



برداشت مکانیزه
زرشک

مروری بر طراحی ماشین برداشت زرشک

پوریا بازیار^۱، علی جعفری^۲

۱- دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم- گرایش طراحی و ساخت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

pourya.bazyar@ut.ac.ir

۲- استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
jafarya@ut.ac.ir

زرشک یکی از گیاهان دارویی است که قسمت‌های مختلف آن مانند سبوس و ریشه به دلیل وجود مواد شیمیایی به نام آلکالوئید^۱ و ایزوکوئینولین^۲ به‌عنوان دارو برای درمان برخی از بیماری‌ها نظیر اعتیاد استفاده می‌شود. علاوه بر زرشک بی‌دانه که به‌صورت صنعتی در ایران کشت می‌شود، گونه‌های وحشی دیگری نظیر زرشک زرافشانی و زالکی نیز در نقاط مختلف کشورمان به‌صورت خودرو رشد می‌کنند. از آنجایی که برداشت زرشک یکی از پرمشقت‌ترین کارها در کشاورزی است، لذا یکی از اهداف مکانیزاسیون کشاورزی، امکان‌سنجی طراحی و ساخت ماشین‌های برداشت است. در تحقیق حاضر، به بررسی روش‌های متداول برداشت زرشک و همچنین مرور ماشین‌های طراحی‌شده و بررسی نقاط ضعف و قوت آن‌ها خواهیم پرداخت.

1. alkaloid
2. Isoquinoline



۲- روش ضربه‌ای (شکل ۲)، روش دیگری است که برای برداشت زرشک استفاده می‌شود. در باغ‌های بزرگ و درختچه‌هایی که ارتفاع آن‌ها زیاد است، برداشت با دست امکان‌پذیر نبوده و اقتصادی نیست؛ لذا با زدن ضربه به‌وسیله چوب بلند نسبتاً نازکی به شاخه‌ها (ترکه‌زنی)، میوه‌ها بر روی پارچه‌های ضخیم پهن شده در زیر درختچه ریخته و به محلی خارج از باغ در فضای باز و در محلی آفتاب‌گیر روی زمین و یا پشت‌بام منازل، برای خشک‌شدن منتقل می‌شوند؛ سپس با زیر و رو کردن، زرشک‌ها تا حدودی خشک شده و بعد با استفاده از جریان باد طبیعی و به‌وسیله چهار شاخه چوبی نسبت به جداسازی برگ‌های خشک از محصول اقدام می‌شود. در نهایت توسط دستگاه‌های بوجاری برقی مخصوص زرشک و غربال‌های دستی خارهای باقی‌مانده، برگ‌ها و خوشه‌های میوه‌های پوک و ریز و سایر مواد خارجی از زرشک خشک جدا شده و محصول تمیز می‌شود. روش ضربه‌ای، متداول‌ترین روش برداشت زرشک است ولی محصول آن از کیفیت و نرخ پایین‌تری برخوردار است. در روش ضربه‌ای هر کارگر با هشت ساعت کار به‌طور متوسط حدود هفتاد تا هفتاد و پنج کیلوگرم زرشک تر در هر روز برداشت می‌کند. ارتفاع انباشتگی محصول برداشت‌شده به این روش به هنگام خشک کردن، معمولاً شش تا هشت سانتی‌متر است ولی نباید بیش از سه سانتی‌متر باشد.



شکل ۲. برداشت به روش ضربه‌ای

۳- روش دیگر که روش شاخه‌بر (شکل ۳) نام دارد، طی هشت تا نه سال اخیر ابتدا در روستای ساقدر و سپس در برخی روستاهای دیگر متداول شده است. شاخه‌های حامل میوه، به‌وسیله قیچی باغبانی بریده شده و به مدت طولانی، حدود دو ماه، جهت خشک شدن روی داربست‌های چوبی یا فلزی در محل‌های سرپوشیده یا مسقف مانند انبارهای روستایی و حتی فضاهای باز سرپوشیده (سوله‌های باز) زیر سایه در مسیر جریان هوا قرار می‌گیرند. البته در صورت استفاده از سامانه‌های

زمان برداشت محصول زرشک، از اوایل مهرماه شروع و تا اوایل آبان‌ماه ادامه پیدا می‌کند و بعد از طی این دوره، محصول روی درخت خشک شده و به اصطلاح پوک می‌شود. اصولاً زرشک محصولی است که خاص مناطق سرد و خشک است. محدوده دمایی این مناطق تقریباً از ۱۵ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد متغیر است. این ویژگی منحصر به فرد زرشک برای آب‌وهوای خراسان بسیار مناسب است. علاوه بر زمان برداشت، در زمان حمل‌ونقل (بعد از برداشت و بارگیری و هنگام تخلیه به محل مصرف) نیز زرشک تحت ضربات متعدد دینامیکی و استاتیکی است که برای مصارف تازه‌خوری، این موضوع باید مدنظر قرار گیرد. برداشت محصول زرشک در یک مرحله صورت می‌گیرد و در صورتی که باران‌های زودهنگام پاییزه به وقوع نپیوندد، می‌توان زمان برداشت را تا دستیابی به کیفیت عالی میوه از نظر طعم به تأخیر انداخت؛ زیرا میوه‌های نارس کاملاً ترش و تا حدودی گس هستند. البته میوه‌های کمی نارس برای تهیه ژله می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. برداشت زرشک به دلیل نازکی پوست میوه و همچنین وجود خارهای فراوان و تراکم شاخه‌ها در این درختچه یکی از مشکل‌ترین و پرهزینه‌ترین مراحل تولید این محصول است. در حال حاضر برداشت زرشک به روش‌هایی که در ادامه بیان می‌گردد؛ انجام می‌شود:

۱- روش خوشه‌چینی (شکل ۱)، که در این روش خوشه‌های میوه به‌وسیله دست، تک‌به‌تک چیده شده و بر روی پارچه پهن شده و در زیر درختچه یا داخل سبدها یا جعبه‌های چوبی ریخته و به محل خشک‌شدن منتقل می‌شود. این روش به دلیل وجود خار در کنار هر خوشه بسیار وقت‌گیر بوده و به کارگر ماهر نیاز دارد. در روش خوشه‌چینی، هر کارگر با هشت ساعت کار در هر روز به‌طور متوسط بیست تا بیست و چهار کیلوگرم زرشک تر برداشت می‌کند.



شکل ۱. برداشت به روش خوشه‌چینی

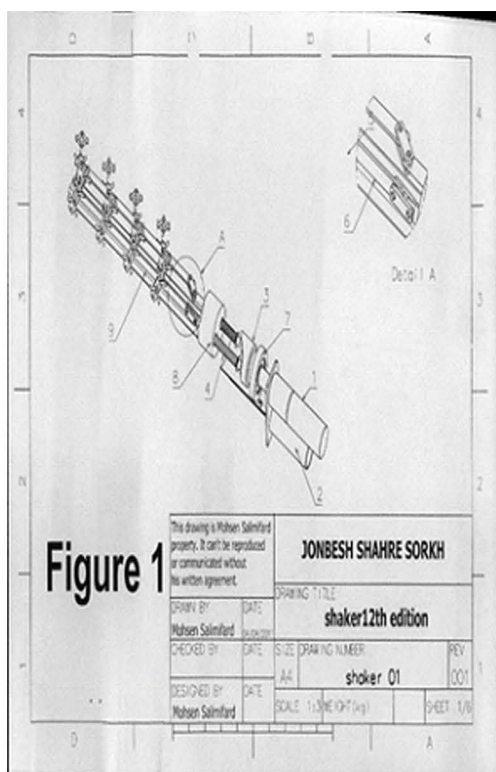
تهویه برقی برای به جریان انداختن هوا در انبارها، زمان خشک شدن کوتاه‌تر می‌شود. نهایتاً با تکان دادن شاخه‌ها، زرشک خشک مرغوبی به نام زرشک پفکی به دست می‌آید که قیمت بالاتری را در بازار به خود اختصاص می‌دهد.



شکل ۳. برداشت به روش شاخه‌بر

که از سال ۱۳۸۸، مطالعه و بررسی‌های لازم شروع و پس از ارزیابی‌های به‌عمل‌آمده، به ساخت نمونه صنعتی کارآمد با قابلیت تولید اقدام کرد که طراحی و ساخت این دستگاه در حدود پنج سال طول کشیده است.

این شیکر (شکل ۴) دارای تجهیزاتی از قبیل موتور بنزینی کوچک و یک عدد لوله ۱/۵ متری به‌صورت سه‌شاخ است که به‌وسیله ضربه زدن به شاخه‌ها می‌توان میوه را برداشت کرد. وی هزینه برداشت هر هکتار محصول زرشک به‌وسیله کارگر را بیش از ۵۰۰ هزار تومان اعلام می‌کند که با توجه به افزایش دستمزد، بیش از این هم می‌شود. با این دستگاه برداشت زرشک، در هر ساعت می‌توان ۱۰۰ کیلوگرم از این محصول را برداشت کرد؛ این در حالی است که هر کارگر در طول روز حدود ۲۰۰ کیلوگرم زرشک با شاخه می‌تواند برداشت کند. یکی دیگر از ویژگی‌های این دستگاه، آسیب نزدن فیزیکی به میوه و جلوگیری از آلودگی میکروبی است. وقتی زرشک به‌وسیله انسان برداشت شود، خسارت‌هایی به درخت و میوه وارد می‌شود؛ اما برداشت با این دستگاه سبب می‌شود محصول برداشت‌شده، برگ و شاخه کمتری داشته باشد و خالص‌تر به واحدهای فرآوری و بازار عرضه شود. طبق اعلام مخترع این دستگاه، هزینه تمام‌شده این شیکر ۱۵ میلیون ریال است و این دستگاه به شماره ۷۱۸۵۷ ثبت اختراع شده است. این دستگاه حدود هفت کیلوگرم وزن دارد که هنگام کارکردن روی دست قرار می‌گیرد.



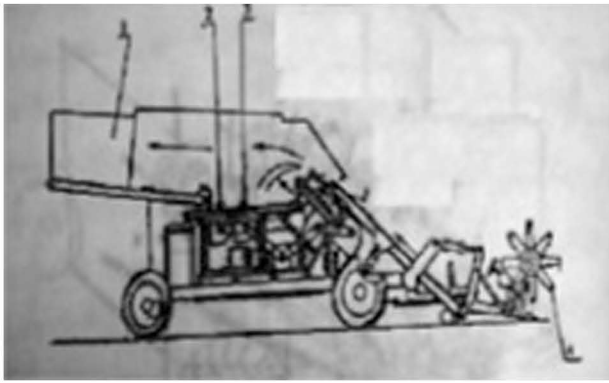
شکل ۴. نقشه شیکر طراحی‌شده برای برداشت زرشک

۴- روش تلفیقی، از روش‌های دیگر برای چیدن زرشک است که در این روش ابتدا شاخه‌های پر میوه به‌وسیله قیچی، مانند روش شاخه‌بر، بریده شده و محصول باقی‌مانده روی درختچه، به روش ضربه‌ای برداشت می‌شود. در این روش و نیز روش شاخه‌بر، هم‌زمان و همراه با برداشت زرشک، تا حدودی هرس درختچه نیز به‌صورت ناخواسته و خارج از کنترل انجام می‌شود. با این مقدمات می‌توان یک مختصات مناسب برای دستگاه ارائه کرد.

از آنجایی‌که روش‌های ذکر شده بسیار زمان‌بر و هزینه‌بر هستند و هنگام برداشت محصول زرشک به‌دلیل داشتن خارهای بزرگ در هر شاخه، امکان آسیب دیدن کارگران بسیار زیاد است؛ همچنین به دلیل اینکه باغ‌های زرشک در ایران، به‌صورت نامنظم بوده و فاصله درخت‌ها عموماً دو متر در دو متر است و ارتفاع درخت‌ها بین ۱/۵ تا دو متر است؛ حرکت تراکتور و سایر ماشین‌آلات در این باغ‌ها، کاری دشوار است. همچنین زرشک محصولی بسیار حساس به فشار بوده و احتمال ترکیدگی آن وجود دارد؛ لذا به‌کارگیری ماشین‌های برداشت برای این محصول لازم است. بر همین اساس، مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته و ماشین‌های برداشتی بدین منظور، طراحی و ساخته شده است که در این تحقیق به بررسی این ماشین‌آلات خواهیم پرداخت.

انواع ماشین‌های برداشت زرشک:

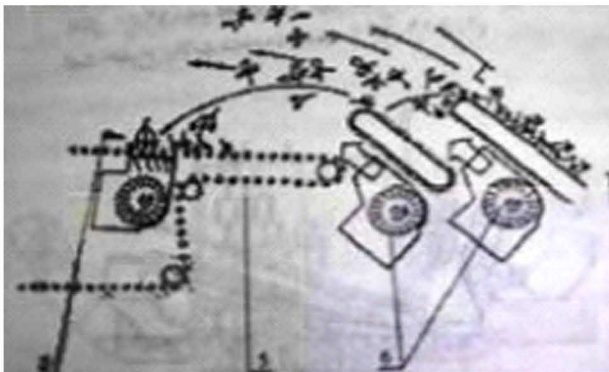
نخستین بار دستگاه شیکری (Shaker) در قاین توسط شخصی به نام محسن سلیمی‌فرد طراحی و ساخته شد



شکل ۶. طرح‌واره کلی دستگاه



شکل ۵. نحوه کار شیکر موردنظر حین برداشت



شکل ۷. طرح‌واره جزئی دستگاه

ماشین برداشت زرشک دیگری که بدین منظور طراحی و ساخته شده، با عنوان طراحی دستگاه برداشت زرشک برای مصارف تازه‌خوری در دانشگاه فردوسی مشهد است. طراحی ساختارهای فرعی عبارت‌اند از:

- ۱- تشخیص محصول، ۲- گرفتن محصول، ۳- قطع محصول، ۴- جمع‌آوری محصول و ۵- انتقال محصول

طرز کار ماشین برداشت زرشک:

همان‌گونه که در شکل ۶ نشان داده شده است، چرخ فلک و شانه برشی که در سمت راست دیده می‌شوند، شاخه را از درخت بریده و به عقب می‌رانند. پس از آن، تمامی شاخه‌ها، خارها و میوه‌ها روی نقاله بالا برده شده و برای جداسازی روی نقاله دیگری می‌ریزد. برگ‌های جدا شده از ساقه و مواد سبک، با فشار باد از عقب ماشین بیرون می‌ریزد. زرشک‌ها و ساقه‌ها که سنگین‌تر هستند، پایین و روی بالابرنده دیگری می‌ریزند که به طرف عقب ماشین حرکت داده می‌شوند. دو دمنده در این قسمت وجود دارند که یکی خرده برگ‌ها را از ساقه جدا می‌کند و دیگری زرشک‌ها را روی نقاله پرتاب می‌کند. دمنده دیگری که زیر این نقاله قرار دارد، زرشک‌ها را در موقعیت مناسب قرار می‌دهد. تنظیم دقیق فشار و مسیر باد این دمنده خیلی مهم است تا ساقه‌ها در وضعیت مناسب برای بریده شدن با چاقو قرار گیرند. موفقیت کار ماشین برداشت زرشک نام‌برده شده، تابع عوامل متعددی است. یکی از آن‌ها این است که ماشین قادر به بریدن تمامی شاخه‌ها و ساقه‌ها تا ارتفاع حدود دو متر از سطح زمین باشد.

اصول کار تکاننده‌ها و ضربه‌زن‌ها، استفاده از ارتعاش و نوسان میله‌های تکان‌دهنده است. در صورت عدم طراحی صحیح، خستگی و در نتیجه شکست در قطعات دستگاه رخ خواهد داد. از این مهم‌تر، در صورت اعمال ضربه‌های سنگین و کنترل نشده، به درخت صدمه می‌رسد. برای این منظور، تعبیه وسایلی که تعادل نیرویی را درون دستگاه به وجود آورند و به این ترتیب صدمات ارتعاشی کمتری به قطعات وار کنند، لازم است.

این دستگاه‌ها متشکل از سه بخش هستند: ۱- ضربه‌زننده، ۲- جمع‌کن و ۳- تنظیم‌کننده محصول پس از جمع‌شدن، روی تسمه‌نقاله در درون دستگاه بالا می‌رود. در آنجا خاشاک با فشار هوا از میوه جدا می‌شود؛ اگر میوه نیز همراه خاشاک به درون مسیر هوای خروجی وارد شود، توسط این جریان به بیرون پرتاب می‌شود. در نتیجه ترکیبی از جریان هوای اصلی و جریان‌های فرعی در سایر نقاط بالابر، برای خوب تمیز شدن زرشک از خاشاک ضروری است. پیشرفت‌های دانش بشری به اختراع روبات‌های برداشت میوه منجر شده است.

البته شایان ذکر است، در این پژوهش از اتفون به‌عنوان یک ماده تنظیم‌کننده رشد محلول در آب و جداساز حبه زرشک از شاخه استفاده شده است، که نتایج زیر حاصل شده است.

مزایای استفاده از اتفون عبارت است از: ۱- کاهش نیروی جداسازی میوه‌ها، ۲- تسریع در رسیدگی میوه‌ها بر روی درخت یا در انبار و ۳- تنک کردن در مراحل بعد از گل‌دهی

نتایج کاربرد اتفون:

۱- کاربرد اتفون در سهولت برداشت زرشک مؤثر بوده و ضمن کاهش هزینه‌های برداشت، سبب کاسته شدن از میزان خسارت به شاخه‌ها و خطر فساد و گندیدگی محصول در اثر بارندگی به هنگام خشک کردن زرشک

می‌شود.

۲- پاشش اتفون در پاییز سبب تأخیر در شروع رشد رویشی و زمان باز شدن گل‌ها در بهار سال بعد می‌شود، که این امر خطر سرمازدگی احتمالی ناشی از سرماهای دیررس بهار را کاهش می‌دهد.

ارزیابی دستگاه:

با استفاده از ارزیابی‌ها و گام‌های فوق، استفاده از روش مکش و اتفون همراه با پمپ سانتریفیوژ و افشانک بادزنی غرقابی، نسبت به سایر روش‌ها مناسب‌تر است. البته با ایجاد اصلاحاتی در این دستگاه، می‌توان آن را در ابعادی بزرگ‌تر، به طوری که مناسب اداره‌های جهاد کشاورزی و یا شرکت‌های تعاونی کشاورزی باشد، طراحی کرد.

این دو دستگاه دارای مزایا و معایبی هستند که به شرح زیر است.

مزایا: ۱- کاهش صدمات به کارگر و ۲- کاهش خطر فساد و گندیدگی محصول

معایب: ۱- کم بودن بازده باغات، ۲- افزایش خسارت و صدمات محصول، ۳- افزایش هزینه برداشت و قیمت تمام شده محصول، ۴- افزایش زمان برداشت محصول و ۵- کاهش کیفیت محصول

نتایج و بحث:

با توجه به معایبی که در دو ماشین برداشت فوق وجود دارد، تا به امروز هیچ‌کدام از ماشین‌های موردنظر به تولید انبوه نرسیده است؛ در نتیجه با توجه به مطالعات زیر می‌توان از ایده‌های مطرح شده برای بهبود عملکرد ماشین‌های برداشت زرشک بهره برد تا آن‌ها را به تولید انبوه رساند.

ایده اول؛ ترکیب سامانه مکش هوا با کلمپ و غلتک:

در این روش از یک کلمپ که داخل آن تعدادی غلتک وجود دارد برای جدا شدن میوه زرشک از شاخه استفاده می‌شود. به این صورت که شاخه داخل کلمپ رفته و با چرخش غلتک‌ها، ضرباتی (ملایم) به زرشک زده می‌شود که باعث جدا شدن میوه از دم می‌شود.

مزایا:

این روش به احتمال زیاد به خوبی می‌تواند میوه را از شاخه جدا کند و عملکرد خوبی داشته باشد.

معایب:

- این روش سرعت پایینی دارد و از آنجایی که درختچه‌ی زرشک شاخه‌های بسیار زیادی دارد (۵۰۰ شاخه به‌طور متوسط)، هر بار که کارگر بخواهد کلمپ برای هر شاخه باز و بسته کند شاید وقت‌گیر باشد. البته هر شاخه اصلی دارای تعداد زیادی شاخه فرعی است و ممکن است مانع ورود شاخه به کلمپ بشوند.

- ممکن است برخی شاخه‌ها بلندتر از کلمپ باشند و تمامی میوه‌ی روی شاخه چیده نشود.

- به چرخش درآوردن غلتک‌های داخل کلمپ به آسانی

انجام نمی‌شود. به‌عنوان مثال اگر در هر کلمپ، دو شفت وجود داشته باشد که غلتک‌ها بر روی آن سوار شده باشد؛ دو یا چهار الکتروموتور و یا یک الکتروموتور با توان بیشتر برای چرخش شفت‌ها نیاز است که مشکل اصلی همین الکتروموتور است. وجود الکتروموتور و سیم‌کشی‌های آن باعث پیچیدگی دستگاه می‌شود، همچنین امکان قطع شدن سیم یا خرابی الکتروموتور هم وجود دارد.

ایده دوم؛ استفاده از مکش هوا:

در این روش فقط از مکش هوا (جاروبرقی صنعتی سیکلونی) استفاده می‌شود.

مزایا:

- سادگی روش، هزینه ساخت کم، استفاده راحت‌تر دستگاه برای کارگر و حذف شدن کلمپ در این روش، که این امر خود باعث کاهش هزینه و ساده شدن دستگاه از نظر ساخت می‌شود.

معایب:

- این روش احتمالاً نمی‌تواند به خوبی میوه را از دم جدا کند.

طبق آزمایشی که با یک جاروبرقی سیکلونی روی خوشه انگور صورت گرفت، این نتیجه حاصل شد که مکش هوا نمی‌تواند به خوبی حبه انگور را جدا کند (البته اگر مکنده قوی‌تری بود به مراتب انگور بهتر و سریع‌تر جدا می‌شد).

- جاروبرقی باید نیم ساعت کار کند و نیم ساعت خاموش باشد تا موتور داغ نکند و نسوزد.

- همان‌طور که قبلاً ذکر شد؛ برخی شاخه‌ها بسیار بلند هستند و برای کارگر سخت است تا شاخه را با دست بگیرد و جلوی لوله‌ی جاروبرقی قرار دهد.

- تیغه‌ی شاخه‌های درخت زرشک هم برای اینکه بخواهد شاخه را با دست نگه دارد، برای کارگر ایجاد مزاحمت می‌کند.

ایده سوم؛ استفاده از ماشین NUT harvester:

مزیت:

- این وسیله یک مکنده بنزینی سیکلونی کامل است.

معایب:

- تضمینی برای انتقال ماشین بعد از واریز پول به ایران وجود ندارد.

- ممکن است ماشین قدرت کافی برای اینکه زرشک را از شاخه جدا کند، نداشته باشد. در این صورت باید تغییراتی در آن ایجاد کنیم (تغییر در سطح مقطع خرطومی دستگاه و ...)

ایده چهارم؛ ساخت از صفر تا ۱۰۰ یک مکنده قوی سیکلونی:

بعد از انجام آزمایش‌هایی بر روی زرشک و به‌دست آوردن نیروی لازم برای جدا شدن میوه از شاخه، یک



مکنده سیکلونی متناسب با آن ساخته شود.

نتیجه گیری:

با توجه به تحقیقات در مورد ارزیابی خواص فیزیکی و شیمیایی سه گونه زرشک بومی ایران و تحقیقاتی که در زمینه طراحی ماشینی برای برداشت زرشک صورت گرفته است؛ میوه زرشک به علت رطوبت بالا و فقدان پوست مقاوم، دارای احتمال ترکیدگی و له شدن محصول بالا است.

استفاده از دو غلتک با لقی مناسب برای جداسازی محصول از شاخه، طبق آزمایش‌ها هنوز جواب نداده است و همچنین به دلیل بالا بودن جرم و دانسیته محصول زرشک، جداسازی آن با استفاده از مکانیزم‌های مکنده یا با استفاده از سامانه‌های پنوماتیک برای برداشت محصولات زراعی امکان پذیر نیست. علاوه بر نکات گفته شده به دلیل نامنظم بودن مزرعه‌های کاشت زرشک، امکان تردد ماشین‌های زراعی در این باغات میسر نیست.

منابع:

- * Akbulut M., Calısır S., Marakoglu T. & Coklar H. (2009). Some physicommechanical and nutritional properties of barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits. *Journal of Food Process Engineering* 32:497-511.
- * Amir Fazli Ali. (2002). *methods of design in engineering* (1st ed). Publisher: Tehran: Sanati Sharif University. 15-20. (in Persian)
- * Balandari, alef. (2001). Effects of ethene on the characteristics of fruits and ease to harvest without grain barberry. *Scientific and Industrial Research Organization of Iran.Khorasan*.1-2. (in Persian).
- * Behrouzilar m. (1999). *Agricultural machinery design* (1st ed). Shushtar: Azad University. 35-75. (in Persian)
- * Fathollahzadeh, H., & Rajabipour, A. (2008). Some mechanical properties of barberry. *Int. Agrophysics*, 22, 299-302. 7- Hoseini.et al,1996. Investigation and research on the choice of production methods, Khorasan Province General Industries Administration (in Persian)
- * Işıklı & Yılmaz. (2011). Some physical properties of sun-dried *Berberis* fruit (*Berberis crataegina*). *Journal of Food Science Technology* 10: 1-7.
- * Jafariyan Mostafa, Sadrnia Hasan, Seyedabadi Esmail, Mahdavi Seyed Mohamad. (2011). *Barberry pickup design for freshly used*.university of Ferdowsi Mashahad. (in Persian)
- * Manieji; S. (1991). *Fundamentals of Fruit Trees*, published by Technical of Iran. 1-5. (in Persian)
- * Velayati alef, Emadi Bagher, Khojaste Pourmahdi, Saeidirad Mohamad Hosein. (2012). Effect of moisture content on some physical properties of Barberry, *Agricultural Machinery Journal*,page number 1-9. (in Persian)

