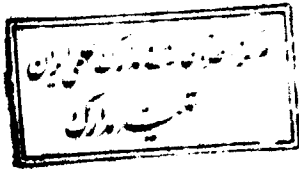


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۷۸ / ۲ / ۲۰



**دانشگاه تبریز**  
**دانشکده کشاورزی**

**گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی**

پایان نامه :

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی

عنوان :

**طراحی ماشین برداشت سیب زمینی دوردیفه مناسب مزارع کشور**

استاد راهنما:

**دکتر ایرج رنجبر**

استاد مشاور:

**دکتر حمیدرضا قاسم زاده**

پژوهشگر:

۱۳۰۲۱/۲

**زین العابدین شم آبادی**

۱۲۰۴۰

شماره پایان نامه ۱۱

۲۹۱۵۷

فروردین ماه ۱۳۷۸

## تقدیر و تشکر

سپاس بیکران پروردگار جهانیان را که لطف لایزالش انسان را به زیور عقل و دانش آراست و با نعمت قلم و بیان، شرافت والا به بشر عطا نمود.

در ابتدا وظیفه خود می دانم که از تمامی عزیزانی که در اجرا و انجام این رساله، اینجانب را یاری فرموده اند قدردانی نمایم.

نخست از استاد راهنمای محترم این رساله، جناب آقای دکتر ایرج رنجبر که با دقت، حوصله و شکیبایی فراوان، راهنمائیهای ارزنده ای را جهت تدوین و نگارش پایاننامه ارائه نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم. از استاد گرامی جناب آقای دکتر حمید رضا قاسم زاده که در این تحقیق راهنمائیها و مساعدتهای ارزنده ای نموده اند، نهایت تشکر و امتنان را دارم.

از آقایان مهندس شهیری کارشناس سازمان کشاورزی و مهندس مبشر کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی به خاطر راهنمائیهای مفید و ارزنده شان تشکر و قدردانی می نمایم. از آقای مهندس سیروس رضاپور که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل فرموده اند، نهایت تشکر و امتنان را دارم.

از آقایان مهندسین: نوید، غفاری، چاجی، سیدلو، بهفر، ظریف نشاط، مهرابی، علوی زاده و سایر دوستان عزیزم که در مراحل مختلف اجرای پایاننامه یاری نمودند صمیمانه تشکر می کنم.

در خاتمه از آقای دکتر محمدرضا شکیبا، معاونت محترم پژوهشی دانشکده به خاطر نظرات سازنده ایشان در ویرایش پایاننامه و بازخوانی آن تشکر می نمایم.

نام خانوادگی دانشجو: شم آبادی

نام: زین العابدین

عنوان پایان نامه

طراحی ماشین برداشت سیب زمینی دوردیفه مناسب مزارع کشور

استاد راهنما: آقای دکتر ایرج رنجبر

استاد مشاور: آقای دکتر حمیدرضا قاسم زاده

در چه تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی ماشینهای کشاورزی

گرایش: مکانیزاسیون کشاورزی محل تحصیل (دانشگاه): دانشگاه تبریز

دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی: تعداد صفحه:

کلید واژه ها: سیب زمینی کن - ماشین برداشت سیب زمینی

#### چکیده

سیب زمینی یکی از محصولات مهم غذایی در ایران است. سطح زیر کشت سیب زمینی در ایران ۱۴۳'۲۶۶ هکتار تخمین زده شده است. در حال حاضر سطح مکانیزاسیون زراعت سیب زمینی در ایران پایین است. عملیات کاشت و برداشت سیب زمینی بسیار کارگر بر می باشند. به طوریکه حدود ۹۰۰ نفر ساعت کارگر در هکتار برای برداشت دستی سیب زمینی لازم است.

یک سیب زمینی کن دو ردیفه با تیغه ثابت به منظور کاهش کارگر مورد نیاز برای برداشت سیب زمینی طراحی شد. ظرفیت مزرعه ای موثر و نیروی کششی مورد نیاز دستگاه به ترتیب  $0.14 \text{ ha/h}$  و  $24 \text{ kN}$  می باشد، که با تراکتورهای متداول در کشور (گروه II) متناسب است.

چون عمق کار، اندازه و شکل تیغه در خارج کردن سیب زمینی از خاک خیلی مهم هستند، در این مطالعه برای کاهش صدمه ناشی از برش در ماشینهای موجود اصلاحاتی روی چرخهای تنظیم عمق و شکل و اندازه تیغه انجام شد، به طوری که سیب زمینی کن قادر باشد در یک عمق مناسب برای درآوردن حداکثر ممکن سیب زمینی ها از خاک عمل کند.

سعی گردید که دستگاه از نظر ساختمانی، تنظیمات و تعمیر و نگهداری قطعات، حتی المقدور به شکلی ساده طراحی شود و مواد لازم برای ساخت دستگاه در کشور موجود باشد.

# فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱ ..... مقدمه

## فصل اول

### بررسی منابع

۴ ..... (۱-۱) سیر تکاملی ماشینهای برداشت سیب زمینی  
۵ ..... (۱-۱-۱) سیب زمینی کن دوآر.  
۶ ..... (۱-۱-۲) سیب زمینی کن با زنجیر نقاله  
۷ ..... (۱-۱-۳) ماشینهای برداشت کامل سیب زمینی (کمباینهای سیب زمینی)  
۵۳ ..... (۱-۲) جمع بندی فصل

## فصل دوم

### مواد و روشها

۵۴ ..... (۲-۱) کلیات  
۵۴ ..... (۲-۱-۱) دلایل طراحی  
۵۴ ..... (۲-۱-۲) پارامترهای طراحی  
۵۵ ..... (۲-۱-۳) بررسیهای اولیه  
۵۵ ..... (۲-۱-۴) روشهای کاشت  
۵۶ ..... (۲-۱-۵) عمق کاشت  
۵۶ ..... (۲-۱-۶) نوع و بافت خاک  
۵۶ ..... (۲-۱-۷) بقایای گیاهی  
۵۶ ..... (۲-۱-۸) فاصله ردیفهای کاشت  
۵۷ ..... (۲-۲) محاسبه سرعتها  
۵۸ ..... (۲-۳) طراحی تیغه  
۵۸ ..... (۲-۳-۱) عرض تیغه  
۶۲ ..... (۲-۳-۲) محاسبه نیروی وارد بر تیغه  
۶۸ ..... (۲-۳-۳) مشخصات فولاد مورد استفاده برای تهیه تیغه

|     |                                                                |
|-----|----------------------------------------------------------------|
| ۶۸  | طراحی نقاله (۲-۴)                                              |
| ۶۹  | عوامل موثر در جداسازی خاک در طی برداشت (۲-۴-۱)                 |
| ۷۴  | توان مورد نیاز نقاله (۲-۴-۲)                                   |
| ۷۶  | سیستم انتقال توان (۲-۵)                                        |
| ۷۶  | طراحی محور محرک نقاله (۲-۵-۱)                                  |
| ۷۹  | طراحی محور انتقال توان از چرخ زنجیر به چرخ دنده مخروطی (۲-۵-۲) |
| ۸۱  | طراحی چرخ دنده مخروطی (۲-۵-۳)                                  |
| ۸۵  | طراحی محرکه زنجیری (۲-۵-۴)                                     |
| ۸۷  | انتخاب یاتاقانها (۲-۶)                                         |
| ۹۶  | انتخاب یاتاقانهای چرخ دنده مخروطی (۲-۶-۱)                      |
| ۹۸  | یاتاقانهای مربوط به چرخ دنده‌های تکان دهنده (۲-۶-۲)            |
| ۹۸  | یاتاقانهای انتهای نقاله (۲-۶-۳)                                |
| ۹۹  | یاتاقانهای چرخهای حامل (۲-۶-۴)                                 |
| ۱۰۰ | یاتاقانهای حامل چرخ زنجیر (۲-۶-۵)                              |
| ۱۰۱ | کلاچ ایمنی (۲-۷)                                               |
| ۱۰۳ | محاسبه توان مورد نیاز دستگاه (۲-۸)                             |
| ۱۰۶ | طراحی قاب (۲-۹)                                                |

## فصل سوم

### نتایج و بحث

|     |                        |
|-----|------------------------|
| ۱۱۰ | محدودیت طراحی (۳-۱)    |
| ۱۱۰ | نکات اساسی طراحی (۳-۲) |
| ۱۱۳ | جمع بندی نتایج (۳-۳)   |
| ۱۱۵ | پیشنهادات (۳-۴)        |
| ۱۱۷ | منابع                  |
| ۱۲۲ | ضمائم                  |
| ۱۲۹ | خلاصه انگلیسی          |

## مقدمه

نیاز اولیه انسان در زندگی غذا و پوشاک است که باید تامین شود و کشاورزی بر پایه این امر استوار است. افزایش و رشد جمعیت دنیا، یکی از مسایل مهم قرن آینده خواهد بود. در عین حال که غذا عامل مهم در تامین سلامت و توان کار است، بیش از  $\frac{2}{3}$  جمعیت دنیا در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند و بیش از ۲۰ درصد جمعیت کشورهای توسعه نیافته در قحطی به سر می‌برند و متجاوز از ۵۰ درصد آنها فقر غذایی دارند (۱۲).

در مراحل نخستین، فعالیت‌های کشاورزی برای تهیه محصولات غذایی، با استفاده از قدرت بدنی انسان و ابزارهای ساده که از استخوان یا چوب ساخته شده بودند، انجام می‌گرفت. سپس نیروی دام به کمک انسان آمد و به موازات نیروی انسان از نیروی دام نیز استفاده شد. اما از اواخر قرن ۱۹ با جایگزینی توان ماشینی به جای انسان و دام انجام کار کشاورزی آسانتر شد. این جایگزینی در ابتدا با کندی صورت می‌گرفت. ولی با پیشرفت سریع صنایع مرتبط با تولیدات کشاورزی، خصوصاً تراکتور و افزایش جمعیت سرعت گرفت و می‌توان گفت پیشرفت پژوهش و در نتیجه رشد کشاورزی در طی صد سال گذشته بیش از پیشرفت آن در طول تاریخ بشر بوده است (۱۶).

در دنیای کنونی سیب زمینی یکی از باارزش‌ترین مواد غذایی محسوب می‌شود. از نظر اهمیت غذایی سیب زمینی نسبت به غلات، مواد غذایی و انرژی بیشتری در واحد سطح زمین تولید می‌کند. اگر عملکرد متوسط گندم ۴ تن در هکتار و سیب زمینی ۲۵ تن در هکتار باشد، با توجه به اینکه ۷۵ درصد وزن سیب زمینی را آب و فقط ۲۵ درصد آن را ماده خشک تشکیل می‌دهد، باز هم سیب زمینی  $\frac{6}{25}$  تن ماده غذایی خشک در هکتار تولید می‌کند که حدود ۵۰ درصد بیشتر از عملکرد گندم است. نظر به اینکه  $\frac{2}{2}$  درصد ترکیبات غده سیب زمینی را پروتئین و نزدیک به ۲۰ درصد آنرا ماده قندی تشکیل می‌دهد، بنابراین از یک هکتار با تولید متوسط ۲۵ تن سیب زمینی، ۵۵۰ کیلوگرم پروتئین و بالغ بر ۸۰۰۰۰ مگازول انرژی تولید می‌شود که این مقادیر در مقایسه با گندم و برنج خیلی بیشتر است (۱۹).

سیب زمینی در ۱۳۰ کشور، جایبکه  $\frac{3}{4}$  جمعیت جهان زندگی می‌کنند، در سطح ۲۰ میلیون هکتار

کشت می‌گردد. تولید سالانه آن ۲۸۰ میلیون تن است که بعد از گندم، برنج و ذرت، چهارمین محصول عمده دنیا است و علاوه بر مصرف غذایی جهت تهیه بیش از ۵۰ نوع فراورده شامل نشاسته، آرد، نان، چسب، الکل، وسایل آرایشی، شیرینی، کنسرو، چیپس، گلوکز و ... استفاده می‌شود (۱۵). تولید سیب زمینی در ۳۰ سال اخیر در توسعه کشورهای آسیایی بیش از کشورهای دیگر مؤثر بوده است. عملکرد ۲۰ میلیون تن در سالهای ۶۳-۱۹۶۱ به بیش از ۶۹ میلیون تن در سالهای ۹۴-۱۹۹۲ و سطح زیر کشت از ۲/۳۷ میلیون هکتار به ۵/۲ میلیون هکتار افزایش یافته است (۳۵). سیب زمینی با توجه به دوره رشد و آب مورد نیاز نسبتاً کم می‌تواند جایگزین خوبی برای گندم و برنج باشد. مصرف سرانه سالانه خیلی کم (۱۱/۷ کیلوگرم) در مقایسه با کشورهای اروپایی (۸۰ کیلوگرم) یا آمریکا (۵۸ کیلوگرم) بیان‌کننده این حقیقت است که سیب زمینی می‌تواند نقش قابل توجهی در رژیم غذایی افراد بیشتر بخشهای این قاره داشته باشد (۳۵).

از ۲۰ میلیون هکتار سطح زیر کشت سیب زمینی در جهان، حدود ۵'۲۱۳'۰۰۰ هکتار در قاره آسیا، و از این مقدار ۱۴۳'۲۶۶ هکتار در ایران کشت می‌شود که حدود ۳'۱۳۹'۹۱۹ تن سیب زمینی در استانهای مختلف کشور تولید می‌شود. بنابراین مکانیزه کردن تولید آن مهم و ضروری می‌باشد (۳). اصولاً مکانیزاسیون موجب بهبود شرایط رویش محصول هم از طریق تأثیر ابزار و وسایل فنی (در مراحل کاشت و داشت)، کاهش ضایعات در مرحله برداشت، و نیز کاهش نیاز به کارگر، سهولت کار، افزایش سطح زیر کشت و منجر به تولید بیشتر و کیفیت بهتر می‌گردد (۵).

با وجود اینکه کوتاهی در هر یک از عملیات تولید از جمله عملیات کاشت و داشت باعث افت عملکرد و کاهش درآمد می‌شود، معذالک کوتاهی در عملیات برداشت موجب بیشترین خسارت خواهد شد. از طرفی برداشت با دست زمان بر بوده و عملیات بعدی را محدود می‌کند و بسیار کارگربر می‌باشد. به طوری که تحقیقات نشان می‌دهد، تعداد نفر ساعت کارگر می‌تواند در اثر استفاده از ماشینهای برداشت در مقایسه با روشهای برداشت با دست، هشت برابر کاهش یابد (۴).

چون پشته‌های سیب زمینی در کشور ما از نظر شکل، اندازه و ارتفاع در مقایسه با کشورهای دیگر، بدلیل شرایط آب و هوایی متفاوت فرق می‌کند. بنابراین وارد کردن ماشینهای برداشت پیچیده، نه



تنها به دلایل فنی مذکور، بلکه از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه نخواهد بود. بنابراین طراحی و ارائه یک مدل مناسب ماشین برداشت سیب زمینی لازم و ضروری می باشد. در این مطالعه سعی شده است که پس از بررسی منابع و بررسی روشهای کاشت سیب زمینی در کشور و با در نظر گرفتن نیاز کشاورزان، ماشینی طراحی شود که بتواند سازگاری لازم با مزارع کشور را داشته و از نظر اقتصادی نیز در توان خرید کشاورزان باشد.

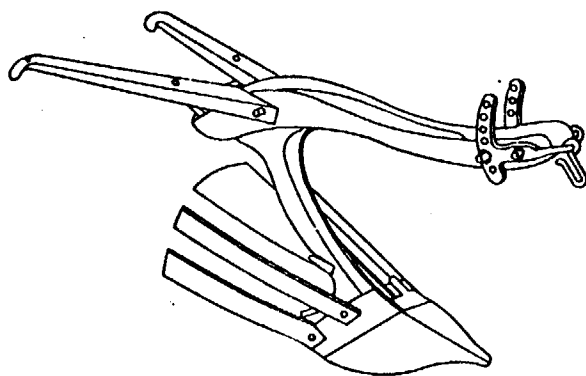
فصل اول

بررسی منابع

## (۱-۱) سیر تکاملی ماشین‌های برداشت سیب زمینی.

سیب زمینی محصولی است غده‌ای که در موقع برداشت باید ابتدا از داخل خاک خارج شود و سپس به وسیله دست یا ماشین از روی زمین جمع آوری گردد. روشهای متعددی برای برداشت سیب زمینی وجود دارد که برای هر یک وسایل مختلفی را می‌توان به کار برد. روشی که انتخاب می‌شود با در نظر گرفتن عوامل متعددی از جمله در دسترس بودن کارگر مورد نیاز است (۱۷).

برداشت سیب زمینی در زمانهای قدیم با وسایل ابتدایی نظیر بیل و چنگال و وسایل ساده دیگری مانند گاواهن و نه‌رکن انجام می‌شد. یکی از اولین وسایل برای برداشت، سیب زمینی‌کن دو طرفه (نه‌رکن) با صفحه برگردان نرده‌ای بود (شکل ۱-۱). طرز کار این دستگاه به این ترتیب بود که پشته خاک محتوی سیب زمینی با نوک تیز تیغه بریده شده و کم و بیش روی صفحه برگردانها خرد می‌شد و از بین نرده‌های صفحه برگردان به پایین می‌ریخت و سیب زمینهایی که در پشته قرار داشتند به کنار می‌غلتیدند، که بعداً توسط کارگر جمع آوری می‌شد. این وسیله کشش دامی ساده بود و در هنگام کار به مقدار کمی از سیب زمینها آسیب می‌رساند. سپس ماشینهای برداشت تراکتوری رایج شد (۴).



شکل (۱-۱) گاواهن سیب زمینی‌کن با صفحه برگردان نرده‌ای (نقل از منبع شماره ۴)

به طور کلی ماشینهای برداشت سیب زمینی را می‌توان به سه دسته مهم زیر تقسیم بندی نمود:

الف) سیب زمینی‌کنهای دوار<sup>۱</sup>، ب) سیب زمینی‌کنهای با زنجیرنقاله<sup>۲</sup>، ج) ماشینهای برداشت کامل سیب زمینی<sup>۳</sup>

1. Potato spinners

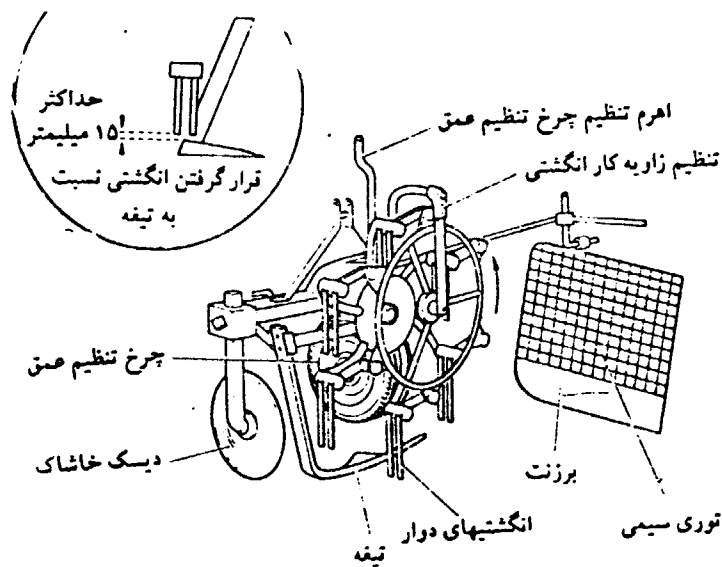
2. Potato diggers

3. Potato harvesters

اگر کارگر به اندازه کافی وجود داشته باشد و سطح زیر کشت نیز نسبتاً کم باشد، سیب زمینی کن دوار یا سیب زمین کن با زنجیر نقاله را می توان برای برداشت محصول به کار برد. در صورتیکه سطح زیر کشت زیاد باشد و نیروی انسانی هم به اندازه کافی وجود نداشته باشد از ماشین برداشت کامل سیب زمینی می توان استفاده نمود (۱۷).

### (۱-۱-۱) سیب زمینی کن های دوار

طرز کار سیب زمین کن دوار در شکل (۱-۲) به این ترتیب است که با حرکت تراکتور به طرف جلو، تیغه مثلثی شکل در وسط ردیف کاشت قرار گرفته، در طول ردیف کاشت و زیر سیب زمینی ها به حرکت در می آید. تیغه ضمن حرکت، خاک و سیب زمینی های ردیف کاشت را از جاکنده و تا حدودی بالا می آورد. سپس انگشتی ها یا چنگالهای در حال چرخش به طور عرضی و عمود بر ردیف کاشت به خاک و سیب زمینی ها برخورد کرده آنها را به یک طرف پرتاب می کنند تا بعداً به وسیله دست جمع آوری شوند. برای اینکه سیب زمینی کن دوار بتواند کار خود را به طور رضایت بخش انجام دهد، بایستی تنظیماتی در عمق کار، سرعت دورانی انگشتی ها، فاصله تیغه با نوک انگشتی ها، محل استقرار توری و دیسک خاشاک انجام گیرد (۱۷).

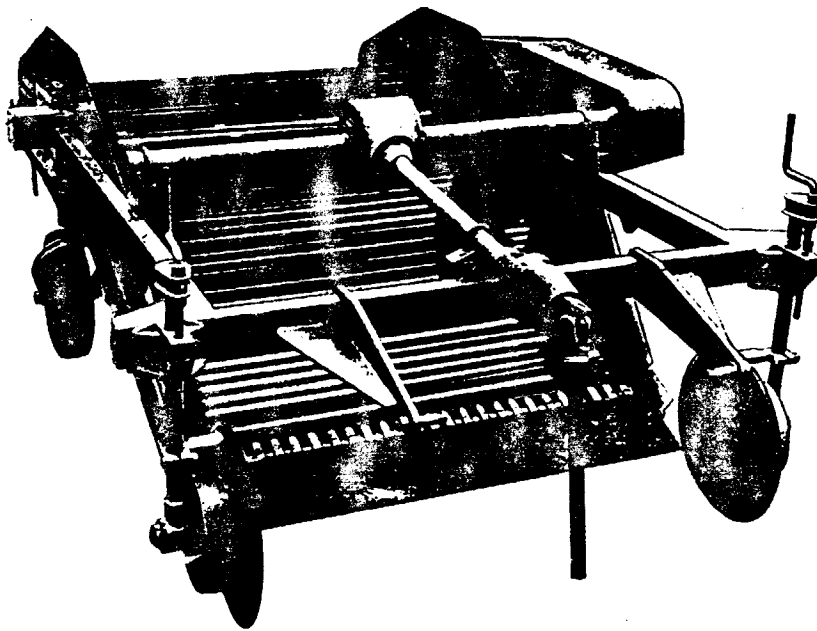


شکل (۱-۲) قسمت های مختلف یک سیب زمینی کن دوار (نقل از منبع شماره ۱۷)

## (۱-۱-۲) سیب زمینی کنهای با زنجیر نقاله

سیب زمینی کن با زنجیر نقاله (شکل ۱-۳) یک نوع ماشین برداشت سیب زمینی است که در مناطق مختلف، به خصوص مناطقی که دارای خاکهای سنگین نیستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما در شرایطی که خاک مرطوب و چسبنده باشد، سیب زمینی کن دوار مؤثرتر است. مزیت عمده سیب زمینی کن با زنجیر نقاله، ریختن سیب زمینی‌ها در یک ردیف باریک در مزرعه می‌باشد که نهایتاً عمل جمع آوری سیب زمینی‌ها را به طور قابل ملاحظه‌ای تسهیل می‌کند. معذالک این مزیت کاهش قابل توجهی را در تعداد کارگر مورد نیاز برای جمع آوری سیب زمینی‌ها سبب نخواهد شد (۱۷).

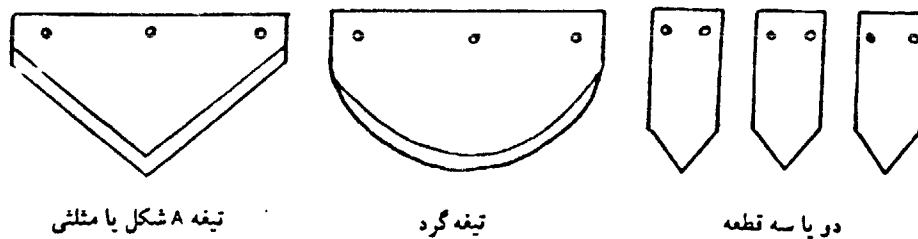
در مقایسه با سیب زمینی کنهای دوار، قطعات زیادتری در سیب زمینی کنهای با زنجیر نقاله وجود دارد که با خاک در تماس می‌باشند. این بدین معنی است که فرسودگی بیشتری در این دستگاه وجود دارد. میزان فرسودگی بستگی به نوع خاکی دارد که دستگاه در آن کار می‌کند، خاکهای شنی بیشتر باعث فرسودگی قطعات می‌شوند.



شکل (۱-۳) قسمتهای مختلف یک سیب زمینی کن با زنجیر نقاله (نقل از منبع شماره ۱۷)

به طور کلی سه نوع سیب زمینی کن با زنجیر نقاله تولید می‌شوند که همه آنها توسط محور تواندهی کار می‌کنند. این سه نوع عبارتند از: سیب زمینی کنهای کششی، نیمه سوار و سوار که صرفنظر از

این تفاوت‌ها همه آنها اساساً به یک طریق کار می‌کنند. این نوع سیب زمینی‌کن‌ها ممکن است یک ردیفه یا دو ردیفه ساخته شوند. قسمتهای مهم یک سیب زمینی‌کن با زنجیر نقاله (شکل ۳-۱) عبارت از تیغه، نقاله‌ها، جعبه دنده، کلاچ ایمنی، چرخ حمل و نقل و چرخ تنظیم عمق می‌باشند. تیغه برداشت هر ردیف ممکن است یکپارچه و یا چند پارچه باشد (شکل ۴-۱). همانند سیب زمینی‌کنهای دوار، باید ماشین را طوری هدایت کرد که تیغه‌ها به زیر پایین‌ترین سیب‌زمینی‌ها رفته و در زیر و در امتداد محور طولی ردیف سیب زمینی‌ها حرکت نمایند (۱۷).



شکل (۴-۱) انواع معمول تیغه سیب زمینی‌کن (نقل از منبع شماره ۱۷)

### (۳-۱-۱) ماشینهای برداشت کامل سیب زمینی (کمباینهای سیب زمینی<sup>۱</sup>)

ماشینهای برداشت کامل سیب زمینی یک یا دو ردیف را همزمان بلند می‌کنند. آنها ممکن است توسط تراکتور کشیده شوند یا خودگردان باشند. تمام ماشینهای برداشت کامل سیب زمینی به ترتیبی ساخته می‌شوند که سیب زمینی‌ها را به طور کامل به همراه خاک بلند کنند و با عبور دادن آنها از قسمتهای مختلف ماشین، سیب زمینی‌ها را از خاک، سنگ، خاشاک و برگ و سایر مواد خارجی جدا سازند. سیب زمینی‌ها سپس ممکن است به داخل کیسه، جعبه یا تریلی منتقل گردند. کلوخهای خاک ممکن است در موقع غریبان کردن یا بعد از آن شکسته شوند در حالت اول، وسیله‌ای برای شکستن کلوخها بین غریبالهای اول و دوم یا بین بالابر و غریبال قرار داده شده است. در حالت دوم این واحد بعد از غریبال جایگذاری شده است. وقتی که کلوخهای خاک قبل از غریبال کردن شکسته می‌شوند. غده‌ها کمی صدمه می‌بینند، چون خاک چسبیده به غده‌ها لایه‌ای را تشکیل میدهد که عمل خرد کردن کلوخ را انجام می‌دهد. معذالک بازده خرد کردن کلوخ در روش دوم بیشتر است کلوخهای شکسته نشده و سنگها

معمولاً در انتهای چرخه کاری ماشین جدامی شوند. وقتیکه از نقاله جداکننده مؤرب استفاده می‌شود، جداسازی بایستی به طور دستی انجام شود.

شکل (۱-۵) طرحواره مراحل کاری کمباین برداشت سیب زمینی دو ردیفه مدل K.K. را نشان می‌دهد. بسته به شرایط خاک، در کمباین ممکن است از یک بالابر (شکل ۱-۵-a) یا یک توری<sup>۱</sup> (غریال) (شکل ۱-۵-b) استفاده شود. وقتی که از یک بالابر استفاده می‌شود، کمباین خاک را با یک تیغه فعال (۲) بریده و لایه خاک را شل می‌کند و از طریق بالابر میله‌ای (۳) غریال می‌کند. هنگامیکه کمباین باتوزی مجهز شده است، تیغه (۱۵) شکل (۱-۵-b) همراه با غریال اول (۱۶) نوسان می‌کند. بیشتر خاک از طریق بالابر (۱۴) و غریالهای (۱۶ و ۱۷) غریال می‌شود. سیب زمینی‌های رها شده از واحدهای غریال به کلوخ شکن (۵) یا (۱۸) می‌رسند. وقتی که کلوخها از بین غلطکهای پنوماتیکی عبور می‌کنند، خرد می‌شوند و بعد از عبور از غلطکهای پنوماتیکی خاک توسط غریال (۶) جدامی شوند. پس از آن سیب زمینها به نقاله مربوط به واحد پرتاب بوته منتقل می‌شوند. غده‌ها و مواد زاید ریز از فاصله بین میله‌های نقاله میله‌ای سقوط می‌کنند، در حالیکه بوته‌ها با غده‌های جدا نشده از بوته‌ها، به میله‌های نقاله میله‌ای گیر می‌کنند و بعد از عبور از نقاله (۹) از پشت کمباین به روی زمین پرتاب می‌شوند. وقتی که بوته‌ها در امتداد طولی توسط نقاله کشیده می‌شوند، غده‌های متصل به آنها توسط میله‌های کف قطع می‌شوند. سیب زمینی‌ها همراه با ذرات خاک و سنگها توسط بالابر استوانه‌ای (۸) به تمیزکننده ثقلی (۱۰) و از آن به نقاله تفکیک و درجه بندی (۱۱) تحویل داده می‌شوند، که در آنجا سنگها و کلوخها از غده‌ها جدا می‌شوند. کارگران سرپا در کنار نقاله جداسازی، به جداسازی غده‌ها از مواد زاید کمک می‌کنند. مواد زاید از طریق نقاله (۱۴) به روی زمین پرتاب می‌شوند. سیب زمینی‌ها از نقاله جداکننده، توسط بالابر (۱۲) به مخزن (۱۳) منتقل می‌شوند (۳۴).

شکل (۱-۶) نمای مکانیزمهای یک ماشین برداشت کامل سیب زمینی و مسیر عبور محصول در داخل آن را نشان می‌دهد. در این شکل فقط قسمت‌های انجام دهنده کار برداشت سیب زمینی‌ها نشان داده شده است (۴۸).