی بر گزنی یا حذف قسمت‌های هوایی و دیگری بیرون آوردن غده‌های پیاز از خاک، که هر یک از این مراحل می‌تواند به دو طریق دستی یا مکانیزه انجام گیرد (Mozafari, 2000). در روش برداشت دستی ابتدا پیازها از محل برگ‌ها (سرها) توسط کارگر گرفته شده و از خاک خارج می شوند. سپس برگ‌ها و ریشه ها به کمک یک داس قطع شده و در بین ردیف‌ها رها می‌گردند. پس از آن پیازها در داخل کیسه‌های پلاستیکی مشبک قرار گرفته و برای حمل به بازار در داخل کامیون بارگیری می‌شوند. برخی از کشاورزان پیشرو پا را اندکی فراتر گذاشته و ابتدا برگ‌های پیاز را به کمک کارگر قطع می‌نمایند، سپس برای خارج کردن ساقه‌ها از ماشین برداشت سیب‌زمینی کمک می‌گیرند. در روش‌های برداشت مکانیزه یا ماشینی، حذف و بیرون آوردن سوخ از زمین با ماشین انجام می‌شود (Aadeli, 2011).

از جمله هدف‌های مهم در طراحی انواع ماشین‌های برداشت کاهش نیاز به کارگر، هزینه‌های تولید، آلودگی به

* نویسندهٔ مسئول: h.maghsoudi@uk.ac.ir

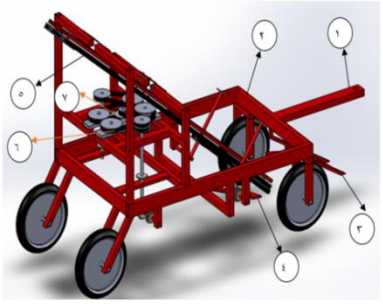
آفت و میزان صدمات مکانیکی وارد بر محصول است که این صدمات علاوه بر کاهش عمر انبارداری محصول، ارزش اقتصادی آن را نیز پایین می‌آورد (Laryushin *et al*, 2009) و باعث کاهش کیفیت محصول می‌شود (Mozafari, 2000). میزان کار می‌تواند در اثر تکامل ماشین‌های برداشت در مقایسه با روش‌های برداشت با دست تا یک هشتم کاهش یابد و این کاهش حتی در مواردی به یک دوازدهم هم می‌رسد (Tabesh, 1980) درکشور ما روی برداشت مکانیکی سیر مطالعاتی کمی صورت گرفته است که این امر خود لزوم مطالعه و تحقیق در این زمینه را می‌طلبد. هدف اصلی در این پژوهش طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین برداشت سیر به همراه واحد سرزن برای مزارع کوچک می‌باشد که با ایجاد تغییراتی می‌توان برای محصولات دیگری همچون پیاز، هویج، کرفس و غیره استفاده شود. این ماشین بر اساس سیستم‌های مکانیکی کار می‌کند و طراحی و ساخت آن برای اولین بار در کشور صورت می‌گیرد. در ارزیابی دستگاه تاثیر پارامترهای سرعت پیشروی در سه سطح و سرعت خطی تسمه‌های بیرون کشنده در سه سطح در زاویه‌ی بهینه‌ی تیغه روی راندمان برداشت و سرزنی مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش بعد از مطالعه و بررسی منابع موجود، در زمینه‌ی خواص فیزیکی و مکانیکی گیاه سیر تصمیم به ساخت این دستگاه گرفته شد.

اجزاء ماشین

نحوه اتصال ماشین طراحی شده به صورت کششی می‌باشد و برای برداشت یک ردیف کشت طراحی و ساخته شده است. ماشین شامل دو بخش اصلی است (شکل۱): واحد بیرون کشنده و واحد سرزن بوته سیر.

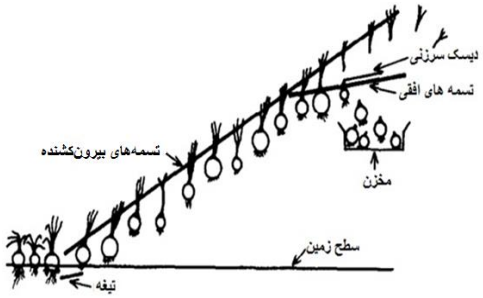


شکل۱. طرح‌واره ماشین طراحی شده؛ (۱) محور اتصال به مالبند، (۲) شاسی، (۳) هدایت‌گر محصول، (۴) تیغه، (۵) تسمه‌های بیرون‌کشنده، (۶) تسمه‌های افقی، (۷) دیسک سرزنی

واحد بیرون‌کشنده بوته سیر، از تیغه (۴) و تسمه‌های بیرون کشنده (۵) تشکیل شده است و بخش سرزن متشکل از تسمه‌های افقی (۶) و دیسک سرزنی(۷) می‌باشد.

نحوه‌ی کار ماشین

مطابق شکل۱، تیغه طوری تعبیه شده است که به زیر غده‌های سیر نفوذ کرده و پس از برش خاک آن را به سمت بالا حرکت دهد که این امر باعث سست‌شدن خاک اطراف محصول می‌گردد؛ در این حین گیاه سیر از ناحیه‌ی برگ به وسیله‌ی تسمه‌های بیرون‌کشنده (دو تسمه‌ی V شکل) که به صورت مورب قرار گرفته‌اند، چنگ زنی می‌شود؛ این دو تسمه خلاف جهت همدیگر و همچنین بر خلاف جهت سرعت پیشروی به سمت عقب و بالا در حرکت هستند و محصول را به سمت سامانه‌ی سرزنی هدایت می‌کنند. در سامانه‌ی سرزنی، به منظور جداسازی برگ، غده در زیر تسمه‌های افقی قرار گرفته و به مسیر رو به عقب خود ادامه می دهد، و در همین مسیر رو به عقب به وسیله‌ی دیسک سرزنی، برگ از غده جدا شده و پس از جداسازی، برگ‌ها به روی زمین و غده‌ها به داخل مخزن منتقل می‌گردند. حرکت دستگاه از طریق اتصال به تراکتور صورت می‌پذیرد و توان مورد نیاز برای حرکت تسمه‌ها و دیسک سرزنی از چرخ حامل دستگاه تامین می‌گردد، و سپس حرکت دورانی از چرخ‌دنده‌ی تعبیه شده روی چرخ حامل به وسیله زنجیر و چرخ زنجیر به سایر اجزای متحرک مانند دیسک سرزنی منتقل می‌گردد. البته لازم به ذکر است که مکانیزم ذکر شده با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند مقبولیت، ارزانی، عمر مفید، سادگی تنظیمات و تعمیرات انتخاب و ساخته شد. شکل ۲ نحوه کار دستگاه را نشان می‌دهد.

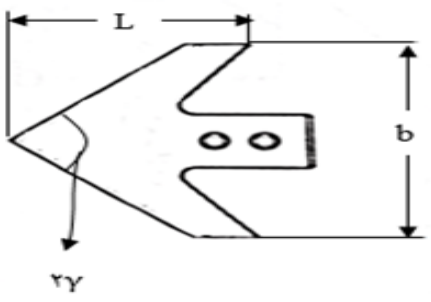


شکل۲. طرح کلی از نحوه بیرون کشیدن، انتقال و سرزنی در ماشین برداشت سیرطراحی اجزای ماشین

طراحی تیغه

در این مطالعه برای طراحی تیغه از خصوصیات تیغه‌های پنجه غازی و تیغه‌های مسطح نوک‌دار استفاده شد. با توجه به مزایای گوناگون تیغه‌های مسطح نوک‌دار از جمله عدم انسداد

خاک در انتهای تیغه و وارد کردن حداقل صدمه به محصول، این تیغه مد نظر قرار گرفت. زاویه‌ی نفوذ مناسب خیش به‌منظور کاهش نیروی کششی برابر ۱۵= α درجه انتخاب شد (Tabesh, 1980) و با توجه به اینکه تیغه باید متضمن برش مناسب خاک در زیر هر ردیف محصول باشد و همچنین با در نظر گرفتن فاصله ردیف‌ها از هم که ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر می‌باشد، عرض مناسب برای تیغه ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. زاویه نوک (۲۷) توصیه شده برای تیغه‌های پنجه‌غازی در خاک‌های سبک از ۷۵ تا۸۰ و برای خاک‌هایی با بافت متوسط ۶۰ تا ۷۸ درجه می‌باشد (Ghanbarian, 2010). از طرفی بافت مناسب خاک برای کاشت سیر، بافت سبک می باشد، لذا زاویه‌ی نوک ۷۵ درجه برای طراحی این تیغه انتخاب شد. با توجه به زاویه نوک ۷۵ = (۲۷) درجه و عرض ۲۰ = b سانتی‌متر، طول تیغه ۱۸ =L سانتی‌متر به‌دست آمد (Tabesh, 1980). تیغه طراحی شده از لحاظ شکل ظاهری شبیه تیغه پنجه غازی می باشد با این تفاوت که فاقد زاویه‌ی شکافندگی است، یعنی به صورت تخت ساخته شده است (شکل ۳).



شکل ۳. تیغه استفاده شده در ماشین برداشت سیر

مقاومت کل موثر در برابر تیغه (بر حسب نیوتن) از رابطه ۱ محاسبه گردید (Tabesh, 1980) و به منظور لحاظ کردن هر نوع تغییر احتمالی در بافت خاک مزرعه، ضریب اطمینان ۲ در نظر گرفته شد.

$$F_w = A\ L\ S \tan(\alpha + \varphi) + K\ A \qquad \text{(رابطه۱)}$$

که در آن A، سطح مقطع خاک بریده شده پشته (m^2)؛ L، طول تیغه (m)؛ S، وزن مخصوص خاک (N/m^3)؛ φ، زاویه اصطکاک داخلی خاک برحسب درجه و K، ضریب مقاومت مخصوص برش پشته (N/m^2) است. با فرض ۳۷° = φ، kN/m^3 =۱۶/۷ S و ۲۰ kN/m^2 تا ۱۶ = K برای خاک سبک (Tabesh, 1980)، بیشترین مقاومت کل موثر بر تیغه ۵۱۲ نیوتن بدست آمد و با احتساب ضریب اطمینان ۲ توان کششی برای حرکت ابزار در خاک ۲ اسب بخار برآورد گردید.

سیستم بیرون کشنده

این واحد به‌منظور بیرون کشیدن سیر از داخل خاک و به دنبال آن انتقال محصول به واحدهای فرآوری دیگر به‌کار می‌رود. این قسمت از دو تسمه بی‌انتها که در جهت مخالف هم می‌گردند تشکیل شده است. به‌دلیل در دسترس بودن و همچنین قیمت پایین تسمه‌های V شکل و نیز مناسب بودن آنها برای کار مورد نظر از نوع V شکل انتخاب گردید. نوع و ابعاد پولی نیز با در نظر گرفتن شرایط کاری و نیز فاصله بین ردیف‌ها تعیین گردید که مناسب‌ترین قطر برای پولی‌های محرک و متحرک معادل ۱۶۰ میلی‌متر که در اندازه‌های استاندارد پولی نیز قابل دسترسی است، انتخاب شد. پارامترهای عملیاتی این سیستم شامل سرعت تسمه، سرعت پیشروی، زاویه تمایل تسمه و اصطکاک بین تسمه و سبزینه گیاه است. بیشترین سرعت پیشروی ۵ کیلومتر در ساعت و زاویه تمایل تسمه برابر ۳۵ درجه با در نظر گرفتن این نکته که بهترین حالت بیرون کشیدن محصول از خاک، زمانی است که محصول تحت زاویه ۹۰ درجه از خاک خارج گردد (Tabesh, 1980)، سرعت خطی تسمه‌های بیرون‌کشنده ۱/۶۷ متر بر ثانیه محاسبه گردید.

به منظور تعیین عرض مورد نیاز تسمه که قابلیت چنگ زنی مناسب ساقه‌های سیر را داشته باشد، مکانیزم عملیات چنگ‌زنی مورد توجه قرار گرفت. چنگ‌زنی ساقه‌ها به پارامترهای طراحی و عملیاتی تسمه‌ها و اندازه و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گیاه بستگی دارد. ساقه‌ها زمانی به وسیله‌ی تسمه‌ها چنگ زده می‌شود که رابطه (۲) برقرار باشد:

$$\frac{2R + a - \frac{d}{\sin\beta} - \frac{h}{tg\,\beta}}{\sqrt{۴R^2 - (2R + a - \frac{d}{\sin\beta} - \frac{h}{tg\,\beta})^2}} \geq \frac{1}{\mu_b} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

در این رابطهR ، شعاع پولی(mm)؛ a ،فاصله ما بین تسمه‌ها در محل ورودی (mm)؛ μ_b ضریب اصطکاک بین تسمه و سبزینه گیاه؛ h، عرض تسمه(mm)؛ d، قطر ساقه(mm) و β زاویه‌ی ساقه گیاه نسبت به جهت حرکت بر حسب درجه می‌باشد. طرف چپ رابطه فوق، قابلیت چنگ زنی تسمه را نشان می‌دهد که هرچه از مقدار طرف راست بزرگتر باشد نشان دهنده قابلیت چنگ زنی بهتری در سیستم بیرون کشنده است. اگر رابطه فوق برقرار نباشد، تسمه‌ها قادر به چنگ زنی ساقه‌ها نخواهند بود. مطابق رابطه ۲ با افزایش d و کاهش فاصله a و زاویه تمایل β، قابلیت تسمه برای چنگ زنی ساقه‌ها کاهش می‌یابد (Klenin *et al*, 1986). با فرض۱۲ = a میلی‌متر، ۸۰ =R میلی‌متر، ۱۰= d میلی‌متر، ۶۰ = β درجه و ۰/۶ = μ_b، و با استفاده از رابطه ۲ عرض مناسب تسمه ۱۷ میلی‌متر بدست آمد که با توجه به عرض تسمه‌های V شکل

استاندارد موجود، تسمه B انتخاب گردید. طول تسمه نیز با در نظر گرفتن ارتفاع بالابری و زاویه تمایل تسمه‌ها، از رابطه ۳ (Kepner, 2011) محاسبه و نزدیک‌ترین طول استاندارد،۱۵۰ اینچ انتخاب شد.

$$L_p = 2C + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_1+d_2)^2}{4c} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

در این رابطه؛ L_p، طول گام تسمه(in)؛ d_1، قطر پولی بزرگ (in)؛ d_2، قطر پولی کوچک (in) و c، فاصله بین مراکز دو پولی(in)؛ می‌باشند.

واحد سرزن

وظیفه واحد سرزن، جدا کردن سبزینه گیاه از ریشه است. این واحد در بخش انتهائی تسمه‌های بالابر قرار داشته و تسمه‌های بیرون‌کشنده، محصول را به این واحد انتقال می‌دهند (این بخش از تسمه‌های افقی، تیغه و ضدتیغه ثابت تشکیل شده است) در واحد سرزنی برای تسمه‌های افقی همانند تسمه‌های بیرون کشنده در واحد انتقال، از پولی با قطر ۱۶ سانتی‌متر و تسمه‌ی V شکل استفاده شد. برای حفظ کیفیت محصول پس از برش و همچنین سادگی ساخت اجزای مورد نیاز برش، و تامین حرکت آن سیستم برش قیچی انتخاب شد. برای این منظور از یک تیغه دیسکی و ضد تیغه ثابت استفاده گردید. از آنجا که ساقه سیر هنگام برش سبز بوده و کیفیت برش مهم می‌باشد، برای ایجاد برشی صاف‌تر و عدم ایجاد برش‌های عمودی روی ساقه از تیغه لبه صاف استفاده شد.

طراحی سیستم انتقال توان از چرخ حامل به واحد سرزن

سرعت خطی تسمه‌های افقی باید با سرعت خطی تسمه‌های بالابر در راستای افق مساوی باشند تا سرزنی محصول به صورت صحیح انجام شود. با انجام محاسبات مشخص گردید که نسبت دور ۲/۶۶ بین محور چرخ حامل و محور پولی تسمه‌های افقی بایستی برقرار گردد تا نسبت سرعت ۱/۲ بین سرعت پیشروی و سرعت خطی تسمه‌های افقی تامین گردد. برای برقراری نسبت حرکت فوق و انتقال حرکت از چرخ حامل به محور محرک تسمه‌های بیرون‌کشنده از سه قسمت انتقال استفاده شد، به‌طوری‌که حرکت از چرخ حامل به وسیله‌ی چرخ زنجیر با نسبت ۱/۸۶ افزایش و به بالا انتقال یافته و سپس به وسیله‌ی یک سیستم چرخدنده مخروطی با نسبت ۱/۹ افزایش یافته و جهت دوران نیز تغییر داده شد و در ادامه به وسیله‌ی یک پولی با نسبت ۰/۷۵ کاهش یافته و به محور پولی تسمه‌های افقی منتقل شد.

در این پژوهش برای تعیین شرایط مناسب در ماشین برداشت محصول سیر هنگام عملیات برداشت و سرزنی، دو پارامتر تاثیرگذار در عملیات برداشت در این ماشین مشخص گردید. پارامترهای مورد نظر شامل سرعت پیشروی در سه سطح ۳، ۴ و ۵ کیلومتر بر ساعت و سرعت خطی تسمه‌ها در سه سطح ۱/۲، ۱/۴ و ۱/۶ برابر سرعت پیشروی انتخاب شدند. شاخص سرزنی، بر مبنای اندازه‌گیری طول مقدار ساقه باقی‌مانده روی غده می‌باشد که با توجه به طول مناسب توصیه شده برای محصول‌های مشابه (۴ تا ۶ سانتی‌متر (Maw *et al*, 1998) و ۱ تا ۴ سانتی‌متر (Mokhtari, 2011) طول۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

برای کشیدن ماشین برداشت سیر از یک تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ موجود در بخش مکانیک بیوسیستم دانشگاه شهید باهنر کرمان استفاده شد و آزمایش‌های مربوطه با تغییر عوامل موثر در برداشت سیر با ماشین ساخته شده به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تحلیل واریانس داده‌ها از نرم افزار SAS و برای مقایسه میانگین از روش آزمون چند دامنه‌ی دانکن استفاده شد و سپس برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

چنانچه اشاره شد فاکتورهای مستقل برای آزمایش ماشین ساخته شده برداشت سیر شامل سرعت پیشروی دستگاه و سرعت خطی تسمه‌های بیرون کشنده بودند، که تأثیر این پارامترها بر عملکرد دستگاه از نظر تعداد غده‌های برداشت شده و سرزنی صحیح مورد ارزیابی قرار گرفت.

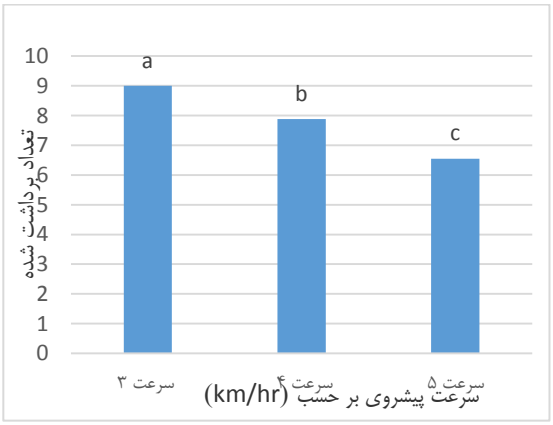
جدول ۱. جدول تجزیه واریانس فاکتورهای موثر بر عملکرد برداشت بوته

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
سرعت پیشروی	۲	۱۳/۴۸۱۴	**۱۳/۰۰
سرعت خطی	۲	۰/۹۲۵۹۲۵	ns۰/۸۹
اثر متقابل	۴	۰/۱۴۸۱۴۸	ns۰/۱۴
خطا	۱۸	۱/۰۳۷۰	

** معنی دار در سطح ۱ درصد، * معنی دار در سطح ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری

نتایج تجزیه واریانس داده‌های موثر در برداشت بوته نشان داد، بین سطوح مختلف متغیرها، پارامتر سرعت پیشروی اختلاف معنی‌داری در میزان برداشت سیر در سطح احتمال ۱ درصد دارد (جدول ۱). با مقایسه میانگین‌های موجود برای

این پارامتر مشخص گردید (شکل۴) که با افزایش سرعت پیشروی از ۳ تا ۵ کیلومتر بر ساعت تعداد بوته‌های برداشت شده و عملکرد ماشین کاهش پیدا می‌کند. در پژوهشی دیگر در یک آزمون مزرعه‌ای بر روی ماشین برداشت پیاز، آزمون‌هایی در سرعت‌های مختلف (۱/۵، ۲/۲ و ۳/۵ کیلومتر بر ساعت) انجام شد، که نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش سرعت عملکرد این ماشین کاهش می‌یابد و دستگاه در سرعت ۱/۵ کیلومتر بر ساعت عملکرد بهتری دارد (Lotfi, 2008). همچنین دریک ماشین برداشت سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه نیز مقدار صدمات مکانیکی وارده بر غده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. سرعت کار این ماشین ۳ تا ۶ کیلومتر بر ساعت بود. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش سرعت صدمات وارده بر غده‌ها افزایش می‌یابد و این ماشین در سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت عملکرد بهتری دارد (Heidari, 2012).



شکل ۴. تاثیر سرعت پیشروی بر تعداد بوته برداشت شده

در شکل ۴ که تاثیر سرعت پیشروی بر تعداد بوته برداشت شده نشان داده شده است، نتایج نشان می‌دهند، سرعت پیشروی ۳ کیلومتر بر ساعت بهترین عملکرد را نسبت به دو سرعت ۴ و ۵ کیلومتر بر ساعت داشته است. به نحوی که در سرعت پیشروی ۳ کیلومتر بر ساعت بازده ۹۰ درصد و در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت بازده ۶۵ درصد داشته است. از دلایل پیدایش اختلاف میانگین بین سرعت‌های مختلف می‌توان به افزایش لرزش و کاهش تعادل دستگاه در سرعت‌های بالاتر اشاره کرد، که هدایت دستگاه در امتداد یک ردیف کشت را دشوارتر می‌کند. همچنین در اثر سرعت بالای پیشروی، جمع‌کننده‌ها فرصت کافی برای ارائه‌ی بهترین عملکرد خود را پیدا نمی‌کنند و برخورد سریع جمع‌کننده‌ها با بوته‌ها، موجب منحرف شدن آن‌ها از مسیر تسمه‌های بیرون‌کشنده شده و لذا بوته‌ها به خوبی از زمین خارج نمی‌شوند، در نتیجه این امر باعث پایین آمدن بازده عملکرد دستگاه برداشت می‌شود.

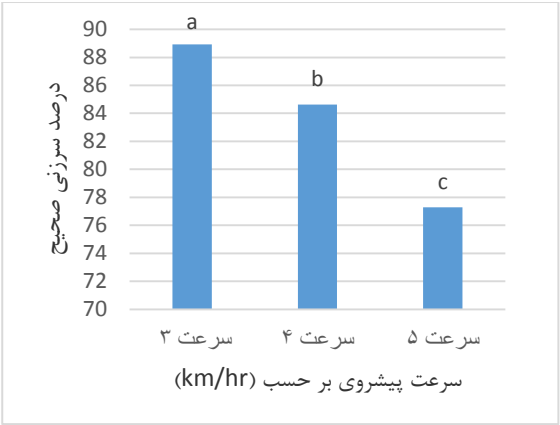
نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری سرزنی محصول نشان داد، بین سطح‌های مختلف پارامترهای سرعت پیشروی و سرعت خطی تسمه‌ها، اختلاف معنی‌داری در میزان درصد صحیح سرزنی سیر در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد (جدول ۲).

جدول۲. جدول تجزیه واریانس فاکتورهای موثر بر سرزنی صحیح

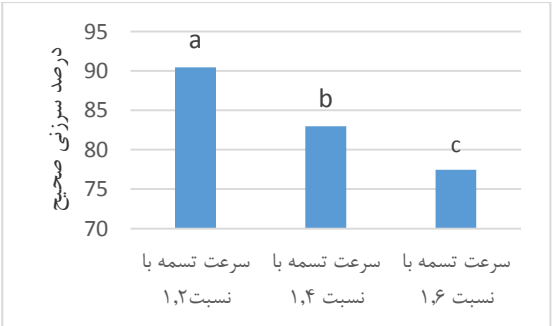
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
سرعت پیشروی	۲	۳۱۲/۳۵	*۳/۱۷
سرعت خطی تسمه	۲	۳۸۴/۴۹	*۳/۹۰
اثر متقابل	۴	۱۸/۷۰۵	ns۰/۱۹
خطا	۱۸	۹۸/۴۴۷۳	

** معنی دار در سطح ۱ درصد، * معنی دار در سطح ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری

با مقایسه میانگین‌های موجود برای این پارامترها مشخص گردید که با افزایش سرعت پیشروی درصد سرزنی صحیح بوته‌ها کاهش می‌یابد (شکل ۵) و همچنین با افزایش نسبت سرعت خطی تسمه‌ها به سرعت پیشروی نیز درصد سرزنی صحیح بوته‌ها کاهش پیدا می‌کند (شکل ۶).



شکل ۵. تاثیر سرعت پیشروی بر درصد سرزنی صحیح



شکل۶- تاثیر نسبت سرعت خطی تسمه‌ها به سرعت پیشروی بر درصد صحیح سرزنی

با توجه به داده‌های شکل ۵ که تاثیر افزایش سرعت پیشروی و شکل ۶ که سرعت خطی تسمه‌ها را بر درصد صحیح سرزنی نشان می‌دهند، مشخص می‌شود که سرعت پیشروی ۳ کیلومتر بر ساعت بهترین عملکرد را نسبت به دو سرعت ۴ و ۵ کیلومتر بر ساعت داشته است. در پژوهشی دیگر نیز نتایج بررسی اثر سرعت‌های مختلف پیشروی (سرعت ۳/۶، ۵/۴ و ۷/۲۰کیلومتر بر ساعت) بر طول طوقه‌ی باقی‌مانده روی پیاز، نشان داد که سرعت ۳/۶ کیلومتر بر ساعت عملکرد بهتری در سرزنی داشته است (Mokhtari, 2011). همچنین نسبت سرعت خطی ۱/۲، بهترین درصد سرزنی را به همراه داشته و نسبت ۱/۶ کمترین درصد سرزنی را نشان داده است. دلیل پیدایش اختلاف میانگین بین سرعت‌های مختلف در سرزنی این است که با افزایش سرعت پیشروی سرعت خطی تسمه‌های بیرون کشنده نیز افزایش پیدا می‌کند. این افزایش سرعت گرچه ممکن است بر چنگ زنی بوته‌ها تاثیری نداشته باشد، اما بر میزان سرزنی صحیح تاثیر می‌گذارد. زیرا با افزایش سرعت تسمه در سیستم سرزن، بوته فرصت کافی برای تنظیم شدن را ندارد و امکان دارد برگ‌های گیاه سیر از محل مناسبی قطع نشود، یعنی ساقه‌ی باقی مانده روی غده بلندتر از حالت تعیین شده باشد. دلیل کاهش درصد سرزنی صحیح در مورد افزایش سرعت خطی تسمه‌ها نیز مشابه توضیحات مربوط به سرعت پیشروی می‌باشد. همچنین در پژوهشی دیگر، در ماشین برداشت سیب‌زمینی، به منظور بهبود عملکرد ماشین سرعت خطی زنجیر نقاله ۱/۲۵ برابر سرعت پیشروی ماشین در نظر گرفته شد (Salehi, 2010).

نتیجه‌گیری

ماشین برداشت سیر مجهز به واحد بردارنده و سرزن ساخته و ارزیابی شد. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت پیشروی از ۳ تا ۵ کیلومتر بر ساعت تعداد سیرهای برداشت شده کاهش پیدا می‌کند. بهترین عملکرد برداشت در سرعت پیشروی ۳ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. همچنین با افزایش سرعت پیشروی درصد سرزنی صحیح بوته‌ها کاهش می‌یابد و بهترین سرعت پیشروی موثر در سرزنی صحیح سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. با توجه به نتایج ارزیابی مشخص گردید که با افزایش نسبت سرعت خطی تسمه‌ها به سرعت پیشروی نیز درصد سرزنی صحیح بوته‌ها کاهش پیدا می‌کند و بهترین نسبت سرعت خطی ۱/۲ برای تسمه‌های بیرون‌کشنده برآورد شد.

REFERENCES

Aadeli, M. Maleki, M. Hayati, B. Mokhtari, M, (2011). Economic assessment for harvesting of onion, the first national conference on mechanization and modern technology in agriculture, Khuzestan. (In Farsi)

FAO,(2006). FAOSTAT. FAO International Statistical Software.Availableat: *www.FAOSTAT.FAO.ORG*

Ghanbarian, D, (2010). Engineering principles of Tillage Machines. Shahrekord University.(in Farsi)

Heidari, A. Abbasi, S, (2012). Build and evaluate a kicker Additional system the potato Harvester in order to prevent mechanical damage to potato tubers. Eighth International Conference on Agricultural Machinery Engineering (Journal of Biosystems) and mechanization in Iran, Ferdowsi University of Mashhad. (In Farsi)

Jing WD-Yx-G, (2006). Present situation and development trends about garlic export trade in China, Anhui Agricultural Sciences.

Kepner, R.A. Bainer, R. Barger, E.L. Translated by Shafii. S.A, (2011). Principles of Farm Machinery. University of Tehran Press 2135. 4th Edition.

Klenin N.I, Popov I.F, Sakun V.A. (1986). Agricultural machines, Theory of operation,Computation of controlling parameters and the conditions of operation, Amerin Publishing Co.PVT.LTD.

Laryushin, N., Laryushin, A. (2009). Energy-saving onion harvesting technology. Russian Agricultural Sciences. 35(1), 66-67.

Lotfi, A. Msah, J. Arab Mohammad Hosseini, A. Noor Gholipour,A.M. (2008). The effect on speed and angle Blades for harvest mechanical damage to the tubers onions. Fifth National Congress of Agricultural Engineering and Mechanization Association of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization Iran. (In Farsi)

Maw B, Smittle D, Mullinix B, Cundiff J.(1998). Design and evaluation of principles for mechanically harvesting sweet onions. Transactions of the ASAE; 41(3): 24-517.

Mokhtari, M. Ghasemzade, H. Abdolazade, Sh. Moghadam, M. (2011). Evaluation of Machine Toping onion (SAMON) (case study Jiroft area), the second national conference on agriculture and sustainable development, opportunities and challenges ahead, Islamic Azad University of Shiraz. (In Farsi)

Mozafari, M., Kazemeinkhah, K. (2000). Design, development and evaluation of suitable onion harvester for small farms (laboratory scale). Agricultural Engineering Research Institute. (In Farsi.

Rasekh, M. Majdi, R. (2013). Some mechanical properties of garlic, *Journal of Food Science*, Volume 9.

Salehi, m. Alimardani, R. Rajabipour, A. (2010). The second part of the project potatoes: Optimization

Tabesh, F, (1980). Theoretical knowledge and practical agricultural machines (Combine harvester glandular plants). Tehran University Publication. No: 1768. (In Farsi).

of rocks and stones from potato head separating mechanism. The Sixth National Congress of Agricultural Engineering and Mechanization, Tehran University.(In Farsi)