کشاورزی دقیق

محمدباقر لک، *mbagherlak@agrimechanization.com*

مقدمه

کشاورزی دقیق، چشم اندازی از کشاورزی آینده است که ماهواره ها، سنسور ها، نقشه ها و داده های حاصل از دور سنجی، به کمک کشاورز آمده و دقت عمل او را بالاتر می برند. تحقیق پیرامون کشاورزی دقیق در ایالات متحده، کانادا، و اروپای غربی از اواسط تا اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی آغاز شد. هرچند تلاش تحقیقاتی قابل توجهی گسترش یافت، امّا هنوز جمعیت اندکی از کشاورزان به فنّاوری کشاورزی دقیق روی آورده‌اند.

در کشاورزی دقیق، داده های حاصل از زمین بوسیلهٔ سنسورهای مختلفی که بر روی ادوات کشاورزی نصب گردیده اند با مشخصات محل داده که توسط GPS تعیین می شود و زمان ورود داده، در مانیتور محصول ترکیب می شود و اطلاعات حاصله به سیستم GIS داده شده تا نقشه های محصول بصورت ویژه مکانی در آیند.

این نقشه ها مدیران مزرعه را قادر می سازد که تصمیمات مدیریتی خود را با توجه به شرایط موجود در هر سایت –که سایت کوچکترین بخش مدیریتی مزرعه است– اتخاذ کرده و بهترین اقدامات را با توجه به این شرایط به مرحلهٔ اجرا در آورند.

انتظار می رود، فنّاوری های کشاورزی دقیق در تولید کشاورزی در دو ناحیه تأثیرگذار باشند: سودآوری برای تولید کنندگان، و فواید زیست محیطی برای عموم (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۲).

کشاورزی دقیق از عناصر و مفاهیم مختلفی شکل گرفته است که وجود هریک از آنها ضروری و در عین حال نا کافی است که از این میان می توان به سیستم های ماهواره ای شامل GPS و DGPS[1]، حسگر های مختلف، پایشگر محصول[2]، رایانه، مدیریت ویژه مکانی، نقشه محصول، و بکار گیری نرخ متغیر[3] اشاره کرد.

- شولز و همکارانش (۲۰۰۷) منافع بکارگیری کشاورزی دقیق را چنین بر می شمارند:
  - اطلاعات بمنظور اقدام مقتضی
  - نظارت بهتر بر فرآیندهای زراعی
  - جنبه زیست محیطی
  - جنبه اقتصادی

با توسعه و بسط این علم، از کشاورزی دقیق بعنوان راه حلی ممکن برای دستیابی به کشاورزی پایدار نام برده می شود. این فناوری در کشورهای توسعه یافته در مزارع بزرگ و نواحی ای که دارای فناوریهای سطح بالایی هستند به اجرا درآمده است.

برای عملی شدن کشاورزی دقیق، این مراحل ضروری است:

- توسعهٔ سامانه GPS کشاورزی دقیق
- توسعهٔ FGIS (سیستم اطلاعات جغرافیایی مزرعه)
- توسعهٔ سامانه جمع آوری داده ها از سطح مزرعه
- توسعهٔ سامانه مدیریت و تصمیم گیری مزرعه
- توسعهٔ ماشین های کشاورزی هوشمند
- ارزیابی سامانه مرتبط با اثرات زیست محیطی

عرضه و تقاضا برای فنّاوری کشاورزی دقیق

تولید کنندگان و تجّار محصولات کشاورزی به کشاورزی دقیق روی آورده اند ولی مقبولیت آن نسبتاً کم بوده است. بیشترین استفاده در ایالات متحده امریکا بوده اما در کمتر از 2٪ مزارع ایالات متحده از تکنولوژی کشاورزی دقیق استفاده می شود. مقبولیت کند منجر به بازده کم بنیه تری شده است.

پایش محصول[4] لبه مقدم اطلاعات فنّاوری دقیق بوده است.

از تعداد ۳۰۰۰ پایشگر محصول در ایالات متحده و کانادا فقط حدود نصف آن به GPS مجهز می باشد.

در سال ۱۹۹۸ تقریباً ۱۸٪ از وسعت زیر کشت غلات در کرن بلت[5] زیر پوشش پایش بود.

در سال ۲۰۰۰ در استرالیا، از ۸۰۰ پایشگر برای برداشت محصول استفاده شد که ۵۰۰ مورد از آن در غرب استرالیا مورد استفاده قرار گرفت.

درسال ۲۰۰۰ در جنوب آفریقا از ۱۵ پایشگر استفاده شد که اغلب در کیپ پروینس[6] غربی استفاده شد.

1 Differential Global Positioning System (DGPS)
2 Monitor Yield
3 Variation Rate Application (VRA)
4 Monitoring Yield
5 Corn Belt
6 Cape Province

www.agrimechanization.com

هیچ پایشگر محصولی بطور اقتصادی در دیگر نقاط امریکا، شرق اروپا یا آسیا استفاده نشد (البته تا سال ۲۰۰۰).

بکار گیری پایشگر ها برای محصولات دیگری از قبیل پنبه، نی شکر، سیب زمینی، چغندر قند، گوجه فرنگی و غیره در حال گسترش است.

مدیریت ویژه مکانی

عبارت است از تعیین کوچکترین سطح ممکن بعنوان یک المان منفرد. بعنوان مثال، بجای بحث در مورد کل سطح مزرعه در رابطه با به کار بری علف کش می توان فقط در جایی از مزرعه که مورد هجوم علف های هرز قرارگرفته است، مواد مذکور را بکار برد. مدیریت "ویژه مکانی"، مدیریت سم پاشی همان اراضی مورد هجوم قرار گرفته است.

بکار گیری نهاده هایی از قبیل بذر، کود و سموم شیمیایی بصورت ویژه مکان بطور بالقوه می تواند هزینه های نهاده ها را کاهش داده، عملکرد محصول را افزایش دهد و برای محیط زیست مفید باشد.

سایت، کوچکترین واحدی است که کشاورز می تواند با ابزارهای موجود، آن را مدیریت نماید. که این سطح معمولاً در حدود ۱۰۰ فوت مربع است. تیمار یا روشی که در هر سایت اعمال می شود، منحصر به فرد است و نیاز به اطلاعات خاصی دارد که توسط داده های آزمایش خاک و گزارش های پایشگر محصول انجام می پذیرد. به کار گیری GPS کشاورزان را قادر ساخته است تا نقشهٔ مزارع خود را تهیه نمایند. اخیراً با بکار گیری توانایی های رایانه ای، می توان یک مزرعه را بصورت شبکه ای از صدها واحد مدیریت پذیر مجزا در نظر گرفت که این امر بستگی به اندازهٔ مزرعه، تأمین بودجهٔ آزمایش ها و مساحت هر بخش شبکه دارد.

به منظور بهره گیری از مدیریت "ویژه مکانی" ، تولیدکنندگان باید اطلاعات ضروری و فنّاوری را در اختیار داشته باشند. به طوریکه بتوان یک برنامهٔ مدیریتی جامع را به اجرا درآورد. اطلاعات مورد نیاز شامل خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، توپوگرافی مزرعه، جمعیت آفات، بیماری های گیاهی و رطوبت در دسترس می شود. فنّاوری برای بدست آوردن و به کارگیری اینگونه اطلاعات ضروریست. فنّاوری های کلیدی، شامل GPS/GIS، سامانه های کنترل و سامانه های تهیهٔ نقشهٔ محصول می باشند. با این وجود، بمنظور استفادهٔ بهینه از این فنّاوری، باید بر روی تجهیزات

www.agrimechanization.com

تولید، کارنده ها، سمپاشها، ماشین های برداشت و غیره نصب شود و سازگار با فنّاوری روز و دقت مورد نیاز در کشاورزی دقیق باشد.

می توان با تقسیم کردن یک مزرعه به نواحی مدیریتی کوچکتر، نهاده های کشاورزی را به صورت ویژه مکانی به کار گرفت. این نواحی از لحاظ ویژگی ها نسبت به کل مزرعه یکنواخت تر هستند. یک ناحیه مدیریتی بعنوان "بخشی از یک زمین است که ترکیب یکنواختی از عوامل محدود کننده دارد که برای آن یک نرخ مشخص از نهاده محصول مناسب است" (دورج، ۱۹۹۸). بنابراین، نواحی مدیریتی برای نهاده های مختلف ممکن است متفاوت باشد، و طرح نواحی مدیریتی برای یک نهاده خاص باید عواملی را که بر تأثیر نهاده بر افزایش محصول مؤثر اند در میان بگیرد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۰).

راهبردهای ویژه مکانی برای بهبود عملکرد محصول و سودآوری، دارای اجزای متداولی است که بستگی دارد به ویژگی های خاک، توپوگرافی و اقدامات مدیریتی پیشین. این راهبردها اغلب دارای روابطی با نقشه های محصول هستند.

پایشگر محصول

پایشگر محصول، بعنوان یکی از عناصر مهم کشاورزی دقیق وظیفه جمع آوری اطلاعات مختلف محصول از طریق حسگر های مختلف و تطبیق زمانی و مکانی این اطلاعات را بر عهده دارد که ماحصل آن به صورت نقشه های محصول به نمایش در می آید.

یک پایشگر محصول مجهز به فنّاوری تعیین موقعیت جهانی(GPS)، ابزاری است الکترونیکی که اطلاعاتی راجع به عملکرد محصول در سالی مشخص را جمع آوری می کند. پایشگر محصولات دانه ای، اطلاعاتی مانند جریان دانه،

www.agrimechanization.com

رطوبت دانه، سطح تحت پوشش و موقعیت را برآورد و ثبت می کند و عملکرد های مختلف را بطور خودکار محاسبه می کند. البته پایشگرهای محصولی هم برای محصولاتی از قبیل بادام زمینی، پنبه، علوفه سیلویی و چغند قند موجود می باشد.

پایشگر محصول این قابلیت را دارد که تغییرات عملکرد محصول یک مزرعه را با کمک GPS تعیین نماید. در صورتیکه تغییرات زیاد باشد، کشاورز می تواند بدنبال دلیل هایی از قبیل بیماری ها یا فقدان عناصر غذایی داخل خاک باشد و سپس می تواند، مزرعهٔ خود را بصورت ویژه مکانی مدیریت نماید (احسانی، 2001).

روش سنتی پایش محصول که با وزن کردن دستهٔ محصولات برداشت شده انجام می گردد، راهی را بدست می دهد که در روش پایش لحظه ای محصول در کشاورزی دقیق به کار می آید.

پایش پیشرفته محصول در برداشت غلات، از حسگرهایی بهره می برد که بر روی کمباین قرار داده می شوند تا میزان محصول برداشت شده همراه باسرعت برداشت را ثبت نمایند. این داده با اطلاعات مکانی GPS هر داده ترکیب شده و امکان تهیهٔ نقشهٔ محصول در سامانه GIS را فراهم می آورد. این نقشه را می توان با نتایج حاصل از نقشه های داده های آزمایش خاک، نقشه های کاربرد مواد شیمیایی و سایر اطلاعات مقایسه کرد و برای مدیریت برنامه ویژه مکانی سال آینده مورد استفاده قرار داد. هنگامی که این نقشه ها در سامانه GIS به صورت لایه ای بر روی هم قرار می گیرند و با همدیگر ادغام می شوند، نقشهٔ محصول روابط بین میزان محصول و متغیر های وضعیت مزرعه را بصورت مستند نشان می دهد.

پایشگر محصول ابزاری است الکترونیکی که اطلاعات مختلف محصول را از طریق ابزار های و حسگرهای مختلف جمع آوری کرده و همراه با اطلاعات مکانی و زمانی آن بصورت ویژه مکانی ثبت می کند؛ برای تهیه نقشه محصول و اتخاذ تصمیمات مدیریتی مزرعه، در اختیار کاربر قرار می دهد.

پایشگر محصول حساسیت فوق العاده ای نسبت به شرایط نصب و نگهداری دارد. بنابراین باید در نصب صحیح، نگهداری مناسب و میزان بندی دقیق آن دقت نمود و از عوامل ایجاد خطا در محاسبات آن تا حد ممکن کاست تا نتیجه مطلوبی از کار آن بدست آید.

اجزای پایشگر محصول

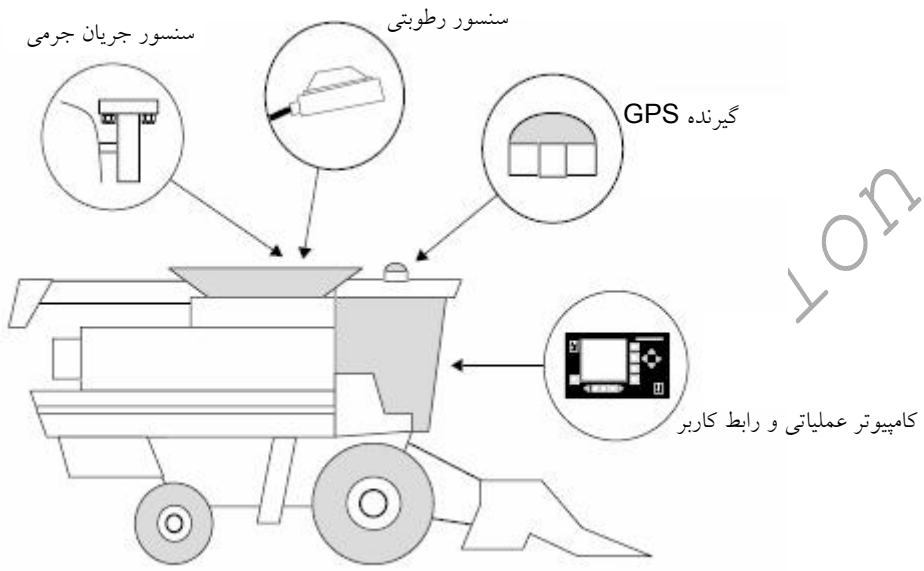
پایشگرهای محصول ترکیبی هستند از چند جز که در شکل نشان داده شده است. بطور معمول دارای چند حسگر و دیگر اجزای متفاوت هستند؛ که شامل یک ابزار ذخیره اطلاعات، رابط کاربر (صفحه نمایش و صفحه کلید) و یک رایانه عملیاتی است، این رایانه در کابین کمباین قرار می گیرد و همکاری و روابط متقابل بین اجزا را کنترل می کند. حسگرها، جرم یا حجم دانه، سرعت جداکننده ها، سرعت حرکت، رطوبت دانه و ارتفاع خوشه چین را محاسبه می کنند.

عملکرد محصول بعنوان نتیجهٔ پارامترهای مختلفی که حس می شوند، مشخص می گردد. وظایف این اجزا را باید دانست تا درک بهتری از روابط متقابل پایشگر محصول، اپراتور کمباین و قطعات متحرک کمباین بدست آید.

www.agrimechanization.com

پایشگر محصول مجهز به یک گیرنده DGPS، اطلاعات را در قالبی نگهداری می کند که شامل اطلاعات مربوط به موقعیت هم باشد. این اطلاعات که بطور مکانی فهرست می شوند، بعداً در تهیه نقشه های محصول، رطوبت، ارتفاع یا نقشه های هرگونه اطلاعات دیگری که در طی برداشت جمع آوری شده است؛ مورد استفاده قرار می گیرد.

بعضی از پایانه های نمایش برای چند منظور طراحی شده اند و می توان از آن ها در دیگر عملیات زراعی از قبیل نرخ های متغیر کاشت و پخش هم استفاده نمود.



شکل. اجزای یک سامانه پایش محصول که بر روی کمباین نصب می شود.

مزایای استفاده از یک پایشگر محصول

وظیفهٔ پایشگر محصول، ارائهٔ برآوردی دقیق از چگونگی تنوع عملکرد محصول مزرعه، به اپراتور است. اگرچه یک پایشگر محصول می تواند در بسیاری از جنبه های مدیریت محصول به تولیدکنندگان دانه کمک کند، اما هیچگاه این ابزار قادر به تغییر درجهٔ بازارپسندی دانه نیست.

یک پایشگر محصول به تنهایی می تواند اطلاعات مفیدی را فراهم نماید و تحقیقات درون مزرعه ای را بهبود دهد اما تجزیه و تحلیل و یافتن علت تغییرات از عهده پایشگر محصول خارج است.

اطلاعات محصول برای یک" بار[1]" یا زمین خاص جمع آوری می شود. درنتیجه، مقایسهٔ هیبریدها، تیمارها یا روش های اعمال شده در کرت های آزمون آسان تر می شود.

بعنوان مثال همهٔ پایشگرهای محصول می توانند جرم دانه و سطح برداشت شده را برحسب بار یا زمین محاسبه کنند. این ویژگی به کاربر این اجازه را می دهد که در مورد وزن دانهٔ جمع شده، سطح برداشت شده و میانگین محصول، قرائتی لحظه ای داشته باشد.

1 - Load

در بسیاری از پایشگرهای محصول، این مقادیر را می توان به یک رایانه شخصی وارد نمود و بمنظور تجزیه و تحلیل بیشتر در حافظهٔ نگهداری کرد یا بوسیلهٔ بسته های نرم افزاری مخصوص یا پردازشگر استاندارد کلمات و نرم افزار صفحه گستردهٔ دیگری چاپ کرد. سپس ممکن است خلاصهٔ سطوح برداشت شدهٔ هر فصل، برای تسویهٔ هزینه های برداشت مشتریان و یا رکورد گیری تولید هر مزرعه، مورد استفاده قرارگیرد.

همچنین کشاورز می تواند آزمایش ها یا سنجش های کنترل علف هرز را بدون نیاز به واگن وزن کشی بطور درون مزرعه ای، بوسیلهٔ یک پایشگر محصول انجام دهد. اینچنین سنجش های درون مزرعه ای به تولیدکنندگان کمک می کند تا اقدامات تولید زراعی را با خاک هایشان وفق دهند.

محدودیت های پایشگر های محصول

پایشگر محصول، نرخ ورود دانه تمیز شده به مخزن دانه را تخمین می زند. سیستم های کوبیدن و جدا سازی[1] باعث تأخیر زمانی زیادی بین زمان ورود دانه به خوشه چین کمباین و زمان عبور آن از بالابر دانه تمیز می شود. کمباین ها همچنین اثر تغییرات ناگهانی عملکرد محصول را محو می کنند. از اینرو پایشگر محصول نرخ هایی متوسط با تأخیر زمانی را از محصول برآورد می کنند.

پدیده تأخیر و محوشدگی اثر تغییرات، زمانی بسیار آشکار اند که کمباین وارد محصول می شود و یا از انتهای مزرعه خارج می شود.

سامانه های ماهواره ای

الف – GPS

سامانه تعیین موقعیت جهانی(GPS) یک سامانه هدایت ماهواره ای، شامل شبکه ای از ۲٤ ماهوارهٔ در حال گردش است که در فاصلهٔ ۱۱ هزار مایلی و در شش مدار مختلف قرار دارند.

1 - Threshing and Separating Systems

ماهواره ها در حال حرکت می باشند و در طی مدت ۲٤ ساعت دو بار کامل بر گرد زمین می گردند (با سرعتی در حدود ۱۷۳۸۰۹/۸ متر بر ثانیه). ماهواره های GPS بنام ناو استار[1] شناخته می شوند.

سامانه تعیین موقعیت جهانی (GPS) یکی از ابزاریست که مدیریت ویژه مکانی را در کشاورزی دقیق ممکن می سازد. GPS، اپراتور را قادر به تعیین دقیق موقعیت خود در هر نقطه از سطح زمین می سازد. توانایی تعیین موقعیت بطور جغرافیایی، توانایی برای ساخت انواع متنوع نقشه های مربوطه را افزایش داده است. ویژگی های خاک، توپوگرافی، عملکرد محصول، جمعیت آفات، و نقشه های مشابه، ابزارهای مدیریتی ارزشمندی هستند که با استفاده از فنّاوری GPS فراهم شده اند. اطلاعات جغرافیایی عملکرد محصول و مزرعه در سامانه های اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) ذخیره می شوند تا موجب تسهیل تصمیمات مدیریتی شوند.

منابع ایجاد خطا در GPS

با افزایش دقت و کاربرد GPS، خطاهایی که مربوط به خود GPS نیستند نیز افزایش پیدا می کند. چندین عامل می تواند در اطلاعات تعیین موقعیت GPS خطا ایجاد کند که محدودیتهای ساعت ماهواره و گیرنده، تغییرات تقویم نجومی، وضعیت ماهواره و تداخل جوی از آن جمله اند.

محدودیت های ساعت

ساعت های داخلی ماهواره و گیرنده دقت را دچار محدودیت می کنند و دقیقاً با هم مطابقت نمی کنند. از آنجا که تعیین موقعیت بستگی به اطلاعات زمانی دقیق دارد، خطاهای کمِ ساعت می تواند خطاهای قابل توجهی در تعیین موقعیت ایجاد نماید که البته از سیگنالی که از چهار ماهواره مخابره می شود، برای تصحیح برخی انواع ساعت ها استفاده می شود.

تغییر در تقویم نجومی

پیش بینی مدارهای ماهواره برای مدتی طولانی مشکل است و سرویس دهندگان سامان باید هر از چندگاه آن را تنظیم کنند. از آنجا که این مدارها تغییر می کنند، ممکن است منجر به ایجاد خطاهایی در تقویم نجومی (موقعیت) ماهواره ای شوند که در برآورد های نقشه کشی مورد استفاده قرار می گیرند.

1 - NAVSTAR

موقعیت ماهواره

موقعیت ماهواره از منظر یک گیرنده در هر زمان مشخص می تواند دقت تعیین موقعیت را تحت تأثیر قرار دهد. به عنوان مثال، در صورتیکه تمامی ماهواره های قابل رویت[1] در شرف دسته شدن در نزدیکی هم باشند، موقعیت مثلثاتی[2] دارای دقت کمتری نسبت به حالتی است که همان ماهواره ها بطور متعادل در حول آسمان قابل رؤیت پخش شده باشند. ترکیب ماهواره ای با مقدار دقت (DOP[3]) بطور کمی بیان می شود. بسیاری از گیرنده هایGPS مقادیر DOP را نشان می دهند. بطور کل، مقادیر DOP کمتر از ٤ بهترین تعیین موقعیت ها را در برخواهد داشت.

اختلال ناشی از اتمسفر

رطوبت و یونهای موجود در اتمسفر می تواند سرعتی که امواج رادیویی ماهواره ارسال می شود تغییر دهد. علاوه بر این، امواج رادیویی زمانی که وارد جو زمین می شود منحرف می شوند. که عملاً طول مسیری را که سیگنال رادیویی طی می کند تا به گیرنده برسد را تغییر دهد.

اثرات جوی معمولاً برای ماهواره هایی که نسبت به افق کم ارتفاع هستند، بیشتر است بنابراین گیرنده های GPS به کاربر اجازه می دهند تا ماهواره هایی که پایین تر از یک زاویه ثابت نسبت به افق هستند را نادیده بگیرد.

تغییرات در یونسفر می تواند دامنه و فاز سیگنال های GPS را تغییر دهد. تداخل مربوط به یونسفر مشکلاتی در عرض جغرافیایی کم (در نزدیکی خط استوا) ایجاد می کند به گونه ای که عرض جغرافیایی را بیشتر از آنچه هست نشان می دهد.

خطاهای چند مسیری

چند مسیری بدین معناست که یک سیگنال رادیویی چندین دفعه از مسیرهای مختلف دریافت شود. به عنوان مثال، یک موج رادیویی می تواند ماهواره را ترک کند و بطور مستقیم به گیرنده برسد. همچنین می تواند نسبت به یک ساختمان منعکس شده و در زمان دیرتری به گیرنده برسد. متداول ترین علل خطا های چند مسیری در زمینه های کشاورزی، ساختمان ها، تالاب ها و دریاچه ها هستند. با فنون پیشرفته پالایش آنتنی، جدیدترین گیرنده های GPS در کاهش خطا های چند مسیری بسیار مؤثر خواهند بود.

دقت گیرنده های GPS با بازتاب یک سیگنال از چند مسیر مختلف، کاهش پیدا می کند. بازتاب از اجسام اطراف گیرنده، باعث ایجاد تغییر زمانی می شود .این مشکل را می توان با بکار گیری بسته های نرم افزاری و پردازشگرهای پیشرفته برطرف کرده و اثر بازتاب از مسیرهای مختلف را جبران نمود.

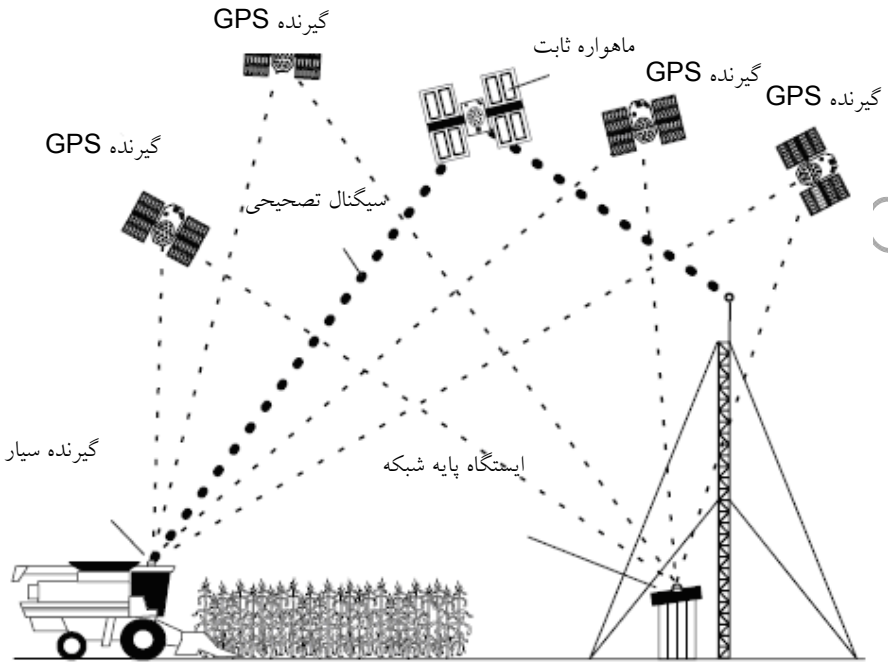
ب- سیستم تعیین موقعیت جهانی تفاضلی (DGPS[4])

سیستم تعیین موقعیت جهانی تفاضلی (DGPS)، ادغامی است از بخش های فضایی و زمینی، که در کنار هم یک وسیلهٔ هدایت مخابراتی را در بر می گیرند. با توجه به منافع امنیت ملی، تنها بخشی از سیستم DGPS برای کاربران

1 - Visible Sattelites
2 - Triangulated Position
3 - Dilution Of Precision
4 - Differential Global Positioning System (DGPS)

www.agrimechanization.com

غیر نظامی مهیا می شود. (شکل زیر شمایی است از DGPS). زمانی که اطلاعات محصول همراه با اطلاعات حاصل از گیرندهٔDGPS مورد استفاده قرار می گیرند، تولیدکننده می تواند نقشه های تولیدی محصول که تجسم زنده ای از عملکرد محصولات در یک واحد تولید محصول خاص را نشان می دهد، بدست آورد. در آخر، هرگونه مزیت افزوده حاصل از دخالت یک مانیتور محصول در یک عملیات، از تغییرات در روشهایی از مدیریت ناشی می شود که ناشی از شناسایی سطوح مشکل با استفاده از این قبیل نقشه های محصول است. مزایای استفاده از مانیتور محصول، بوسیلهٔ DGPS دست یافتنی تر است.



شمایی از ارتباطات تصحیحی تفاضلی ماهواره های GPS برای تعیین موقعیت ادوات کشاورزی

بی اثر کردن خطاهای GPS با GPS تفاضلی (DGPS)

در کاربردهای کشاورزی، متداول ترین روش برای از بین بردن خطاهای GPS، استفاده از GPS تفاضلی یا DGPS می باشد. در یک سیستم DGPS، یک گیرندهٔ GPS در نقطه ای که دقیقاً مشخص شده است قرار دارد. این گیرندهٔ ایستگاه پایه، موقعیت دقیق خود را با موقعیت حساب شده از سیگنالهای GPS نسبت به خطایGPS برآورد خواهد کرد. این اطلاعات خطا به گیرنده های بسیاری فرستاده می شود که از این اطلاعات برای تصحیح اطلاعات تعیین موقعیت که از سیگنالهای GPS محاسبه می شود، استفاده می کنند. دقت سیستم های DGPS می تواند با توجه به موقعیت سیستم 3 تا 15 فوت باشد.

تصحیحات DGPS را می توان بوسیله سیستم های مخابراتی ماهواره ای یا برج های مخابراتی مخابره نمود. این تصحیحات را می توان از نمایندگی های دولتی بطور رایگان و یا با پرداخت مبلغی سالانه از سرویس دهندگان تجاری تهیه نمود.

انواع سنسور

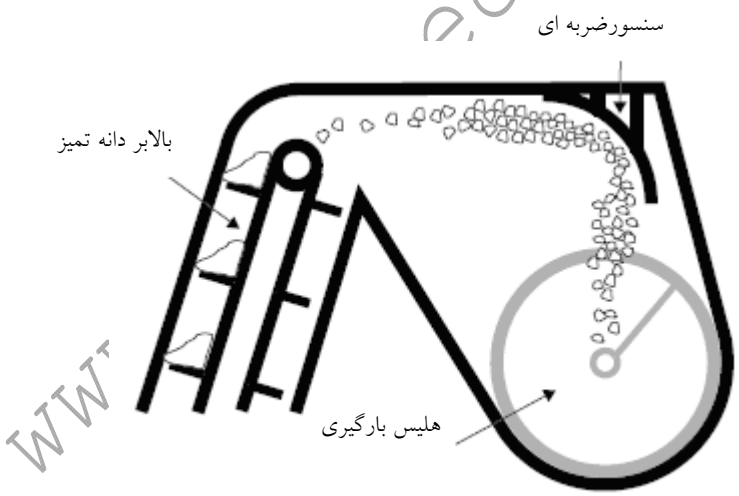
سنسور های جریان دانه

سنسور مورد استفاده جهت محاسبهٔ جرم یا حجم دانهٔ تمیز شده ای که از جداکنندهٔ کمباین عبور می کند، ضروری ترین جز ء هر سیستم مانیتورینگ محصول است. درحالیکه ممکن است نوع حس جریان جرمی یا جریان حجمی در بین سازندگان متفاوت باشند، امّا این ابزارآلات تقریباً همیشه بر بالای بالابر دانهٔ تمیز یا نزدیک آن نصب می شوند. چنانکه در شکل زیر مشاهده می شود.

حس جریان جرمی

معمولترین روش، حس جریان جرمی است که با برآورد نیروی ضربه ای دانه ای که با صفحه برخورد می کند، انجام می شود. پره های بالابر دانهٔ تمیز، به دانه سرعت می دهند. بطوریکه، در بالای بالابر زنجیر، چرخشی ۱۸۰ درجه ای ایجاد می کند. بمحض اینکه پره ها، این چرخش را ایجاد می کنند، شتاب گریز از مرکزی بوجود می آید که منجر به جدا شدن دانه ها از پره ها می شود. سپس دانه با کنارهٔ بالابر تماس پیدا می کند و به طرف کف هلیس بارگیری مخزن سرازیر می شود. در این حالت است که دانه به محفظهٔ بالابر ضربه می زند که این سنسورهای ضربه ای در آن قرار دارند.

یک سنسور ضربه ای، نرخ جریان جرمی دانه در کمباین را بوسیلهٔ حس کردن نیروی دانه که به یک صفحه یا میله ضربه می زند، محاسبه می کند. از یک گیج نواری یا یک پتانسیومتر خطی هم، جهت محاسبهٔ خم شدگی میله ها یا اعضای مختلف نگهدارندهٔ صفحه استفاده می شود. سه سنسور دیگر_ رادیوئی، فتوالکتریک و چرخ های پره دار _ هم از آنجا که در برخی از محصولات تجاری بکار می روند، بحث می شوند.



نصب متعارف یک سنسور جریان جرمی در محفظهٔ بالابر دانهٔ تمیز

سنجش جریان حجمی

"سنسور رادیوئی" جریان جرمی دانه در حال عبور از بین یک منبع رادیوئی و سنسور را محاسبه می کند که معمولاً در بالای بالابر دانهٔ تمیز سوار شده است. وجود دانه مابین منبع و سنسور، دامنهٔ تشعشع رادیوئی سنسور را ضعیف کرده یا کم می کند و تابعی است از جرم دانه بین آنها.

"سنسورهای فتوالکتریک" حجم دانهٔ موجود در هر پرهٔ بالابر دانهٔ تمیز را محاسبه می کند. یک یا چند منبع نوری و سنسورهای جفت در مقابل یکدیگر از این سو به آن سوی محفظهٔ بالابر دانهٔ تمیز قرار دارند و جریان حجمی دانه به زمان بندی قطع شدگی های جریان نور مربوط می شود. زمان بندی این دوره های قطع شدگی برآوردی از جریان حجمی دانه را بدست می دهد. محدودیتی که برای این سیس تم وجود دارد، خطای بالقوه ایست که درصورت فعالیت کمباین در دامنهٔ تپه ها، منجر به این می شود که دانه به یک طرف پره های بالابر نیرو وارد می کند.

جریان حجمی را همچنین می توان با استفاده از یک *"چرخ پره دار"* در ته مخزن هلیس بارگیری محاسبه نمود. چرخ پره دار با سرعت کنترل شده ای می چرخد تا این اطمینان حاصل گردد که ناحیهٔ بین پره های مجاور با دانه پر می شود . چرخش چرخ به یک موقعیت جدید به دانه ها اجازه می دهد تا در فضای بین دو پره بعدی جمع شوند. سپس حجم دانه بوسیلهٔ ثبت تعداد حرکات انتقالی پره مشخص می شود.

امروزه، می توان بسیاری از کمباین ها را با مانیتورهای محصولی که توسط کارخانه نصب شده اند، خریداری نمود. مانیتورهای تجاری هم برای نصب بر روی کمباین های آخرین مدل، موجود می باشند. ابزار محاسبهٔ جریان (صفحهٔ ضربه ای) در دریچه سرویس دهی در بالای بالابر دانه تمیز یا در یک دریچه در بالای بالابر قرار می گیرد. در برخی موارد، سنسور ضربه ای را می توان فقط با ایجاد یک حفره در بالای مخزن بالابر دانهٔ تمیز، سوار نمود.

نصب کامل یک مانیتور محصول، نیازمند قراردادن سنسور جریان جرمی، نزدیک به موقعیت دندانهٔ بالایی بالابر است. یک مکانیزم جدید تنظیم هم، باید در انتهای پایینی بالابر دانهٔ تمیز نصب شود. پس از کالیبره کردن، برای تنظیم کشیدگی زنجیر بالابر فقط باید چرخ دندهٔ پایینی را تعویض نمود. هرگونه تغییر مکان چرخ دندهٔ بالائی بالابر، زاویهٔ ضربهٔ دانه را تغییر می دهد که به موجب آن، کالیبره کردن مجدد لازم می شود. کالیبره کردن سنسور جریان بستگی دارد به روابط متقابل نرخ جریان جرمی دانه (برحسب پوند بر ثانیه) با اندازه و فرکانس نیروی ضربه. شکل هندسی صفحهٔ ضربه ای که مربوط می شود به پره های بالابر، می باید تا پس از کالیبره کردن مانیتور محصول حفظ شود تا مجموعهٔ اطلاعات صحیحی را بدست دهد.

سنسور سرعت جداکننده و سنسور سرعت زمینی

در فرایند مانیتورینگ محصول، تعیین سرعت جداکننده و سرعت زمینی ضروری است .سرعت جداکننده با استفاده از یک سنسور مغناطیسی ساده بر روی یکی از شافت های جداکننده تعیین می شود. این سنسور، موجی مربعی با فرکانسی تولید می کند که متناسب است با سرعتی که یک بلوک آهنی، از بردارند ۀ مغناطیسی می گذرد . این سنسورها ، اصولاً بمنظور نظارت بر سرعت استوانه و دمنده بر روی کمباین نصب می شوند . سرعت بالابر دانه تمیز مضربی است از سرعت جداکننده و برای کالیبره کرد ن نرخ جریان جرم ی باید بدست آید . با مانیتورینگ سرعت شافتی که بطور مستقیم با گردانندهٔ بالابر درگیر شده است؛ از یک نسبت ساده می توان جهت تعیین فرکانس پره هایی که از صفحهٔ فشاری عبور می کند استفاده نمود و می توان از آن برای تنظیم سیگنال نرخ جریان جرمی

www.agrimechanization.com

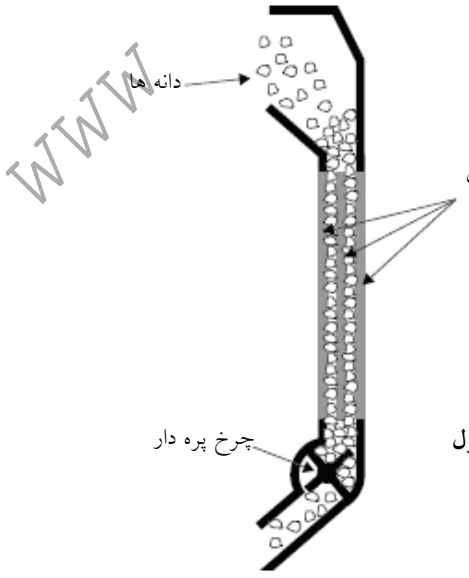
استفاده نمود .اغلب سازندگان مانیتورهای محصول تجاری، کابل هایی را تهیه می کنند که به نصب کننده اجازه می دهد تا از این سیگنال سرعت بهره برداری نماید.

فاصلهٔ پیموده شده بطور ساده حاصلی است از سرعت زمینی(سرعت) و زمان نمونه برداری. سرعت زمینی را می توان براحتی با استفا ده از یک بردارندهٔ مغناطیسی موجود که توسط سازندهٔ کمباین تهیه شده است، محاسبه نمود. به محض اینکه دندانه های چرخ دندهٔ آهنی دستگاه انتقال قدرت از بردارندهٔ مغناطیسی عبور کند، یک موج مربعی تولید می شود. سرعت زمینی مضرب ثابتی از این فرکانس های تولید شده است و در طی کالیبره نمودن مانیتور محصول مشخص می شود.

بمحض اینکه سرعت زمینی مشخص شود، فاصلهٔ پیموده شده توسط کمباین در طی مدت نمونه گیری با ضرب نمودن سرعت زمینی در مدت زمان نمونه گیری مشخص می شود. بعنوان نمونه فرض کنید که یک کمباین ، ٤ مایل (٦٤٣٧/٤متر)را در هر ساعت طی می کند. اگر از مدت زمان نمونه گیری ۱ ثانیه ای برای نگهداری اطلاعات محصول استفاده شود ، کمباین ۷۰/٤ اینچ(۱۷۸/۸۱٦ سانتیمتر) را در مدت زمان نمونه گیری طی کرده است. بطوریکه نشان داده خواهد شد؛ این مقدار _ که" مسافت طی شده " نام دارد _ بعنوان بخشی از فایل اطلا عات محصول ذخیره می گردد و برای تعیین" سطح برداشت شده" که حاصلی است از مسافت طی شده در پهنای مؤثر دهانه خوشه چین در طی یک دوره، مورد نیاز است.

یکی از مشکلات این روش، محاسبهٔ خطای ناشی از بکسوات چرخ می باشد. رادار، روش دیگری را برای محاسبهٔ سرعت زمینی فراهم می آورد و در مقایسه با سنسور بردارندهٔ مغناطیسی، ارجحیت دارد و تحت تأثیر خطاهای بکسوات چرخ که عامل مهمی در موقع فعالیت کمباین در شرایط نامطلوب از قبیل خاک مرطوب است، نمی باشد. هرچند، رادار هم بویژه در موقع فعالیت در محیط های پر بقایا، در معرض خطا است. جنب و جوش علف های هرز یا کلش گیاهان که از باد ناشی می شود، ممکن است انعکاس های غلطی را برای رادار ایجاد کند.

اخیراً سازندگان مانیتور محصول شروع به استفاده از تعیین سرعت بوسیلهٔ یک گیرندهٔ DGPS نموده اند. اما موانعی برای این روش وجود دارد. در صورتیکه از آن برای تعیین سرعت استفاده شود، باید یک گیرندهٔ فعال GPS وجود داشته باشد. در صورتیکه سیگنال های GPS در دسترس نباشند، فعالیت مانیتور محصول ممکن نمی شود . همچنین، تعیین سرعت با GPS تحت تأثیر همان خطاهای تعیین موقعیت است. هرچند جای نگرانی زیادی نیست چراکه سرعت بدست آمد ه از GPS همیشه صحیح تر از تعیین موقعیت است.



نصب سنسور رطوبتی بر روی بالابر دانه تمیز برای مانیتورینگ محصول

www.agrimechanization.com

سنسورهای رطوبت دانه

محاسبهٔ مقدار رطوبت دانه هم، رکن مهمی از مانیتورینگ محصول است. تولیدکنندگان از جنبه های برداشت، خشک کردن و نگهداری دانه، بعلاوهٔ هزینه خشک کردن یا بار اندازی در بالابر؛ نگران مقدار رطوبت هستند. حس کردن این مقدار رطوبت در موقع برداشت باعث می شود تا اطلاعات محصول تصحیح شود تا وزن بازار پسند صحیحی از دانه را نتیجه دهد. حس کردن رطوبت، در برداشت هم مفید است چراکه به اپراتور کمباین اجازه دهد تا تناسب یک زمین خاص را برای برداشت و شاید مقصد تحویل انبار، خشک کردن یا بالابر محلی مشخص کند.

مقدار رطوبت با حس کردن خواص دی الکتریکی دانهٔ برداشت شده مشخص می شود. مقدار رطوبت در دانه، ظرفیت الکتریکی دانه (توانایی آن برای نگهداری یک شارژ الکتریکی) را تحت تأثیر قرار می دهد. که با محدود کردن حجم از پیش مشخصی از دانه مابین دو سطح فلز رساناحس می گردد. برای اغلب مانیتور های محصول، این امر با نصب یک سنسور رطوبتی هم در بالای هلیس بارگیری مخزن و هم در کنار بالابر دانهٔ تمیز، انجام می گیرد که در شکل نمایش داده می شود.

امروزه؛ اغلب سنسورهای رطوبتی برکنارهٔ بالابر دانهٔ تمیز سوار می شوند. این قرارگیری بهتر است از سوار کردن سنسور بر هلیس بارگیری مخزن، چراکه سنسورها با جریان کمتر دانه مواجه می شود. که تجمع خار و خاشاک را در صفحات سنسور کاهش می دهد. این تجمع در محاسبات رطوبت ایراد وارد می کند. سنسور رطوبتی لزوماً یک قشر رسانا یا صفحات فلزی با یک بالهٔ فلزی داخلی عایق شده است. همچنانکه دانه در بالابر دانهٔ تمیز بالا می رود، مقدار کمی وارد قسمت فوقانی سنسور رطوبتی شده و بین صفحات فلزی حرکت می کند. یک چرخ کوچک پره دار در کف محفظهٔ سنسور قرار گرفته است تا مطمئن شویم که همیشه دانه صفحات را می پوشاند. چرخ پره دار همچنین، سرعتی که دانه دو مرتبه وارد بالابر دانهٔ تمیز می شود را کنترل می کند. کاربران باید سنسور رطویتی را در فواصل زمانی معینی چک کنند و در مواقعی که کمباین در دانه های مرطوب یا دارای علف های هرز کار می کند، صفحات را تمیز کنند. این شرایط کاری می تواند منجر به تجمع خار و خاشاک یا بقایای گیاهی بر اجزای حس کننده شود که در محاسبات رطوبت دانه، اختلال ایجاد می کند.

سنسور های مزرعه ای

سنسورهای تجاری که سیگنالهای GPS را دریافت کرده و پردازش میکنند، برای اغلب کشاورزان درکشورهای پیشرفته مطلوب واقع شده اند. گیرنده های دستی GPS دقت نقطه ای مابین منفی۱۰۰ تا مثبت ۱۰۰ را فراهم می کنند. GPS تفاضلی (DGPS) خطا را تا ± 2 m کاهش می دهد. یک GPS تعیین موقعیت نسبی، خطاها را تا سطحی کمتر از سانتی متر کاهش می دهد. این دقت را می توان برای ادوات متحرک با استفاده از یک GPS سیستماتیک بلادرنگ (RTK) بدست آورد (داکس[1] و همکاران، ۱۹۹۹).

1 - Dax

www.agrimechanization.com

سنسورهای خاک

یک سنسور خاک مادون قرمز (NIR) قابلیت انعکاس طیفی خاک را در طول موج های رادیویی ۱۶۰۰ تا ۲۶۰۰ نانومتر اندازه گرفته یا مواد آلی خاک و مقادیر رطوبت خاکهای سطحی و زیر سطحی را برآورد کند. یک طیف_نور سنج مستقیم و بی درنگ خاک، ضریب بازتابی طیفی خاک را در طول موج های مرئی و NIR با سرعت زمینی 3/6 km/h اندازه گیری می کند. آزمایشات مزرعه ای، روابط خطی بین بازتابش را در طول موج های معین و ویژگی های مختلف به اثبات رسانید که شامل مواد آلی و مقدار رطوبت خاک می شد.

سنسورهای ناهنجاری

برخی سنسورهای علف هرز در سطح تجاری در دسترس هستند. تایان[1] و همکاران،(۱۹۹۹) سیستم حس و سم پاشی هوشمندی را با دقتی بالا، به منظور تعیین مناطق هجوم علف هرز ایجاد. فیارتز[2] و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده از یک طیف نگار تصویری، یک سنسور علف هرز را طراحی کردند. ونگ[3] و همکاران (۲۰۰۱) سنسور نوری علف هرز را با توجه به بررسی ویژگی های طیفی علف های هرز، محصولات و خاک ساختند. یک مبدّل دمایی مادون قرمز گیاه که توسط مایکلز[4] و همکارانش(۲۰۰۰) گسترش یافته بود به منظور حس تغییرات دمایی گیاه که از هجوم شتهٔ گرین باگ[5] ناشی می شد، استفاده می کرد.

برون[6] و بنت[7] (۱۹۹۹) یک سیستم تزریق مستقیم با نازل را برای بکار گیری علفکش ساختند. سویشر[8] و همکارانش (۱۹۹۹) سنسوری نوری را طراحی کردند که نرخهای جریان کود دانه ای را در جریان هوایی برای کنترل بازدهی نرخ تغییر در یک سمپاش، اندازه می گرفت.

سنسور عملکرد محصول

در طی ده سال گذشته، پروژه های تحقیقاتی مانیتورینگ محصول متنوعی بر اساس تعدادی از روش شناس ی های مختلف انجام گرفته است . در اغلب پروژه ها، سنسورهای محصول برای دانه های ریز بکار رفته اند. این نوع سنسورها امروزه بطور معمول استفاده می شوند. البته سنسورهای محصول برای دیگر محصولات هم تا حد کمتری عرضه شده اند. آئرن هامر[9] و همکاران (۱۹۹۵) و میسوتن[10] و همکاران (۱۹۹۷) سنسورهای محصولی را برای ماشین

1 - Tian
2 – Feyaerts
3 – Wong
4 – Michles
5 – Greenbug
6 – Brown
7 – Bennett
8 – Swisher
9 – Auernhammer
10 – Missotten

www.agrimechanization.com

های برداشت علوفه عرضه نمودند. هریس[1] و ککس[2] (۱۹۹۷) امکان نقشه برداری محصول را در مزارع نیشکر مورد ارزیابی قرار دادند و آئرن هامر و همکارانش(۱۹۹۸) سنسورهای محصول را برای چغندر قند مورد تجدید نظر قرار دادند.

عملکرد محصولات دانه ای با استفاده از چهار نوع سنسور برآورد می شوند :سنسور ضربه ای یا جریان جرمی، سنسورهای وزنی، سنسورهای نوری محصول و سنسورهای اشعه گاما (γ). اغلب شرکت های تولید کننده ماشین آلات کشاورزی برای کمباین های خود از سیستم های نوری نقشه کشی محصول استفاده می کنند .فنون حس محصول برای اغلب محصولات در حال پیشرفت هستند .برای محصولات علوفه ای، مانیتورهای محصول از یک سنسور تغییر مکانی، یک لود سل، یک اسیلاتور با ظرفیت خازنی کنترل شده، و یک سنسور نوری که مورد مطالعه قرار گرفته است، استفاده می کنند. یک سنسور نوری، تابش طیفی را در طول موجهای قرمز تا NIR اندازه گیری می کند که از آن برای تخمین عملکرد محصول در طی فصول زراعی و هدایت VRT برای کود نیتروژن استفاده می شود (سولی[3] و همکاران، ۲۰۰۰).

تعدادی سنسور محصول برای سیب زمینی ها تست شد و بطور مکتوب گزارش گردید. کمبل[4] و همکاران (۱۹۹٤) از لود سل هایی در باربندها استفاده کردند همچنین شنیدر[5] و همکاران (۱۹۹۷)، کمبل و همکاران (۱۹۹۹)، دتان و همکاران[6] (۱۹۹۹) و داونپورت[7] و همکاران (۲۰۰۲) هم، از یک سیستم استفاده کردند. ایلرت[8] (۲۰۰۰) تکانه های ناشی از سیب زمینی هایی که بر روی یک لود سل می افتادند را محاسبه نمود. بگنز[9] (۱۹۹۱) از دو منبع رادیویی (Am_241 و Cs_137) و دو سنسور استفاده نمود و بنابراین محاسبه وزن سیب زمینی ها و مقدار سنگ ها خاک و نخاله ها را ممکن ساخت در نهایت ویلر[10] و همکارانش (۱۹۹۷) یک سیستم نقشه کشی محصول بر مبنای پشت بند را که می توان برای نقشه کشی عملکرد محصول سیب زمینی، چغندر و محصولات علوفه ای از آن استفاده نمود را عرضه کردند.

سنسورهای محصول

تای[11] و همکاران (۱۹۹۹) از یک سیستم مصور طیفی مزرعه ای با یک فیلتر کریستال مایع قابل تنظیم، در مزارع پنبه و بادام زمینی استفاده کردند. یک رادیومتر پویش نزدیک به زمین سوار بر تراکتور، از شاخصهای گیاهی نقشه

1 – Harris
2 – Cox
3 – solie
4 – Cambell
5 – Schneider
6 – Dettaan
7 – Davenport
8 – Ehlert
9 – Baganz
10 – Wheeler
11 – Thai

www.agrimechanization.com

برداری می کرد (استافرد و بلم[1]، ۱۹۹۸). سادوث[2] و همکاران (۲۰۰۰) یک سنسور الکترومکانیکی را بمنظور شمارش گیاهان ذرت طراحی کردند. ارتفاع گیاه پنبه با استفاده از انگشتی های مکانیکی و اشعه مادون قرمز محاسبه شد(سرکی و بک[3]، ۲۰۰۰). سنسورهای تعیین مقدار پروتئین و روغن دانه در حال گسترش هستند. یک سنسور جریان جرمی و استحکام پنبه با استفاده از یک لامپ هالوژن و یک لامپ NIR ساخته شد (کسکین[4]، و همکاران، ۱۹۹۹). از یک دماسنج مادون قرمز برای اندازه گیری دمای سایه بمنظور کنترل عملیات آبیاری استفاده شد (ایونس[5] و همکاران،۲۰۰۰). یک سنسور مایکروویو و یک سنسور NIR بمنظور محاسبهٔ مقدار رطوبت علوفهٔ سیلویی مورد آزمایش قرار گرفت (مارکت[6] و همکاران، ۱۹۹۹). یک طیف نورسنج مستقیم و بلا درنگ که توسط آنوم[7] و همکاران (۲۰۰۰) ساخته شده بود؛ برای تهیهٔ نقشهٔ آب، عناصر غذایی، بیماریها و تنش های شوری گیاه استفاده شد.

دقت

مهمترین معیار یک سنسور مناسب مانیتور محصول، توانایی آن در برآورد دقیق جریان لحظ های محصول در ماشین برداشت است که از راه درک مستقیم این حس را ایجاد می کند. لازم است که سنسور کاملاً دقیق باشد تا بتوان تا حد زیادی به داده های که سنسور بدست می آورد اطمینان نمود.

هر سنسوری باید قادر به برآورد عملکرد محصول با دقت ٪5 ± عملکرد واقعی محصول در کل مزرعه باشد. بدین معنا که اگر تمامی مقادیر عملکرد محصول را بطور تک تک جمع کنید، مجموع این مقادیر باید نتیجه ای با ٪5 اختلاف از مقدار واقعی کل عملکرد محصول بسازد. البته، این دلالت بر آن دارد که زمانیکه خطا بیش از ٪5 باشد، می توان قرائت های یک به یکی انجام داد.

"دقت GPS با دقت کمینه نقطه (PDOP[8]) بیان می شود که در اصل مقدار خطا را نشان می دهد؛ بطوریکه، مقدار زیاد آن نشان دهنده دقت کم و مقدار کم آن نشان دهنده دقت بالاست. PDOP کمتر از ٤ نشان دهنده خطای کمتر از یک متر است و دقیق بحساب می آید. امّاPDOP بین ٤ تا ٨ نشان دهنده برآورد نسبتاً دقیق بوده و PDOP بیش از ٨ نشان دهنده دقت کم است.[9]"

کامپیوتر عملیات

یک کامپیوتر عملیاتی در کابین کمباین چندین وظیفه را انجام می دهد. سنسورها را تلفیق و کالیبره می کند. سیگنال های خروجی آن ها را به داده هایی برای ذخیره تبدیل کرده، نمایش می دهد و آخرین استفاده اینکه: دارای

1 – Stafford and Bolam
2 – Sudduuth
3 – Searcy and Beck
4 – Keskin
5 – Evans
6 – Marcotte
7 – Anom
8 - Point Dilluation Of Precision / Position Dilluation Of Precision / Percent Dilution of Position
9 – Center for Global and Regional Environmental Research, University of Iowa

www.agrimechanization.com

یک رابط گیرندهٔ DGPS، تجهیزات نگهداری اطلاعات خروجی و رابط کاربر (صفحهٔ نمایش و صفحهٔ کلید) است و روابط متقابل این تجهیزات را کنترل می کند. با گرفتن یک برنامهٔ جدید یا تغییر تراشهٔ برنامه در مانیتور محصول، مانیتور محصول را تغییر داده یا ارتقاء می بخشد.

تکنولوژی نرخ متغیر[1](VRT)

تکنولوژی نرخ متغیر (VRT) و بکار گیری نرخ متغیر (VRA)، دلالت دارد بر توسعه و بسط سمپاش های نرخ متغیر اتوماتیکی که ابزاری بسیار مهم در کشاورزی دقیق می باشند؛ در مکان هایی که تیمارهای" سایت_ویژه " جایگزین عملیات کاربرد مواد شیمیایی با میزان ثابت در کل مزرعه گردیده اند. سمپاش هایی که قادر به توزیع مقادیر متفاوت مواد شیمیایی باشند، ضروری و اساسی هستند. اینگونه ماشین ها برای تحویل مقادیر صحیحی از مواد شیمیایی، بسته به شرایط مزرعه، قابل برنامه ریزی هستند. که این برنامه ریزی بوسیلهٔ نهادن اطلاعات مانیتورینگ محصول، شرایط محصول و تجزیه و تحلیل آن ها انجام می گردد. این جز از کشاورزی دقیق با کاربرد اتوماتیک حداقل مقادیر مواد شیمیایی، عهده دار پائین آوردن هزینه های داشت و کاهش آسیب رسانی به محیط زیست می باشد.

با فرض اینکه یک توزیع یکنواخت از یک سطح کود به سطحی دیگر، بهینه تلقی می شود؛ از این محاسبات بر روی توزیع نظری نرخهای متغیر کود نتیجه می شود که الگوی مثلثی پاشش، مناسبترین آنها برای پاشش متغیر است. الگوی پاشش مثلثی را باید در تمامی سطوح کود پیاده کرد.

با توجه به آزمایشات انجام گرفته، واضح است که هیچکدام از کودپاشهای مورد آزمایش قادر به ایجاد الگوهای کاملاً مستقل از نرخ جریان نیستند. بعلاوه، این می تواند ناشی از آن باشد که حساسیت ترکیب دو کودپاش، در صورت انجام پاشش نرخ متغیر کود مورد استفاده، متفاوت خواهد بود. برای برخی از ترکیبات کودپاش و کود، مقدار اختلافات محاسبه شده تقریباً یکی است حتی اگر نرخ جریان تغییر کند.

درسال ۱۹۹۹ تقریبا٤٠٪ از وسعت زیر کشت چغندر قند در مینسوتا و شمال داکوتا از تکنولوژی نرخ متغیر (VRT) برای نیتروژن بهره مند شدند.

درسال ۱۹۹۸ تقریباً ٦٪ از تولیدکنندگان غلات و دانه های روغنی ایالات متحده از برخی از تکنولوژی های نرخ متغیر کود استفاده نمودند.

درسال ۱۹۹۸ کمتر از ۲٪ تولیدکنندگان غلات و دانه ای روغنی ایالات متحده از تکنولوژی نرخ متغیر سم و بذر استفاده نمودند.

کاربرد نرخ متغیر در سطح جهانی مورد آزمایش قرار گرفت ولی استفاده از آن در خارج از ایالات متحده و کانادا کمتر اقتصادی بود.

در آرژانتین و استرالیا هزینه بالای تست خاک بر VRT تحمیل شد.

در اروپای غربی بکار گیری نرخ متغیر [2](VRA) ، تحت نگرانی ها و مقررات زیست محیطی پیش می رود.

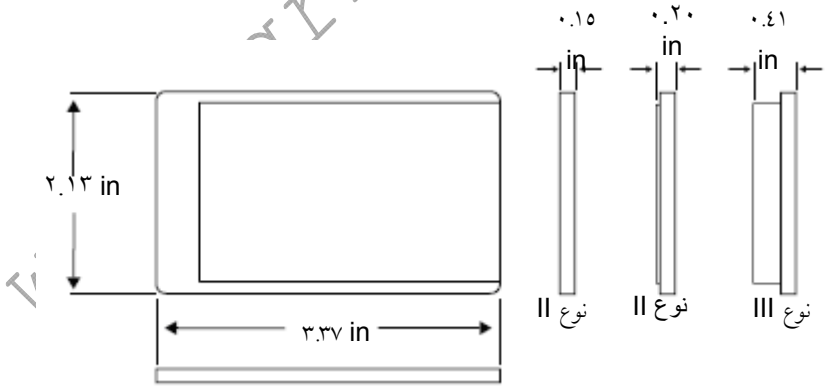
1 - Variation Rate Technology (VRT)
2 - Variation Rate Application

www.agrimechanization.com

تجهیزات ذخیره سازی اطلاعات

اطلاعات از مانیتور محصول به یک کامپیوتر رومیزی یا لپ تاپ وارد می شود یا با استفاده از یک کارت حافظهٔ استاندارد مجمع صنایع کارت حافظهٔ کامپیوتر شخصی[1] (PCMCIA) انتقال می یابد. صنعت به سمت اتخاذ اصطلاح "کارت PC" یا"رابط کارتPC" برای تجهیزات نوع PCMCIA پیش رفته است. این کارت ها را می توان به دو دسته تقسیم نمود: حافظهٔ دستیابی تصادفی ایستا(SRAM) و حافظهٔ دستیابی تصادفی پویا(DRAM). کارت های DRAM نیازمند تجدید همیشگی مکان های حافظهٔ شارژ شده می باشد تا تمامی اطلاعات را ذخیره کنند. متأسفانه، تجدید همیشگی مکان های حافظهٔ فرار نیازمند منبع الکتریکی است که این نوع از کارت ها را برای انتقال اطلاعات نامناسب می گرداند. کارت های SRAM از یک عمر طولانی چرخهٔ خواندن و نوشتن بهره می گیرند که آنها را گزینهٔ بهتری برای کاربردهای کشاورزی دقیق می سازد حافظهٔ کارت های SRAM هم، مانند کارت های DRAM فرّار هستند. بنابراین یک باتری بمنظور حفاظت از اطلاعات ذخیره شده بر روی کارت در زمانیکه از یک سیستم متصل به منبع جدا می شود، لازم است. اغلب کاربران کارت PC می باید در فواصل زمانی معین، مقدار باتری را چک کنند تا از از دست رفتن اطلاعات جلوگیری کنند. با اینکه، اغلب مانیتورهای محصول، پس از فرمت کردن یک کارت PC، مقدار ولتاژ باتری را چک می کنند؛ امّا سازنده، معمولاً دوره های جایگزینی دو ساله را پیشنهاد می کند.

انتخاب نوع صحیح کارت PC، چنانکه باتوجه به ضخامت آن تعیین می شود، به اندازهٔ انتخاب طبقهٔ صحیح کارت مهم است. استانداردهای کارت PC برای انواع I، II، III و IV منظور می شوند. همهٔ انواع کارت ها ، 2,13 اینچ پهنا و 3,37 اینچ طول دارند اما ضخامت آن ها: 0,15 اینچ برای نوع I، 0,20 اینچ برای نوع II یا 0,41 اینچ برای نوع III می باشد. فواصل پین های بست و محافظ همگی به یک اندازه است. البته، فاصلهٔ بین کارت های مجاور، تعیین کنندهٔ اینست که چه نوع کارتی را می توان برای یک دستگاه پذیرفت. شکل5-6 تفاوت در انواع و ساختار کارت ها را نشان می دهد. زمان های دستیابی به حافظه برای کارت های SRAM از 80 تا 250 نانو ثانیه یا0,00008 تا 0,00025 ثانیه متفاوت است.



ابعاد و برش عرضی کارت PCMCIA

1 – Personal Computer Memory Card Industry Association (PCMCIA)

وسیلهٔ انتقال اطلاعات مورد استفاده در اغلب مانیتورهای محصول یک کارت PC نوع II، SRAM، ایستا با پشتیبانی باتری با یک ظرفیت ذخیرهٔ 1 تا 2 مگابایت می باشد که لازمست قبل از خرید، توسط سازندگان مانیتورمحصول چک شود. چراکه ممکن است تجهیزات آن ها به یک نوع و سرعت مشخص محدود باشد.

اغلب اطلاعات جمع آوری شده در طی فعالیت سرِ زمین کمباین مستقیماً برروی کارت PC ذخیره می شود. بنابراین، باید یک کارت با فضای ذخیره سازی کافی در جعبه های مانیتور محصول یا پردازندهٔ نقشه موجود باشد تا در هر زمان اطلاعات محصول را ثبت کنند. بیش از 30 ساعت از اطلاعات محصول را می توان در مدت یک ثانیه بر روی یک کارت 2 مگابایتی ثبت نمود. اغلب تولیدکنندگان دانه اعتقاد دارند که داشتن دو کارت مهم است که بنابراین می توان آنها را بطور روزانه تعویض نمود.

رابط گیرندهٔ DGPS

بمنظور ایجاد نقشه های محصول، باید با استفاده از یک گیرندهٔ DGPS، اطلاعات محصول را بطور جغرافیایی (بشکل موقعیت طول و عرض جغرافیایی) ارجاع نمود. بنابر منافع امنیت ملی، خطاهایی عمدی در اطلاعات سیگنالGPS شخصی (کدC/A)، وارد می شود که مو قعیت های مختصاتی GPS بسیار نادرستی را ارائه می دهد. لذا، جهت کاهش خطای سرویس های تعیین موقعیت GPS مورد استفاده، اشخاص باید اطلاعات تصحیحی متفاوتی را از یک منبع ثابت ثانویه بدست آورند. دستر سی و دقت سیگنال های تصحیحی ممکن است نوع سرویس تصحیحی که بسیاری از تولیدکنندگان می توانند استفاده کنند را محدود کند. گارد ساحلی ایالات متحده یکی از منابع اطلاعات تصحیحی رایگان می باشد. سیگنال های آنتن فرستندهٔ رادیویی، بعنوان سیگنال تصحیحی"محلی" قلمداد می شوند. خطاهای وابسته به این سرویس های تصحیحی، متناسب با فاصله از ایستگاه پایه و فرستندهٔ سیگنال است. تولیدکنندگان همچنین می توانند مشترک یکی از چند ارائه دهندهٔ سرویس تصحیحی بخش خصوصی که از ماهواره های مخابراتی ثابت، جهت مخابرهٔ سیگنال تصحیحی خود استفاده می کنند، شوند . این سرویس های تصحیحی، "سطح وسیع " قلمداد

می شوند . بواسطهٔ ا ینکه آنها در بخش قابل توجهی از قارهٔ امریکای شمالی در دسترس هستند . حق اشتراک اتصال به این سرویس ها تا ۸۰۰ دلار در سال تعیین می شود . سیگنال های تصحیحی سطح وسیع از طریق باند C(3,75 تا 4,5 گیگاهرتز) یا باند L (1,6 گیگاهرتز) فرستاده می شوند. یک نمایش نموداری از DGPS سطح وسیع در شکل 2 نشان داده شده است. زمانیکه شما یک بستهٔ تلفیقی را خریداری می کنید که شامل یک مانیتور محصول، یک گیرندهٔ DGPS، نرم افزار و یک رایانهٔ شخصی است. فروشنده باید تضمین نماید که تمامی اجزا با یکدیگر سازگار هستند. اگرچه، شما ترجیح می دهید اطلاعات را بوسیلهٔ اجزا به اجزای مانیتورینگ محصول منتقل کنید تا اینکه یک سیستم کامل را خریداری کنید، امّا نیازمند این خواهید بود که چگونگی انتخاب و تلفیق یک گیرندهٔ DGPS به سیستم خود را بدانید. نهایت توجه را در هنگام تعویض اجزای بین سیستم ها بکار گیرید و تمامی د فترچه های راهنما را مطالعه نموده و مطمئن شوید که تذکرات اجزای متصل را درک نموده اید.

معمولاً اغلب سازندگان مانیتورهای محصول از یک رابط شمارهٔ RS-232 (یک رابط متداول برای انتقال اطلاعات به صنایع کامپیوتر شخصی) جهت ارسال اطلاعات از گیرندهٔ DGPS به مانیتور محصو ل استفاده می کنند. یک رابط RS- 232، نوعاً از یک بست DB9 استفاده می کند که دارای 9 پین است. اما فقط 2 سیم در موقع انتقال

www.agrimechanization.com

اطلاعات بین گیرندۀ DGPS و مانیتور محصول نیاز است. اغلب گیرنده های DGPS مورد استفاده در کاربردهای سیار به یک منبع تغذیۀ 12 ولتی DC نیاز دار ند. البته، سازندگان گیرنده انحراف قابل توجه از این مشخصات توان را مجاز می دانند. چنانکه معمولاً فعالیت گیرنده بین ولتاژهای 8 و 12 ولت DC را مجاز می دانند. امروزه، برخی تلفیق کنندگان سیستم از یک شبکۀ سطح – محلی CAN (شبکۀ سطح کنترلگر) برای انتقال اطلاعات استفاد ه می کنند. هرچند پروتکل RS-232 دیگر قابل اجرا نیست؛ اما ارتباطات بطور زنجیره وار در طبیعت باقی می مانند.

اطلاعات خروجی از گیرندۀ DGPS بمنظور استفاده در مانیتورهای محصول، می باید منطبق با ساختار اطلاعاتی NMEA۰۱۸۳ (انجمن ملی الکترونیک دریایی)[1] باشد. این ساختار اطلاعاتی تشکیل شده است از چند رشته مشخصات مختلف. تمامی رشته ها با یک "$" و کد 5 حرفی آغاز شده و با یک تعویض سطر (<CR>) و تعویض خط (<LF>) پایان می یابد. اطلاعات درون رشته مشخصات، رشته آدرس پنج حرفی و تعویض سطر را از هم تفکیک می نماید. برای گیرنده های DGPS، رشته پنج حرفی از دو بخش تشکیل شده است: گوینده و رمز حفظی. یک نمونه از متداولترین رشته های اطلاعاتی NMEA، $GPRMC می باشد که در آن، GP ،بر ناطق (یک گیرندۀ GPS) و RMC بر کد حفظی برای حداقل معین توصیه شده، دلالت دارد. یک رشته حرف $GPRMC ممکن است به شکل ذیل بنظر برسد:

$GPRMC,164259.00,A,3819.2665,N,08510.6114,W,000.1,157.8,270296,0.000,E*25<CR><LF>

ساختار این رشته اینچنین است:

$GPRMC,hhmmss.ss,a,ddmm.mmmm,n,dddmm.mmmm,w,z.z,y.y,ddmmyy,d.d,v,cc,<CR> <LF>

بطوریکه:

hhmmss.ss	ساعت هماهنگ جهانی تثبیت موقعیت (UTC)
hh	ساعت (00 تا 24)
mm	دقیقه (00 تا 60)
ss.ss	ثانیه (00.0000 تا 59.9999)
a	وضعیت (A : مجاز یا V: غیر مجاز)
ddmm.mmmm	عرض جغرافیایی موقعیت
dd	درجه (00 تا 90)
mm.mmmm	دقیقه (00.0000 تا 59.9999)
n	جهت (N: شمال یا S: جنوب)
dddmm.mmmm	طول جغرافیایی موقعیت
ddd	درجه(000 تا 180)
mm.mmmm	دقیقه (00.0000 تا 59.9999)
w	جهت (E: شرق یا W: غرب)
z.z	سرعت زمینی برحسب فوت در ساعت (0.0 تا ...)
y.y	بهترین راه ساخته شده یا به سمت شمال جغرافیایی (0.0 تا 359.9)
ddmmyy	تاریخِ ساعت هماهنگ جهانی تثبیت موقعیت
dd	روز (01 تا 31)
mm	ماه (01 تا 12)
yy	سال (00 تا 99)
d.d	نوسان مغناطیسی
v	حس تغییرات (E: شرق یا W: غرب)
CC	مجموع مقابله ای (بر مبنای 16: 00 تا F7)

1 – National Marine Electronics Association (NMEA)

www.agrimechanization.com

الکترونیک و مانیتور محصولات دانه ای

در حقیقت سنسور عملکرد محصول یک سنسور جریان دانه است. به بیانی دیگر این سنسور نرخ جریان دانه عبوری از یک نقطه در بالابر دانه تمیز شده را تخمین می زند. سپس بدین قرار تعیین می شود:

$$\text{ایکر/بوشل} = \frac{\text{پوند } G \text{ پوند/بوشل} \times \text{ثانیه/پوند}}{\text{ثانیه/ایکر}}$$

بطوریکه ایکر بر ثانیه برآوردی است از ظرفیت مزرعه و بستگی دارد به پهنای خوشه چین و سرعت زمینی. اهمیت آن زمانی آشکار می شود که داده های جریان دانه آنالیز شده و محصولات بسیار زیادی برای نقاط کم محصول هنگامیکه که کمباین ناگهان کند شده یا بایستد، برآورد می شود.

کالیبره کردن یک مانیتور محصول

منحنی های کالیبراسیون برای مانیتورهای محصول الزامی هستند چرا که یک مقدار اندازه گیری شده توسط سنسور را به نرخ جریان متناظر محصول ربط می دهد. برای مانیتورهای محصول دانه ای این کار به سادگی با برداشت چند محصول انجام گرفته و سپس وزن مورد انتظار از مانیتور با وزن واقعی مقایسه می شود. البته، در صورت بکارگیری این روش در مانیتورهای محصول برای یونجه، مشکلاتی ایجاد می شود زیرا یونجه پیش از بسته بندی بصورت بسته، مدتی بر روی زمین می ماند تا خشک شود. در طی این زمان، وزن محصول تغییر می کند که از تلفات رطوبتی گیاهان و همچنین دیگر عوامل خارجی از قبیل تلفات مکانیکی و بیوژیکی ناشی می شود.

سازندگان مانیتور محصول هر تلاشی را جهت ایجاد دقت در سیستم هایشان می کنند. هرچند، هر کمباین و هر نصبی ممکن است دارای خطاهای مختلفی باشد. منابع خطاها در اطلاعات بدست آمده توسط مانیتور محصول شامل تأخیرهای انتقال مواد در کمباین، تعیین پهنای مؤثر برش، مقدار رطوبت و جریان جرمی می شود. چهار موردی که باید در موقع کالیبره کردن یک مانیتور محصول جدید مورد توجه قرار گیرد از این قرار هستند:

- مسافت
- ارتفاع خوشه چین
- نرخ جریان جرمی دانه و
- مقدار رطوبت دانه

مسافت

استفاده از سنسور سرعت چرخ در سیستم انتقال قدرت، جهت تعیین سرعت زمینی نیازمند کالیبره کردن است تا مسافت واقعی را به عدد مشخصی از پالس های حاصل از سنسور، مربوط نماید. سنسور با کار کردن کمباین در یک فاصلهٔ مشخص(مثلاً 400 فوت یا طولی که توسط سازنده مشخص شده است) در سرعت مشخصهٔ برداشت، در

www.agrimechanization.com

شرایط زمین کالیبره می شود. سپس مانیتور محصول یک مقیاس گذاری جهت تصحیح سرعت ثبت شده، ایجاد می کند. در موقع کالیبره کردن سنسور سرعت، باید شرایط واقعی کار کمباین در برداشت را تا حد ممکن بدقت تطبیق دهید. مثل بکارگیری کمباین پر، در زمین نرم یا کنارهٔ تپه که از شرایط معمول زمین در موقع برداشت است، رادار سرعت زمینی هم می باید به همین ترتیب کالیبره شود. البته مانیتورهای محصولی که متکی به استفاده از GPS برای تعیین سرعت زمینی هستند نیازی به کالیبره شدن برای سرعت ندارند.

ارتفاع خوشه چین

تعیین ارتفاع خوشه چین مهم است چراکه آغاز و پایان ثبت اطلاعات و تراکم سطحی را بدست می دهد. اساساً سه روش مختلف برای حس ارتفاع خوشه چین وجود دارد. اولین روش، یک سنسور مغناطیسی است که در موقع رسیدن خوشه چین به یک موقعیت از پیش تعیین شده، اتصال را برقرار می کند. روش دوم استفاده از یک پتانسیومتر دورانی برای حس زاویه یا ارتفاع خوشه چین می باشد. با انتخاب گزینه توسط اپراتور کمباین، موقعیت های آغاز و پایان که توسط پتانسیومتر تعیین می شود را می توان با توجه به صفحهٔ کنتر لی[1] که در کابین کمباین قرار دارد. تنظیم نمود. سومین روش شامل تعقیب طول زمانی است که سوییچ کنترل ارتفاع خوشه چین در مو قعیت های بالا یا پایین قرار دارد. همین که زمان بکار انداختن از یک مقدار از پیش تعیین شده، تجاوز نماید (مثلاً 1,5 ثانیه)، تراکم سطحی و ثبت اطلاعات با توجه به اینکه آیا خوشه چین پایین رفته یا بالا آمده، روشن یا خاموش می شود.

صرف نظر از روش شناسی استفاده شده جهت وارد نمودن یا تخریب ثبت اطلاعات و تراکم سطحی، بر مطالعهٔ دفترچهٔ راهنمای اپراتور و فهم کامل کارکرد این ویژگی توسط کاربران کمباین تأکید می شود چراکه کیفیت و درستی اطلاعات محصول بستگی زیادی به استفادهٔ آن دارد.

نرخ جریان جرمی دانه

جهت کالیبره نمودن سنسور جریان جرمی، تولیدکنندگان باید اطلاعات مربوط به وزن دانهٔ برداشت شده در طی یک فاصلهٔ زمانی معین را جمع آوری نموده و سپس وزن حقیقی دانه های برداشت شده را وارد مانیتور محصول نمایند. این فاصلهٔ زمانی ممکن است تشکیل شده باشد از یک یا چند بارِ مخزن کمباین. مانیتور محصول از این اطلاعات جهت تطبیق نمودن منحنی درجه بندی یا یک سری از عوامل با سنسور ضربه ای خاص، نوع دانه و حالت هندسی[2] سنسور \ کمباین، براساس روش مشخصی استفاده می کند. در صورت هرگونه تغییر در این عوامل، سیستم باید مجدداً کالیبره شود. تغییرات در ویژگی های دانه از قبیل وزن آزمایشی و مقدار رطوبت، ممکن است نیازمند کالیبره کردن مداوم تری باشد.

هرچند، این روش از سازنده ای به سازندهٔ دیگر شبیه است. لیکن مقدار و ماهیت روش داخلی کالیبره نمودن تغییر می کند. با اینکه کارخانه یا اعداد خطای کالیبراسیون نقطهٔ آغاز معقولی را فراهم می نمایند، اما جانشین کالیبراسیون درون مزرعه ای نمی شوند. حداقل، یک بارِ دانه باید وزن شود. یک سازنده پیشنهاد می کند چند بارِ دانهٔ

1 - Control Panel
2 – Geometry

www.agrimechanization.com

مخزن کمباین بطور تک تک وزن شوند. در صورتیکه یک واگن وزن کشی با خروجی دیجیتالی برای تعیین وزن بار فراهم می شود، این فرایند بسیار ساده می شود.

مقدار رطوبت دانه

کالیبره نمودن سنسور رطوبتی محدود می شود به تهیهٔ یک رقم متعادل کننده، جهت تصحیح مقدار رطوبت دانه، رقم متعادل کننده، عدد ثابتی است که می تواند هم مثبت و هم منفی باشد. یافتن یک روش مناسب برای تعیین مقدار واقعی رطوبت مشکل است بطوریکه می توان رقم متعادل کننده ای را وارد مانیتور محصول نمود که بیشتر باتوجه به تغییر موجود در تردد کمباین در مزرعه بدست می آید. از این مهمتر، اینکه باید یک نمونهٔ دانه از سنسور رطوبتی یا هلیس مخزن بار جمع آوری شده، آنالیز گردد و سپس با سنسور رطوبتی ای که به محض عبور دانه از روی سنسور تا رسیدن به یک رقم متعادل کننده قرائت صحیحی می کند، مقایسه گردد. بطور خلاصه، بعلت تنوع مقدار رطوبت دانه در برداشت و تأخیر حمل در جداکنندهٔ کمباین، این عملیات ساده نیست.

در موقع تنظیم رقم های متعادل کننده رطوبت، بر احتیاط کاربران تأکید می شود. مخصوصاً موقعی که دقت ابزار محاسبهٔ رطوبتی که جهت تعیین مرجع مقدار رطوبت دانه استفاده خواهد شد، موردتوجه قرار می گیرد. رقم های متعادل کننده، باتوجه به نوع دانه متفاوت هستند و هر نوع دانه ای نیازمند کالیبره شدن جهت تعیین رقم متعادل کننده مناسب است.

اطلاعات مانیتور محصول

به محض اینکه یک مانیتور محصول بطور کامل نصب وکالیبره شود به تولیدکنندگان اجازه می دهد تا بر بسیاری از پارامترهای "در حال رخداد" در طی برداشت، نظارت داشته باشند. محصول لحظه ای، محصول متوسط، نرخ جریان جرمی در کمباین، سطح برداشت شده و مقدار رطوبت، همگی را می توان با لمس یک دکمه در مانیتور محصول نمایش داد. مانیتور های محصول همچنین خلاصه ای از این اطلاعات را برای هر بار و هر زمین نگهداری می کنند. این خلاصه های اطلاعات را می توان از طریق کارت PCMCIA یا یک اتصال سری RS- 232 به دفتر یا یک کامپیوتر شخصی لپ تاپ انتقال داد. این فایل های خلاصهٔ خروجی را برای آنالیز بیشتر اطلاعات می توان در صفحات گسترده ای که بر ای نگهداری گزارش یا ورود آنها به برنامه های مالیاتی درآمدی استفاده می شود، باز نمود. این اطلاعات بدون DGPS بدست می آیند.

در صورتیکه مانیتور محصول به یک گیرندهٔ DGPS متصل گردد، ارجاع اطلاعات بطور جغرافیایی برای انتقال به کامپیوتر عملیاتی با استفاده از یک کارت PCMCIA ممکن می شود. این اطلاعات را می توان بسط داد و به برخی بسته های نرم افزاری فرستاد. نوع اطلاعات ثبت شده توسط مانیتور محصول و چگونگی ربط این اطلاعات با سنسور می باید مورد توجه قرار گیرد.

ساختار پیشرفتهٔ اطلاعات ارسالی در ذیل تقریباً عمومیت دارد:

ddd.dddddd,dd.dddddd,mm.mm,tttttttt,n,lll,www,cc.c,kk,ppppp,ssssss,Fnn:bbbbbbbb,Lnn:bbbbbbbb, ggggggggggg,sss, ppp,aaaa

بطوریکه:

طول جغرافیایی(درجه ، + : شرق و – : غرب)	ddd.dddddd
عرض جغرافیایی(درجه ، + : شمال و – : جنوب)	dd.dddddd
جریان جرمی دانه(پوند بر ثانیه)	mm.mm
ساعت GPS (ثانیه)	tttttttt
دورهٔ تناوب(ثانیه)	n
فاصلهٔ پیموده شده در طی دورهٔ تناوب(اینچ)	lll
پهنای مؤثر ردیف(اینچ)	www
مقدار رطوبت(براساس رطوبت درصد)	cc.c
وضعیت(بیت از 0 تا 4 – خوشه چین پایین)	kk
شمارهٔ عبور	ppppp
شماره سریال مانیتور محصول	ssssss
شناسنامهٔ زمین(شماره و نام)	Fnn:bbbbbbbb
شناسنامهٔ بار(شماره و نام)	Lnn:bbbbbbbb
نوع دانه	ggggggggggg
وضعیتGPS	sss
(PDOP) دقت کمینهٔ نقطه	ppp
ارتفاع(فوت)	aaaa

یک رشته اطلاعات خروجی معمول ممکن است بشکل زیر بنظر آید:

85.238446,38.308450,8.36,838257850,1,54,348,28.3,33,0,950304,"F4:901","L1:CLARK","Wheat",12,64,813

از این رشته مشخصات واضح است که گندم دانه ای است که در زمین 901 برداشت می شود و اینکه راننده "CLARK"را بعنوان شناسنامهٔ بار انتخاب نموده است. چنانکه مقدار محصول برحسب بوشل (36 لیتر) بر ایکر اینچنین واضح نیست. با نگاه به رشتهٔ مشخصات می توانید تشخیص دهید که 8,36 پوند از گندم با مقدار رطوبت 28,3درصد برداشت شده در حالیکه کمباین در دورهٔ یک ثانیه ای 54 اینچ را پیموده است. پهنای مؤثر خوشه چین کمباین توسط کاربر،348 اینچ (29 فوت یا 883,92 سانتی متر) تنظیم شده است. جهت رسیدن به محصول قابل فروش برحسب بوشل بر ایکر برای این دورهٔ یک ثانیه ای می باید نرخ جریان جرمی دانه در یک مقدار رطوبت مشخص تصحیح گردد تا بوشل های بازارپسندی را منعکس نماید. جهت انجام آن می باید مقدار جریان جرمی دانهٔ مرطوب را در نسبتی از اختلاف مقدار رطوبت ضرب نمود:

$$m_{market} = (100\% - MC_{harvest}) / (100\% - MC_{market}) \cdot m_{harvest}$$

بطوریکه: m_{market}، نرخ تصحیح شدهٔ جریان جرمی دانه برحسب پوند بر ثانیه، $m_{harvest}$، جریان جرمی دانهٔ مرطوب در یک مقدار رطوبت $MC_{harvest}$(%) می باشد. MC_{market} مقدار رطوبت مورد استفاده بعنوان مبنایی برای فروش را نشان می دهد. یعنی 13,0 درصد برای سویا، 13,5درصد برای گندم، 14,5 درصد برای جو یا 15 درصد برای ذرت. با استفاده از این روش دریافتیم که نرخ جریان جرمی دانه باید:

$$6,93\ lb/s = (\%100 - \%28,3) / (\%100 - \%13,5) \times 8,36\ lb/s$$

باشد.

www.agrimechanization.com

سپس، می باید محصول را در مبنای هر یک ایکر مشخص نمود. جهت انجام آن، نرخ تصحیح شدهٔ جریان جرمی در مدت ثبت اطلاعات ضرب شده و سپس بر سطح برداشت شده توسط کمباین در طی مدت ثبت تقسیم می شود. شکل این محاسبات چنین است:

$$Y = m_{market} \cdot t_{sample} / (d \cdot w \cdot P_{grain})$$

بطوریکه: Y، عملکرد تصحیح شده محصول (بوشل بر ایکر)، t_{sample}، مدت ثبت اطلاعات (ثانیه)، d، فاصلهٔ پیموده شده در مدت ثبت اطلاعات (اینچ)، w، پهنای مؤثر کمباین (اینچ) و P_{grain}، چگالی حجمی دانهٔ مشخصه (پوند بر بوشل) می باشند. چگالی های حجمی معمول مورد استفاده برای تبدیل از واحد جرمی یا وزنی به واحد حجمی بوشل برای سویا و گندم 60,0پوند بر بوشل برای جو 48,0 پوند بر بوشل و برای ذرت پوست صدفی 56,0پوند بر بوشل می باشد. جانشین سازی اعداد و عوامل تبدیل مناسب چنین نتیجه ای داد:

$$34{,}9 \text{ bu/ac} = 6{,}93 \text{ lb/ s} \times 1 \text{ s} / (54 \text{ in} \times 384 \text{ in} \times 60 \text{ lb/bu}) \times 144 \text{ in}^2 / 1\text{ft}^2 \times 43{,}560 \text{ ft}^2 / 1\text{ac}$$

بنابراین برای نوار مشخصات محصول خروجی پیشین، دریافتیم که محصول متوسط برای این مدت ثبت، باید 34,9بوشل بر ایکر باشد. محصول گزارش شده به یک حجم بازپسند دانه در هر ایکر، تصحیح گردیده است.

در ذیل یک ساختار مشهور فایل خروجی منسوب به " پایه[1]" نشان داده شده است:

ddd.dddddd,dd.dddddd,yyy.y,cc.c,ssssss,Fnn:bbbbbbbb,Lnn:bbbbbbbb,ggggggggggg

بطوریکه:

ddd.dddddd	طول جغرافیایی(درجه ، + : شرق ، _ : غرب)
dd.dddddd	عرض جغرافیایی(درجه ، + : شمال ، _ : جنوب)
yyy.y	محصول دانه ای(بوشل های بازار پسند هر هکتار)
cc.c	مقدار رطوبت(براساس رطوبت درصد)
ssssss	شمارهٔ سریال مانیتور محصول
Fnn:bbbbbbbb	شناسنامهٔ زمین(شماره و نام)
Lnn:bbbbbbbb	شناسنامهٔزمین(شماره و نام)
ggggggggggg	نوع دانه

ساختار "پایه" نسخهٔ سادهٔ ساختار "پیشرفته[2]" با محصول قابل فروش برآورد شده (بوشل بر ایکر) است که نسبت به جریان جرمی (پوند برثانیه) دانه ارائه می شود.

نصب و تعمیر مانیتورهای محصول

یک مانیتور محصول یک دستگاه الکترونیکی دقیق است که نیازمند نصب دقیق است تا به درستی کار کند. نصب نادرست کابلها معمولاً در همان ساعات اولیه منجر به ناکارآمدی مانیتور می شود. سنسورهایی که درست نصب نشده اند باعث اطلاعات محصول اشتباه می شوند.

1 - BASIC

2 - Advanced

www.agrimechanization.com

در موقع خرید یک مانیتور محصول پیکربندی پایه باید شامل سنسورهای رطوبتی، قابلیت ضبط اطلاعات و در صورت امکان توانایی جهت استفاده از سنسورهای موجود برای سرعت زمینی، سرعت بالا بر دانهٔ تمیز باشد.

هزینه نصب و نگهداری را از نمایندگی فروش یا سازنده بپرسید. بسیاری از کمباین های جدید بطور کارخانه ای مجهز به مانیتورهای محصول هستند. ممکن است پشتیبانی واسطه و قابلیت ارتقاء، نکته مهمی در انتخاب یک مانیتور محصول باشد.

نگهداری مانیتور محصول

از آنجا که مانیتور محصول یک دستگاه الکتریکی است، شاید نگهداری جزئی یا ناچیز پایانهٔ نمایش مانیتور لازم باشد. البته، ممکن است لازم باشد که سنسورها هر از چند گاهی تمیز شده و مورد بازبینی قرار گیرند تا از صحت شرایط کاری آنها اطمینان حاصل شود. بررسی های کالیبراسیون را باید دقیقاً انجام داد تا دقت اطلاعات محصول و رطوبت مشخص شود.

ظاهراً سنسورهای رطوبت از نظر نیاز به تمیز کردن در شرایط نامساعد مناسب تر هستند امّا سنسورهای محصول ممکن است آشغال هم جمع کنند که دقت سنسورها را تحت تأثیر قرار می دهد. اگر به نظر برسد که قرائت های عملکرد محصول یا رطوبت به طور ناگهانی و بدون دلیل منطقی تغییر کند، کمباین را نگه داشته و سنسورها را از لحاظ آلودگی یا شیره گیاهان بازبینی کنید. رطوبت را با یک رطوبت سنج بطور موضعی اندازه گیری کنید تا معلوم شود که آیا در سنسورهای رطوبتی مواد، مشکلی وجود دارد یا خیر. مقداری دانه را وزن کنید تا معلوم شود که آیا مشکلی در سنسور عملکرد محصول وجود دارد. قرائت های غیر معمول یا تغییرات ناگهانی رطوبت یا عملکرد محصول را نباید نادیده گرفت.

نکات کالیبراسیون مانیتور محصول

اولین قدم، آشنایی با لوازم مانیتور محصول است. اطلاعات بدست آمده از نمایندگی فروش یا سازنده از طریق پشتیبانی محلی[1]، جلسات آموزشی، کتابچه های دستی و استفاده از فیلم های ویدیویی، راههای مناسبی برای یاد گیری هایی در رابطه با وسیله می باشد. این اطلاعات و نکات کالیبراسیون با نمایندگی سازنده مانیتور محصول چک شوند. هر مانیتور محصولی روشی خاصی برای کالیبره شدن دارد که در کتابچهٔ دستی روش های کالیبراسیون توسط سازنده ذکر شده است.

منابع خطاهای اندازه گیری عملکرد محصول

مانیتور های محصول کاملاً کالیبره شده همکاری خوبی را با مقیاس های مورد استفاده برای فروش ارائه می دهند. بالعکس، خطاهای بزرگتر را می توان از مانیتورهای محصولی که بطور ضعیف کالیبره شده اند، انتظار داشت. چنانچه قبلاً ذکر شد، صرف زمان برای کالیبره نمودن یک مانیتور محصول مهم می باشد. تمامی عوامل دخیل در این فرآیند را بدقت مورد توجه قرار دهید. واگن های دانهٔ دارای لود سل ها، در تعیین درون مزرعه ای وزن دانه ها، سهولت

1 – On-site Support

www.agrimechanization.com

ایجاد می کنند. کالیبره نمودن مانیتور محصول دقیق تر از روش های مورد استفاده در طی فرایند کالیبراسیون نخواهد بود. در صورتیکه لود سل های واگن دانه از حالت کالیبره شده خارج شوند. این خطا به مانیتور محصول منتقل می شود.

یکی دیگر از منابع خطا، روش حس رطوبت می باشد. که به معنای غلط بودن تکنولوژی حس کردن نیست. بلکه، این سوال بوجود می آید که آیا یک حجم پیوسته از دانه، هدایت الکتریکی خوبی را با صفحات حسگر برقرار می سازد. هر چیزی که این موقعیت را تغییر دهد، محاسبهٔ مقدار رطوبت را از مقدار واقعی منحرف می کند. بعنوان یک نمونه، تراکم یا تجمع بقایای گیاهی در صفحات حسگر می تواند منجر به خطای عمده ای در تعیین مقدار رطوبت گردد. این نوع خطا در موقع برداشت گندم یا سویا در زمین هایی که علف های هرز پهن برگ بطور مؤثری رشد می کنند و علف ها وجود دارند، بطور معمول رخ می دهد. در موقع برداشت در زمین های تر یا دارای علف هرز، باید در فواصل معین صفحات حس رطوبت را بخاطر بقایا چک کنید.

خطاهای کالیبره کردن سرعت زمینی به تعیین مقدار محصول منتقل می شود. چراکه سطح برداشت شدهٔ مورد محاسبه را تحت تأثیر قرار می دهند. تنها نکتهٔ مثبت در رابطه با خطاهای کالیبره کردن سرعت اینست که آنها باعث مطلق و نسبی بودن می شوند که به موجب آن، تصحیح بعدی را مقدور می نماید.

در موقع تعیین مقدار عملکرد محصول، پهنای مؤثر خوشه چین هم منبع مهمی از خطا می باشد. در موقع برداشت با یک خوشه چین ذرت، تعیین این مقدار ساده است؛ چراکه هر ردیف در یک فاصلهٔ مشخصه از ردیف های مجاور قرار دارد و پهنای خوشه چین کمباین مضربی است از این مقدار.

برای سویا و دیگر دانه های کوچک، استفاده از خوشه چین پلت فرم لازم می باشد چراکه رانندگان آزادی عمل بیشتری برای برداشت این محصولات با استفاده از خوشه چین با پهناهای مختلف دارند؛ در حالیکه در جهت های متفاوتی که محصول در آنها کشت شده حرکت می کنند. هر دو عامل جمع می شوند تا موقعیتی را ایجاد کنند که ممکن است پهنای کامل شانهٔ برش مورد استفاده کامل قرار نگیرند. در این موارد، کاربر می باید پهنای مؤثر برش را برآورد کند و این عدد را وارد مانیتور محصول کند. همچنین پهنای مؤثر برش بین کاربران ادوات متغیر است. در صورت نیاز می توان پهنای مؤثر خوشه چین را از طریق رابط کاربر کاهش داد. البته این فرایند مستلزم این است که کاربر توجهش را از عملیات برداشت صلب کند؛ و بنابراین ناخوشایند است. بکار گیری کمباین در ردیف های مورد نظر یا پهناهای جزئی خوشه چین اطلاعات را به سمت درجهٔ پایین و مقادیر متوسط محصول تحریف می کند.

نقشه محصول

نقشه کشی محصول موضوع پیچیده ای است. بسته های نرم افزاری متفاوتی که برای این امر اختصاص یافته اند، از لحاظ کارآمدی دچار محدودیت هستند. توصیه می شود که نقشه های محصول با دقت تفسیر شوند. در مقایسهٔ بین بسته های نرم افزاری مورد آزمایش، شمای کلی را در همهٔ نقشه ها می توان ترسیم کرد. امّا هر نقشه دارای ویژگی هایی است که در نقشه های دیگر موجود نیست که عمدتاً به روش های مختلف درون یابی[1] بستگی دارد. عامل کلیدی دیگر اینست که شبکه های درون یابی در بعضی موارد بسیار کوچک هستند. شاید اگر در تلاش برای

1 - Interpolation

www.agrimechanization.com

تولید نقشه های بسیار دقیق، در صورتیکه از یک شبکهٔ درشت تر استفاده می شد، اثر اطلاعات کراندار ثبت شده، کاهش یافته و برآوردهای غیر واقعی کاهش می یافت. تغییرات جزئی در مجموعه نرم افزارهای نقشه کشی باعث تفاوتهای قابل توجهی در محصول نقشه کشی شده می شود .به همین ترتیب، در صورتیکه راننده از طریقه عملکرد سیستم نقشه کشی محصول آگاه نباشد، ثبت های غلط عملکرد محصول هم رخ می دهد. بهترین راه حل، توصیه به کاربران برای تلاش بمنظور فهم چگونگی کارهای دستی با نرم افزار و از همه مهمتر، چگونگی کاهش مشکلات به حداقل، در مزرعه می باشد. از نقطه نظر کلی به کشاورز توصیه می شود که از یک نوع مانیتور و محصول و برنامه نقشه کشی محصول استفاده کند یا از برنامه نقشه کشی ای استفاده کند که سازندهٔ مانیتور محصول آن را پیشنهاد می کند. البته می توان اطلاعات نقشه کشی محصول را به نرم افزار قو یتری مانند یک سیستم اطلاعات جغرافیایی روزمره وارد نمود. البته به همان اندازه تقاضای بیشتری از کاربر هم مطالبه می کند.

ساخت نقشه های محصول

کشاورزی سایت ویژه بر روی بهبود مدیریت تمرکز دارد تا سود آوری را افزایش دهد. برای رسیدن به این امر، اطلاعات زیادی لازم است. نقشه های محصول بعنوان شاخص های پتانسیل زراعی مکانی و زمانی و روش های مدیریتی تولید کننده عمل می کنند. مانیتورینگ محصول برای ایجاد نقشهٔ دقیق محصول لازم است. اطلاعات موقعیت یابی شدهٔ عملکرد محصول، اغلب در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پردازش می شوند تا نقشه ها و اطلاعاتی که برای تجزیه و تحلیل بیشتر استفاده می شوند را بسازند. تجزیه و تحلیل اطلاعات محصول، اطلاعاتی را در مورد چگونگی بهینه سازی مدیریت فراهم می آورد. راولینز[1] و همکارانش (۱۹۹۵) گزارش دادند که نقشه های پیوستهٔ محصول می توانند به تعیین اقدامات مدیریتی و نهاده ها برای هر متر مربع از زمین کمک کنند.

ساخت نقشه هایی برای محصول و ویژگی های آن، اولین و مهمترین قدم در کشاورزی دقیق است. این نقشه ها تغییرات سه بعدی را محاسبه می کنند و معیاری برای کنترل تغییرات سه بعدی را فراهم می نمایند. جمع آوری اطلاعات، هم قبل از تولید و هم در حین تولید انجام می گیرد و با جمع آوری موقعیت دقیق با استفاده از GPS بهبود می یابد. تکنولوژی های جمع آوری اطلاعات شامل نمونه گیری شبکه ای از خاک، مانیتورینگ محصول حس از راه دور (RS) و دیده بانی محصول می باشد. در حین تولید محصول، اطلاعات از طریق وسایل حس کننده جمع آوری می شوند که کاوش کردن خاک، وضعیت هدایت الکتریکی و وضعیت عناصر غذایی خاک از آن جمله اند. از اسکنرهای نوری بمنظور تشخیص مقدار مادهٔ آلی خاک و علف های هرز، استفاده می شود. سپس، اطلاعات بدست آمده محصول توسط نقشه کشی، برای اقدامات بعدی بر روی یک سیستم کامپیوتری ثبت و نگهداری می شود و از نقشهٔ بدست آمده برای کسب اطلاعات و تصمیم گیری های اساسی، بمنظور کنترل تغییرات استفاده می شود. نقشه کشی را می توان بوسیلهٔ RS، GIS و یا بطور دستی در حین عملیات زراعی، انجام داد.

نظر به تلاش جهت کاهش یا برطرف نمودن خطاها در اطلاعات مانیتور محصول، در موقع ورود به مرحلهٔ بعد باید چند عامل را مد نظر قرار داد که ساخت نقشه های محصول از آن جمله است. یافتن رابطهٔ دقیق بین جریان جرمی و موقعیت زمین لازم است. متأسفانه تحرکات ناشی از جریان مواد در خوشه چین و کمباین، تأخیری را بین

1 – Rawlines

www.agrimechanization.com

زمان جمع آوری محصول و رسیدن دانه به سنسور جریان جرمی ایجاد می کند. یک تأخیر معمول بین موقعی که خوشه چین محصولی را وارد می کند تا زمانیکه دانه به بالای بالابر دانهٔ تمیز می رسد، 12 ثانیه می باشد. بطور مشابه، موقعیکه کمباین به انتهای یک مسیر می رسد، جریان دانه در سنسور جریان جرمی برای 8 ثانیهٔ دیگر ادامه می یابد. درحالیکه این تأخیرهای حمل، تعیین جرم دانه را تحت تأثیر قرار نمی دهد. زمانیکه جهت انطباق محصولات با موقعیت های زمین که با استفاده از DGPS تعیین شده است، تلاش شود؛ با مشکل مواجه می شویم. بمنظور بهره گیری از انطباق، تأخیرات حمل ماده ای موجود در تمامی مانیتورهای محصول را می توان با استفاده از نرم افزار پس پردازی تصحیح نمود. بطوریکه کاربر مقادیر" آغاز تأخیر حرکت " و" پایان تأخیر حرکت " را در چند ثانیه تعیین می کند. سپس نرخ جریان های جرمی به طور صحیحی به عقب کشیده می شوند تا مطابق با موقعیتی باشند که در آن خوشه چین دانه ها را وارد کند.

اشتباهات برنامه های نقشه کشی عملکرد محصول

در نقشه کشی عملکرد محصول ممکن است خطاهای زیادی بر روی داده های خام انجام گیرد. برنامه های مختلف نقش هکشی عملکرد محصول به طرق مختلف به افزایش این خطاها کمک می کنند. لذا نقشه های بدست آمده با توجه به برنامهٔ مورد استفاده متفاوت خواهند بود. گفتن اینکه یک نرم افزار یا روش از بقیه کارآمدتر است، غیر ممکن است. یک نقشه عملکرد محصول یک عکس حقیقی نیست. هر نقشه ای فقط کلیتی است از واقعیتی که اغلب در یک زمان مشخص وجود دارد.

خلاصه فصل

مانیتورهای محصول ابزار جدید و قدرتمندی برای تولید دانه فراهم نموده اند. مانیتورهای محصول مزایای زیادی دارند. اولین مورد اینست که کاربران در موقع برداشت می توانند سریعاً وضعیت عملکرد محصول را مورد توجه قرار دهند. دومین مزیت اینست که این اطلاعات محصول را می توان به یک کامپیوتر شخصی انتقال داده و برای منظورهای رکورد گیری یا مالیاتی بطور زمین به زمین یا کل مزرعه خلاصه نمود. مزیت سوم اینست که این اطلاعات را می توان برای ساخت نقشه های عملکرد محصول بطور جغرافیایی ارجاع داد که مقایسهٔ سال به سالی از مناطق پر محصول یا کم محصول زمین را در سرتاسر یک توالی تناوب زراعی فراهم می آورد.

تولیدکنندگان و تجار محصولات کشاورزی به طرف تکنولوژی کشاورزی دقیق کشیده شده اند. اما مقبولیت آن کم بوده است. بنظر می رسد عرضه تکنولوژی کشاورزی دقیق از تقاضا برای کمالی که می تواند به آن برسد پیشی گرفته است. سود کم اغلب تکنولوژی های کشاورزی دقیق چندین دلیل دارد که نقص در استفاده از اطلاعات عکس العمل ناشی از سایت ویژه را شامل می شود.

www.agrimechanization.com