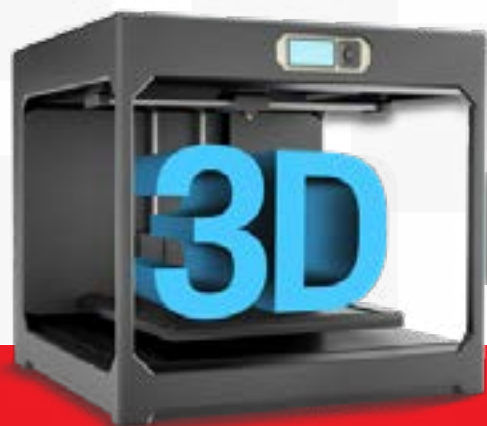


فناوری در کشاورزی



استفاده از بینی الکترونیکی در تشخیص
ویژگی های کیفی محصولات گلخانه ای



درک و محلیابی سه بعدی

صاحب امتیاز و مدیر مسئول دکتر محمد باقر لک
سر دبیر مهندس طیبه نیری فرد

هیأت تحریریه

داود مؤمنی استادیار گروه بیوسیستم، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
علیرضا مهدویان استادیار گروه بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس
فرزین جیرانی دانشجوی دکتری مهندسی منابع آب، دانشگاه تربیت مدرس
مرتضی زنگنه استادیار گروه بیوسیستم دانشگاه گیلان
مصطفی اسدی مدرس گروه برق، مؤسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی همدان
نرگس بنائیان استادیار گروه بیوسیستم دانشگاه گیلان

فهرست مطالب

- ۱.....سخنی با خوانندگان
- ۲.....کاهش اثرات خشکسالی و سیلاب در کشاورزی
-استفاده از بینی الکترونیکی در تشخیص ویژگی های
- ۴.....کیفی محصولات گلخانه ای
-بررسی تاثیرات تجهیز و نوسازی اراضی بر پایداری و
- ۱۱.....کارایی کشت گندم
- ۲۰.....درک و محلیابی سه بعدی (بخش اول)
- ۲۶.....Hi-flow Unpowered Measured Irrigation Controller
- ۳۱.....آموزش پیوند درخت گردو

Think, Before you Print



go green

هر ورق کاغذ، یک برگ سبز

با نشر الکترونیک، در راستای حمایت از محیط زیست بکوشیم

همدان، دانشگاه بوعلی سینا، ساختمان شماره ۲ مرکز رشد، واحد ۱



۰۹۲۱۳۳۴۹۲۸۷ ، ۰۸۱-۳۸۲۴۸۳۳۲

agro.technology@outlook.com

<http://agrotechnology.ir/>

نیاز به فناوری بومی، راهکاری در جهت توسعه کشاورزی

تأمین امنیت غذایی در گروه مدیریت درست منابع و برنامه‌ریزی رشد جمعیت است، که پی‌آمد آن توزیع متوازن امکانات خواهد بود.

موقعیت جغرافیایی ایران ویژگی‌های اقلیمی منحصر بفردی به آن داده است. به‌نحوی که بهره‌برداری از انواع مختلف محصولات کشاورزی در تمام طول سال در فضای آزاد در این سرزمین چهار فصل امکان‌پذیر است. اما وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، نوسان قیمت، تنش‌های منطقه‌ای و روابط دیپلماسی گاهی موجب رونق و گاهی دچار کساد کار کشاورزان شده است و بخش تولید و بازار محصولات کشاورزی در ایران همواره با فراز و نشیب‌های فراوانی روبرو بوده است. بروز انواع مخاطرات زمین از جمله سیلاب، خشکسالی، ریزگردها، تگرگ، زمین رانش، فرونشست و ... در این بخش از زمین همواره زندگی را دستخوش تهدیدهای طبیعی کرده است. از سویی دیگر، مسائل سیاسی و تنش‌های منطقه‌ای موجب تشدید آسیب‌پذیری کشور در تأمین امنیت غذایی شده است.

در راستای کاهش اثر اینگونه بحران‌ها بر زندگی مردم، تاکنون مجموعه‌های مختلفی درگیر بوده و هستند که عمده فعالیت آن‌ها در قالب ساختارهای حاکمیتی است. اما کمک‌های مردمی و حمایت‌های مادی و معنوی یکایک مردم در رفع مشکلات و بلایای ناگهانی همواره به تسریع در مدیریت بحران کمک کرده است.

در میان مشکلاتی که بخش کشاورزی را با مخاطره روبه‌رو کرده است، تهدید منابع و امنیت غذایی، بیکاری، افزایش جمعیت و عدم توازن در توزیع امکانات از جمله مواردی هستند که عزمی جدی و ضربتی برای مدیریت آن‌ها جزم نشده است. تأمین امنیت غذایی در گروه مدیریت درست منابع و برنامه‌ریزی رشد جمعیت است که پی‌آمد آن توزیع متوازن امکانات و اشتغال‌زایی خواهد بود.

باید پذیرفت که اشتغال در بخش کشاورزی با نگرشی سنتی مدت‌هاست که پاسخگوی نیازهای کنونی نیست. همچنان که روش‌های سنتی تولید محصولات جای خود را به مکانیزاسیون داده‌اند و در حال دوره گذار به خودکارسازی هستند؛ بهره‌گیری از نیروی بدنی نیز باید متناسب با پیشرفت فناوری کاسته شود و فکر و مهارت کارگر و کارمند جایگزین آن گردد. در حال حاضر، یافتن نیروی کارگری کارآمد در بخش باغبانی و گلخانه برای کارفرما تبدیل به یک معضل بزرگ شده است، چرا که در این بخش‌ها فناوری به خوبی رشد نکرده است و بسیاری از کارها با بهره‌گیری از نیروی بدنی کارگر صورت می‌گیرد. از سویی دیگر، یافتن راه حل ساده برای کسب درآمد بیشتر حق یک کارگر است و موجب امتناع کارگران از انجام کارهای بدنی سخت می‌شود. همین ملاحظات موجب بالا رفتن هزینه کارگری در این‌گونه امور شده و نیازمند چاره‌اندیشی است.

با توجه به مشکلات و مسائل بیان شده، لازم است نگرشی عمیق‌تر به مقوله انتخاب فناوری‌های درخور کشاورزی در بخش‌های مختلف و متناسب با نیازهای بومی داشت. این نگرش لزوماً محدود به نقش‌آفرینی ساختار حاکمیتی نمی‌شود، بلکه بخش خصوصی با ارائه فناوری‌های متناسب می‌تواند ضمن رفع معضل ناکارآمدی نیروی کارگری از منافع آن نیز متنعم گردد. در همین راستا، مدیریت وبسایت تخصصی مکانیزاسیون راهکارهای مختلفی را ارائه کرده است که از آن جمله می‌توان به تشویق و ایجاد زیرساخت برای صاحبان ایده در راستای ایجاد گروه‌های کاری و راه‌اندازی سامانه‌های همیار کشاورز و ارزیابی خدمات کشاورزی اشاره کرد.

لذا، این امید است به کمک بومی‌سازی و توسعه فناوری‌های درخور، راهکاری اساسی برای عبور از بحران‌های کنونی ارائه، اشتغال در بخش صنایع مربوطه ایجاد شده و موجبات رونق کسب و کارهای بومی محقق گردد.

مهدی باقرک
خردادماه ۱۳۹۸

کاهش اثرات خشکسالی و سیلاب در کشاورزی

NAYERIFARD@ENGINEER.COM

مترجم: طیبه نیری فرد | کارشناس ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا

شرایط بازار، مسائل سیاسی و شکست‌های آن موجب می‌شود تا مدیریت احتمال بروز خطر در کشاورزی امری کاملاً دشوار باشد. انتظار می‌رود تا تغییرات آب و هوایی نیز احتمال خطرات را افزایش دهد. اما دولت‌ها می‌توانند با اتخاذ تصمیمات سیاسی صحیح بر این شکست‌ها غلبه کنند.

مشکلات چیست؟

خشکسالی و سیلاب خطرات قابل توجهی را برای تولید محصولات کشاورزی به وجود می‌آورند. افزایش تقاضا برای غذا و خوراک دام، در بسیاری از مناطق رقابت بر سر منابع محدود آب را تشدید می‌کند، در نتیجه این رقابت‌ها، تنش‌های اساسی و آسیب‌پذیری به کمبود آب شدت می‌یابد. سیل همچنین می‌تواند به شدت بر تولید محصولات کشاورزی در برخی از مناطق تأثیر بگذارد و با افزایش مساله شهرنشینی این سوال مطرح می‌شود که چگونه مناطق روستایی و شهری باید در خطر سیل سهیم باشند. تغییرات اقلیمی موجب افزایش شدت خشکسالی‌ها و سیلاب‌ها در بسیاری از مناطق خواهد شد، در نتیجه چالش مدیریت اینگونه خطرات نیز جدی‌تر خواهد بود. خشکسالی و سیل هزینه‌های کوتاه مدت، متوسط و بلند مدت - هم در بخش بازار و هم در بخش تولید - تحمیل می‌کند که در بسیاری از مواقع این هزینه‌ها در نظر گرفته نمی‌شوند. هزینه خشکسالی و سیل نه تنها شامل تلفات مستقیم و آبی است (مانند از بین رفتن محصولات کشاورزی) بلکه طیف گسترده‌ای از هزینه‌های غیرمستقیم و طولانی مدتی را در پی خواهند داشت که اغلب به اندازه کافی توسط کشاورزان، مصرف‌کنندگان و سیاست‌گذاران مورد توجه قرار نمی‌گیرد. برای مثال خشکسالی‌های بزرگ و بلند مدت با افزایش قیمت‌های کشاورزی، نه تنها می‌تواند کل اقتصادهای محلی، بلکه تمامی زنجیره غذایی را بی‌ثبات کند. یک خشکسالی شدید در یک کشور بزرگ صادرکننده کالا می‌تواند منجر به افزایش قیمت‌های کالاهای بی‌ثبات شود که احتمالاً با خطر واکنش زنجیره‌ای در بازارهای جهانی همراه می‌شود. یک سیلاب شدید می‌تواند موجب گسیختگی در اقتصاد محلی - بویژه در کشورهای در حال توسعه - شود. اغلب در این کشورها خشکسالی و سیل بر روی افرادی از جامعه با درآمد پایین اثر شدیدی می‌گذارد و تأثیرات منفی بلند مدتی نیز بر چشم‌انداز رشد اقتصادی دارد.

دولت‌ها باید چه کنند؟

رفع خشکسالی‌ها و سیل‌ها نیاز به ترکیبی ساختاری از ابزارهای سیاست تکمیلی دارد که هر کدام از آن‌ها یک نوع شکست خاص در بازار را هدف قرار می‌دهد. سیاست‌های دولتی باید به طور جامع در مورد این شکست‌های بازار در مراحل مختلف شکل‌گیری خشکسالی و سیل، یعنی تأثیرات هیدرولوژیکی، مکانیسم‌های تخصیص آب و مکانیزم‌های بیمه و جبران خسارت، طراحی شود (شکل ۱). همچنین دولت‌ها برای پی بردن به این موضوع که چطور سایر حوزه‌های سیاست مرتبط - مانند سیاست‌های کشاورزی و یا استفاده از زمین - بر تصمیم‌گیری‌های مدیریت ریسک کشاورزان تأثیر می‌گذارد، باید ورای سیاست‌های آب و بیمه فکر کنند.

تقویت نقش کشاورزی در مدیریت خشکسالی با تخصیص حقوق آب به منظور استفاده پایدار از این منابع آب و در صورت امکان از ابزارهای اقتصادی مانند بازار آب و قیمت‌گذاری آن استفاده شود.

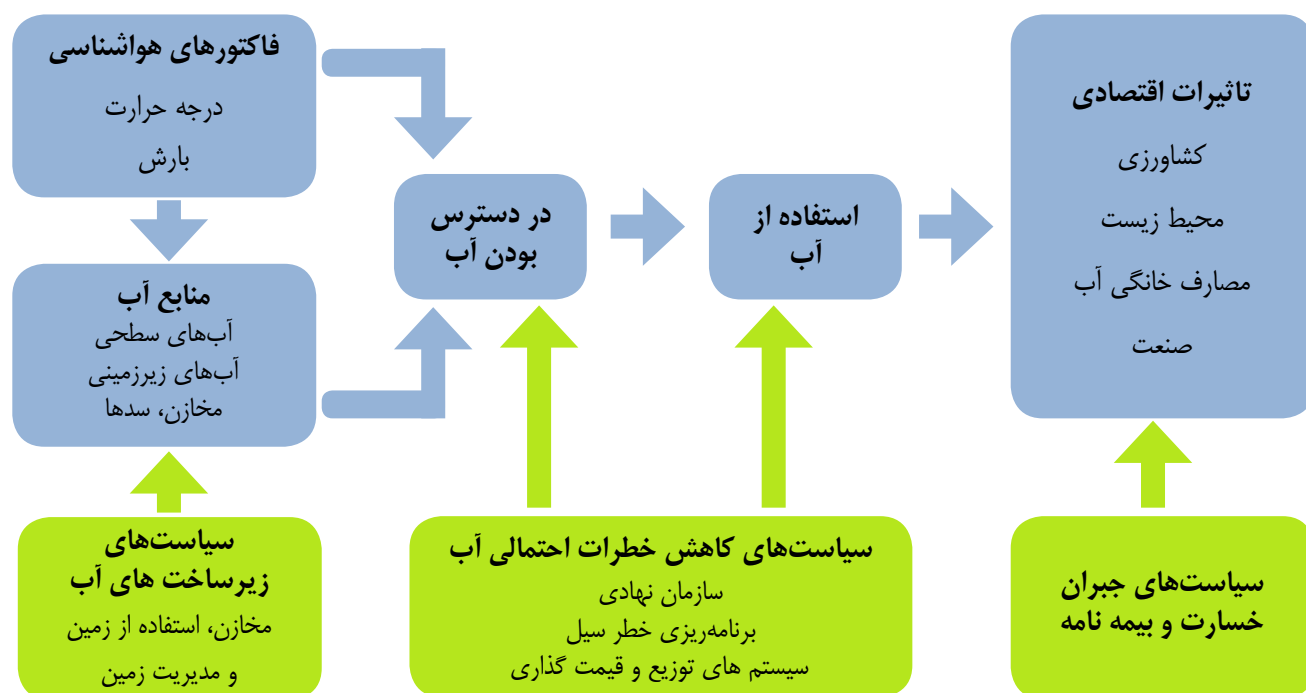
تقویت نقش کشاورزی در کاهش خطر سیل از طریق معرفی شیوه‌های زراعی که جریان آب را تنظیم می‌کنند یا استفاده از زمین‌های کشاورزی به عنوان دشت‌های سیلابی.

توسعه ساز و کارهای مدیریتی متغیر در کمبود آب، مانند استفاده از بازارهای کوتاه مدت حق آب، به منظور کاهش هزینه‌های خشکسالی در بخش کشاورزی.

ترویج و توسعه سیستم‌های کارآمد بیمه‌ای که هزینه‌های واقعی خشکسالی‌ها و سیل‌ها را از طریق حق بیمه نشان می‌دهد.

آن‌ها باید انواعی از پشتیبانی از مزارع را که بصورت مصنوعی موجب می‌شود کشاورزان مایل به خطرپذیری شوند، شناسایی و حذف کنند. یارانه‌های بیمه کشاورزی، یارانه‌های ورودی و حمایت از قیمت کالا می‌توانند تصمیمات تولید کشاورزان را تحت تأثیر قرار دهند و در شرایط خاص، با تشویق آن‌ها به کشت

تعامل پیچیده میان بازار، سیاست و شکست‌های رفتاری، مدیریت موثر خطرات خشکسالی و سیلاب در کشاورزی را دشوار می‌سازد. استفاده‌کنندگان



شکل ۱: کاهش خشکسالی ها و سیلاب های کشاورزی نیاز به ترکیبی از پاسخ های سیاسی دارد

محصولات با آسیب پذیری بالا، در زمین های در معرض خطر، باعث افزایش خطر ابتلا به خشکسالی و سیلاب ها شود یا کشاورزان را از اتخاذ طیف گسترده ای از فعالیت ها دور کند.

دولت ها باید آب مورد نیاز در آینده را پیش بینی کرده و سیاست هایی برای اطمینان از مدیریت مداوم آب در درازمدت طراحی کنند. در بسیاری از کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، آب کشاورزی زیر قیمت باقی می ماند که این مورد به طور موثری عدم تعادل بین مقدار آب در دسترس و میزان مصرف را در حال و آینده منعکس می کند. استفاده از راه حل های نوآورانه مبتنی بر بازار برای مدیریت منابع آب مانند بازار آب، در ترکیب با سیستم های اطلاعات هیدرولوژیکی و آب و هوایی با کیفیت بالا، در چندین کشور سازمان همکاری و توسعه اقتصادی ثابت کرده است که هزینه های تنش و کمبود آب را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد. برای خطرات احتمالی سیل، دولت ها می توانند نقش زمین های کشاورزی را به عنوان بخشی از ارائه دهندگان دشت های سیلابی و خدمات نگهداری آب و خاک افزایش دهند، که می تواند با کاهش خطر سیل هزینه بهره وری را افزایش دهد (همانطور که به عنوان مثال در هلند، ایالات متحده و بریتانیا اجرا می شود).

دولت ها باید مدیریت بحران سیلاب و خشکسالی در کشاورزی را با توسعه سازوکارهای انعطاف پذیر در تخصیص آب، بهبود بخشند. با حصول اطمینان از تأمین و تخصیص منابع آب در صورت وقوع کمبود آب (به عنوان مثال، استرالیا)، اجازه به تجارت حقوق آب در میان کاربران می تواند هزینه های خشکسالی در کشاورزی را به شدت کاهش دهد. برای کشورهایی که کمتر با خشکسالی رو به رو می شوند، واضح است که اولویت دهی استفاده کنندگان از منابع آب در صورت بروز خشکسالی بیشتر سودمند خواهد بود. با توجه به افزایش ریسک ها به دلیل تغییرات آب و هوایی و افزایش تقاضای آب، ممکن است سازوکارهای انعطاف پذیر بیشتری در آینده مورد نیاز باشد.

دولت ها با ارائه یک چارچوب مشخص برای تخصیص و به اشتراک گذاری خطرات و مسئولیت ها و تسهیل توسعه بیمه محصولات نقش مهمی در مقابله با شکست بازار در ارائه محصولات بیمه شده در برابر خطرات مرتبط با آب دارند. حق بیمه باید هزینه های واقعی و مزایای استفاده از آن در برابر احتمال خطر را انعکاس دهد تا از افزایش مصنوعی تقاضا برای بیمه و به طور بالقوه از افزایش رفتارهای خطرپذیر توسط کشاورزان جلوگیری کند. در برخی موارد، بیمه مبتنی بر شاخص آب و هوا نیز می تواند برای تکمیل مجموعه پاسخ های بازار و سیاست در نظر گرفته شود. در صورت لزوم نیز، مداخله دولت باید بر لایه های فاجعه بار خطرات احتمالی تمرکز کند.

برای اطلاعات بیشتر:

OECD. (2016), *Mitigating Droughts and Floods in Agriculture: Policy Lessons and Approaches*, OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris. [link](#)

استفاده از بینی الکترونیکی در تشخیص ویژگی‌های کیفی محصولات گلخانه‌ای

فرزاد آزادشهرکی^۱، داود مؤمنی^۲، گیتا حسینی^۳

۱ و ۲- اعضاء هیأت علمی بخش تحقیقات مهندسی گلخانه، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- کارشناس بخش تحقیقات مهندسی گلخانه، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

FARZAD_SHAHREKIAN@YAHOO.COM

۱- مقدمه

ارزیابی کیفیت و درجه‌بندی میوه‌ها و سبزی‌های گلخانه‌ای یکی از فعالیت‌های پس از برداشت است که با توجه به رشد تقاضا برای محصولات سالم و دارای کیفیت بهتر، مورد توجه زیادی قرار گرفته است. در دهه‌های اخیر روش‌های غیرتخریبی مختلفی مانند استفاده از اشعه ایکس، امواج نوری، امواج فراصوت^۱، اسپکتروسکوپی با امواج فروسرخ نزدیک^۲ (NIRS) و غیره، برای ارزیابی میوه‌ها و سبزی‌های گلخانه‌ای کاربرد پیدا کرده‌اند. معمولاً روش‌های غیرتخریبی نسبت به روش‌های تخریبی سریع‌تر و اقتصادی‌تر هستند. طی دهه‌های اخیر تحقیقات گسترده‌ای بر روی کاربرد روش‌های غیرتخریبی در کیفیت‌سنجی میوه‌ها و سبزی‌های گلخانه‌ای انجام شده است ولی هیچ‌کدام از این روش‌ها نتوانسته‌اند تمام ویژگی‌های کیفی محصول را تعیین کنند (Abbott, 1999).

کیفیت محصولات گلخانه‌ای با شاخص‌های مختلفی مانند سفتی^۳، محتوی مواد جامد حل شدنی^۴، اسیدیته، اسید قابل تیتر^۵، مواد فرّار و معطره^۶ دارد. در حال حاضر اغلب از روش‌های تخریبی برای اندازه‌گیری این پارامترها استفاده می‌شود که علاوه بر زمان‌بر بودن، پرهزینه هستند؛ در حالی که روش‌های غیرتخریبی در اندازه‌گیری ویژگی‌های میوه می‌تواند برای تعیین سریع کیفیت و رسیدگی تعداد بیشتری میوه به صورت تک تک مفید باشد (Kader, 1999).

یکی از روش‌های غیرتخریبی جدید در تعیین کیفیت محصولات گلخانه‌ای، استفاده از بینی‌های الکترونیکی^۷ است که توسط آن می‌توان انواع گاز، بو و مواد فرّار را تشخیص یا حتی مقدار آنها را تعیین کرد. بینی الکترونیکی یا بویایی الکترونیکی، ابزاری برای تشخیص بو شبیه به آن‌چه در بینی انسان اتفاق می‌افتد می‌باشد. این سیستم غالباً شامل آرایه‌ای از حسگرهای شیمیایی- الکترونیکی و یک سیستم محاسباتی است. گازها یا مواد فرّار پس از برخورد با حسگرهای گازی منجر به ایجاد یک پاسخ فیزیکی یا شیمیایی در حسگر می‌گردند که برای پردازش و دریافت اطلاعات به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شوند. برای این که حسگرها بتوانند گازهای مختلف را از هم تشخیص دهند به یک شبکه از حسگرها نیاز است. این روش باید این قابلیت را داشته باشد تا مانند بینی انسان به مقدار کم گاز، حساس بوده و به تغییرات دما، رطوبت و سایر شرایط محیطی وابسته نباشد (Nicolai et al., 2014). از این تکنیک در تشخیص مواد فرّار و معطره ملون‌ها، گلابی، انبه و پرتقال استفاده شده است. همچنین این روش، به‌طور موفقیت‌آمیزی برای تشخیص رقم، مراحل مختلف رسیدگی یا آلودگی قارچی بسیاری از محصولات دیگر نیز به کار رفته است (Rodrigues et al., 2010). در این مقاله به معرفی روش غیرتخریبی بینی الکترونیکی و چگونگی عملکرد آن در تشخیص کیفیت محصولات گلخانه‌ای پرداخته شده است.

۲- کیفیت در محصولات باغی

کیفیت بیان کننده درجه خوبی یا برتری یک کالا با در نظر گرفتن یک یا چند صفت است. در مورد محصولات گلخانه‌ای، واژه کیفیت

1 Ultrasonic

2 Near Infrared Spectroscopy

3 Firmness

4 Soluble Solid Content

5 Titratable Acid

6 Volatiles

7 E-Nose

کاربردهای مختلفی از جمله کیفیت خوراکی، کیفیت بازار پسندی، کیفیت درونی، کیفیت حمل و نقل و غیره دارد. کیفیت در محصولات گلخانه‌ای بر ایند صفات و خواصی است که نهایتاً منجر به استفاده از میوه و سبزی به عنوان غذا و استفاده از گل و گیاهان زینتی به عنوان وسیله لذت می‌گردد.

از نظر تولید کننده محصولات گلخانه‌ای، محصولی با کیفیت است که علاوه بر عملکرد بالا دارای ظاهر قابل قبول با عیوب کم باشد. این محصول همچنین باید دارای مقاومت مناسب نسبت به آفات و بیماری، سفتی بالا، سهولت برداشت و کیفیت بالای حمل و نقل باشد. از نظر فروشنده و توزیع کننده، کیفیت ظاهری همراه با سفتی و انبارمانی از اهمیت بیشتری برخوردار است ولی مصرف کنندگان محصولی را دوست دارند که ظاهر خوب، سفتی مناسب، طعم و ارزش غذایی بالایی داشته باشد (Kader, 2003).

۳- بینی الکترونیکی

یک بینی الکترونیکی غالباً بر پایه شبکه‌ای از حسگرهای شیمیایی و یک یا چند پردازنده بنا نهاده شده‌اند که پردازنده‌های به کار رفته در آن، روش‌های مناسب پردازش سیگنال‌ها، بررسی و تشخیص الگو را ارائه می‌دهند. هدف اصلی چنین سیستمی کیفیت‌سنجی انواع عطر و بو برای طبقه‌بندی محصول یا تشخیص، پیش‌بینی و حتی تعیین میزان عناصر و مؤلفه‌های انواع مواد فرّار و معطره محصولات است (Nicolai et al., 2014).

۱-۳- اجزای یک سیستم بینی الکترونیکی

یک سیستم بینی الکترونیکی می‌تواند به عنوان ابزار یا تجهیزات اندازه‌گیری مصنوعی بویایی در نظر گرفته شود که شامل واحدهایی به منظور تحلیل نمونه‌های گازی شکل، بخار و بو است. یک سیستم بینی الکترونیکی حداقل دارای چهار بخش شامل شبکه حسگرهای گاز، بخش تحویل گاز یا ماده فرّار، بخش کنترل و استخراج داده^{۱۰} و بخش پردازش است (Subedi and Walsh., 2009).

۱-۱-۳- شبکه حسگرهای گاز

به طور کلی یک حسگر گاز وسیله‌ای است که شامل دو جزء اصلی است: جزء اول حسگر گاز، قسمت فعال آن است که ویژگی فیزیکی یا شیمیایی آن در اثر حضور ماده‌ای که باید تشخیص دهد، تغییر می‌کند. جزء دوم حسگر مبدل^{۱۱} است که تغییرات ایجاد شده فیزیکی یا شیمیایی در جزء اول را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. این حسگرها معمولاً دارای غشاء انتخابی هستند که از عبور ذرات یا مواد ناخواسته جلوگیری کرده و به مانند نوعی فیلتر عمل می‌کنند. در شکل ۱ نحوه عمل یک حسگر گاز آورده شده است (Nicolai et al., 2010; Rodrigues et al., 2014).



در بینی الکتریکی، انواع حسگرها می‌تواند به کار رود که حسگر گازی نیمه رسانای اکسید فلزی^{۱۲} (MOX)، حسگر کریستال کوارتز

8 Gas Sensor

9 Volatile Delivery System

10 Control System and Data Acquisition

11 Transducer

12 Metal Oxide Semiconductor

میکروبالانس^{۱۳} (QCM)، حسگر موج صوتی سطحی^{۱۴} (SAW)، ترانزیستور اثر میدانی نیمه رسانای اکسید فلز^{۱۵} (MOSFET)، پلیمرهای رسانا^{۱۶} (CP) و فیبرهای نوری^{۱۷} (OP) از این جمله‌اند.

یکی از رایج‌ترین حسگرها در این سامانه، حسگرهای MOX هستند که از مواد نیمه‌رسانا مانند اکسید قلع (SnO_2)، اکسید روی (ZnO) و اکسید تیتانیوم (TiO_2) ساخته شده‌اند. اصول کلی این حسگرها براساس تغییر قابلیت رسانایی به کار رفته در آن است. در شکل ۲ چند نمونه تجاری از این نوع حسگرها آورده شده است (Rodrigues et al., 2010).



شکل ۲- حسگرهای گازی در اندازه‌های مختلف

اغلب حسگرهای گاز چند منظوره بوده و دارای حساسیت بالایی هستند به نحوی که قادر به تشخیص گاز یا ماده فرار با غلظت کم را دارند اما ممکن است در تشخیص غلظت گازی به خصوص در ماده فرار ضعیف عمل کنند. زیرا نمی‌توان سیگنال خروجی را فقط به یک ماده مشخص نسبت داد. تمامی سیستم‌های به کار رفته در بینی الکترونیکی، دارای شبکه‌ای از حسگرها هستند و در صورتی که این مجموعه حسگرها به نحو صحیحی به کار برده شوند می‌توان از عملکرد سیستم اطمینان یافت. معمولاً مجموعه حسگرها در محفظه مخصوصی قرار داده می‌شوند. به منظور جلوگیری از ورود آلاینده‌ها، محفظه حسگرها باید به نحو مناسبی عایق‌بندی شوند و دما و فشار در حد مناسبی (بسته به نوع حسگرها) نگه‌داشته شود تا عملکرد حسگرها تحت تأثیر قرار نگیرند.

استفاده از محفظه حسگر باعث می‌شود تا علاوه بر عایق‌بندی، ماده فرار مورد نظر با غلظت بیشتری به حسگرها برسد و این امر موجب می‌شود تا حسگر پاسخ سریع‌تر و دقیق‌تری از خود نشان دهد. در شکل ۳ تصویری از یک محفظه حسگر آورده شده است (Nicolai et al., 2014).



شکل ۳- محفظه حسگرهای گازی

13 Quartz Crystal Microbalance

14 Surface Acoustic Waves

15 Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor

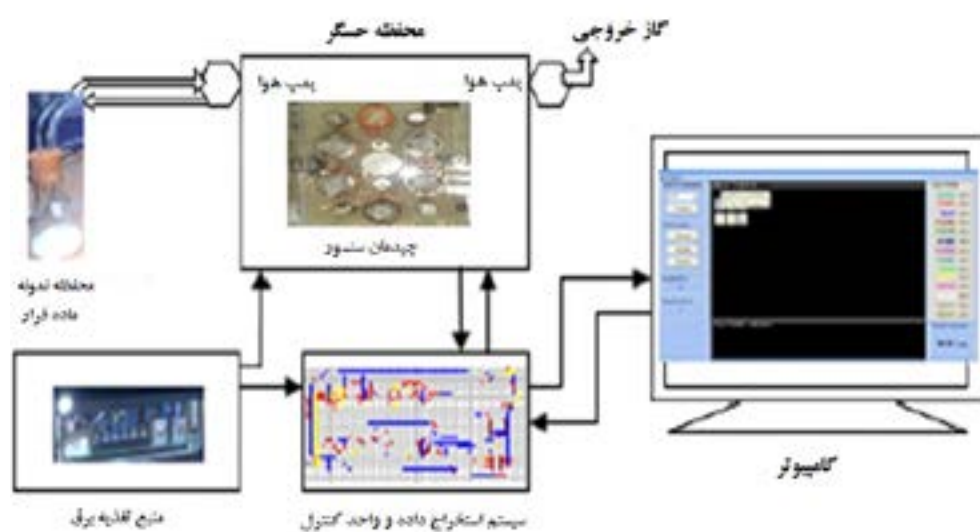
16 Conducting Polymers

17 Fiber Optics

۳-۱-۲- بخش انتقال ماده فرّار

این بخش مسئول انتقال ماده فرّار متصاعد شده از نمونه به محفظه حسگر است. در برخی موارد نمونه به صورت دستی به محفظه حسگر تزریق می‌شود که ممکن است منجر به خطا شود. در بسیاری از سیستم‌های بینی الکترونیکی، عمل انتقال مولکول‌های ماده فرّار به محفظه حسگر به صورت خودکار انجام می‌شود. علاوه بر این در اغلب بینی‌های الکترونیکی نوعی ساز و کار تمیزکننده برای محفظه حسگرها وجود دارد تا در هر مرتبه اندازه‌گیری شرایط محیطی حسگرها به حالت اولیه برگردد و از تکرارپذیری اندازه‌گیری‌ها اطمینان حاصل شود. معمولاً بهتر است نمونه گازی قبل از رسیدن به حسگرها وارد یک اتاقک مخصوص شود تا شرایط محیطی آن پایدار شود.

سیستم انتقال ماده فرّار نقش مهمی در دقت مجموعه خواهد داشت زیرا همان‌طور که قبلاً گفته شد تمیز کردن سیستم پس از هر بار اندازه‌گیری، بر دقت بینی الکترونیکی تأثیرگذار است. در شکل ۴ نحوه قرارگیری اجزاء یک سیستم بینی الکترونیکی آورده شده است (Nicolai et al., 2014).



شکل ۴- اجزاء یک سیستم بینی الکترونیکی

۳-۱-۳- سیستم استخراج داده و واحد کنترل

هدف از واحد کنترل، تحویل مناسب ماده فرّار توسط بخش انتقال است. سوپاپ‌ها و پمپ‌های هوا از اجزای این واحد هستند. علاوه بر این به منظور عمل کرد بهتر بینی الکترونیکی ممکن است از سایر تجهیزات کنترل برای کنترل دما و رطوبت استفاده شود. سیستم استخراج داده مسئول استخراج سیگنال ایجاد شده توسط حسگر گاز و تحویل آن به بخش پردازش و محاسبات است که مجهز به نرم‌افزارهای ویژه برای پردازش این اطلاعات است.

واحد کنترل و بخش استخراج داده می‌تواند در یک قطعه قرار گیرد و شامل کارت حافظه، میکروکنترلر و پردازشگر سیگنال یا کامپیوتر است. استفاده از کامپیوتر به دلیل حجم کافی برای ذخیره‌سازی اطلاعات و امکان ایجاد خروجی‌های گرافیکی بهتر است. در مواردی که نیاز به سیستم‌های قابل حمل است می‌توان از یک میکروکنترلر یا یک پردازشگر سیگنال استفاده کرد (Nicolai et al., 2007).

۳-۱-۴- بخش پردازش

بخش پردازش داده در بیشتر موارد شامل یک کامپیوتر مجهز به نرم‌افزارهای ویژه است که داده‌های به دست آمده از حسگرها را پردازش می‌کند. در این مرحله ممکن است از روش‌های ویژه پیش پردازش استفاده کرد که این روش‌ها با حذف اطلاعات غیرمفید و نویز و استفاده از روش‌های ریاضی به خصوص، حجم اطلاعات را کاهش داده و منجر به استخراج اطلاعات مفید یا مؤثر می‌شوند. پس از آن، روش‌های رگرسیون خطی چند متغیره^{۱۸} مانند رگرسیون مؤلفه‌های اصلی^{۱۹} (PCR) و رگرسیون حداقل مربعات جزئی^{۲۰} (PLS) و روش‌های غیرخطی

18 Multiple Linear Regression

19 Principal Component Regression

20 Partial Least Square

شبکه عصبی مصنوعی^{۲۱} (ANNs) و آنالیز مؤلفه‌های اصلی^{۲۲} (PCA) همراه با شبکه عصبی مصنوعی (PCA-ANN)، در طبقه‌بندی^{۲۳} بر اساس خواص ارگانولپتیکی^{۲۴} یا تشخیص^{۲۵}، پیش‌بینی^{۲۶} و یا کمی‌سازی^{۲۷} خواص ارگانولپتیکی محصول به کار خواهند رفت (آزادشهرکی و همکاران، ۱۳۹۷).

روش PCA یک تبدیل خطی متعامد است که در آن داده‌های اولیه به دستگاه مختصات جدید که محورهای آن مؤلفه‌های اصلی (PCs) هستند، برده می‌شوند. این انتقال به گونه‌ای است که داده‌های دارای بیشترین واریانس روی اولین مؤلفه اصلی (PC_۱) و داده‌های با واریانس بزرگ بعدی روی دومین مؤلفه اصلی (PC_۲) قرار می‌گیرند و به همین ترتیب این فرایند ادامه می‌یابد تا واریانس تجمعی مؤلفه‌های اصلی برابر ۱۰۰٪ واریانس داده‌ها شود. در این فرایند داده‌ها در نهایت به مؤلفه‌های اصلی که تعداد آن‌ها با تعداد داده‌های اولیه برابرند منتقل می‌شوند. در روش PCA، مؤلفه‌هایی از داده‌ها که بیشترین تأثیر در واریانس (حداکثر واریانس تجمعی) را دارند انتخاب می‌شوند و از آن‌ها به جای داده‌های اصلی استفاده می‌شود و بدین ترتیب حجم داده‌ها کاهش می‌یابد. در استفاده از روش رگرسیون مؤلفه‌های اصلی (PCR)، مؤلفه‌های اصلی انتخاب شده به جای داده‌های اصلی به عنوان متغیرهای مستقل در رگرسیون چند متغیره استفاده می‌شوند (Wold et al., 2001; Azadshahraki et al., 2018).

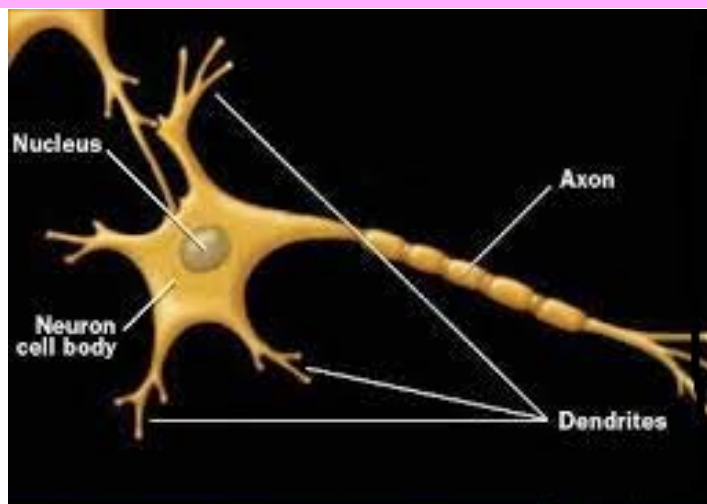
روش رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLS) یک روش رگرسیون خطی چند متغیره توسعه یافته است و بر خلاف روش رگرسیون خطی چند متغیره معمولی، در صورت وجود همبستگی بین داده‌های متغیر مستقل، وجود نویز و تعداد زیاد متغیر مستقل قادر به تدوین مدل‌های کالیبراسیون خواهد بود. این روش هم‌چنین قادر به پیش‌بینی چند متغیر وابسته در یک زمان است. PLS روشی برای کاهش حجم داده‌هاست که در آن فشرده‌سازی داده‌های مستقل از متغیر وابسته نیست (برخلاف روش PCA که کاهش حجم داده‌ها تنها به داده‌های متغیر مستقل مربوط بود). به عبارت دیگر در روش PLS، بر اساس اصل تعامد، مؤلفه‌های اصلی یکی پس از دیگری در جهت بیشینه کوواریانس داده‌های متغیر مستقل و متغیر وابسته قرار داده می‌شوند (برخلاف روش PCA که این عمل تنها براساس بیشینه واریانس داده‌های متغیر مستقل انجام می‌پذیرفت^{۲۸}). (Wold et al., 2001)

روش شبکه عصبی مصنوعی روشی مفید در بازشناسی الگو^{۲۹}، طبقه‌بندی و تشخیص و تخمین یک پارامتر است. یک مدل مناسب شبکه عصبی قادر است در یک سیستم پیچیده روابط بین متغیرهای ورودی و خروجی را به خوبی بیان کند. در حقیقت نحوه عملکرد شبکه عصبی مصنوعی از نحوه عملکرد نرون‌های عصبی انسان الهام گرفته است. در هر نرون اطلاعات به وسیله دندریت‌ها^{۳۰} دریافت و به بدنه سلول (هسته^{۳۱} و قسمت‌های محافظتی) منتقل می‌شود و سلول را تحریک می‌کند. بدنه سلول این سیگنال‌ها را جمع‌آوری کرده و یک حد آستانه روی آن‌ها اعمال می‌کند. در نهایت آکسون^{۳۲} که یک فیبر عصبی بلند است این سیگنال‌ها را به بقیه نرون‌ها منتقل می‌کند (شکل ۵). یک شبکه عصبی مصنوعی نیز تقریباً چنین عملکردی دارد (کیا، ۱۳۹۱).

- 21 Artificial Neural Networks
- 22 Principal Component Analysis
- 23 Classification
- 24 Organoleptic
- 25 Discrimination
- 26 Prediction
- 27 Quantification

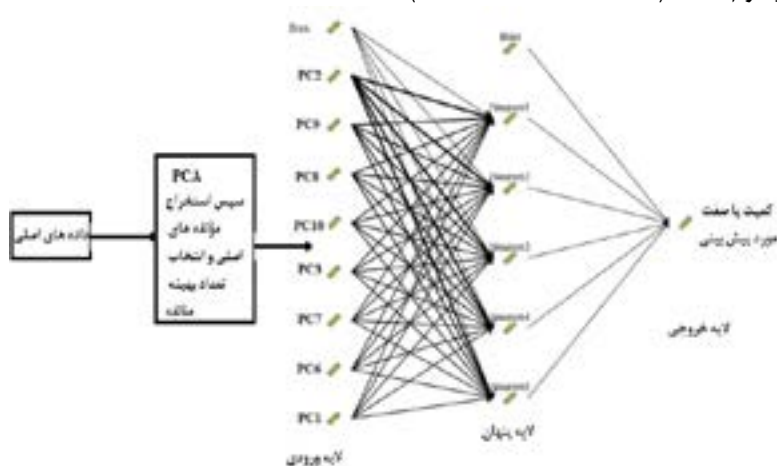
28 علاقمندان میتوانند برای مطالعه بیشتر در زمینه PCA و PLS به مقاله "PLS-Regression: A Basic Tool of Chemometrics" نوشته Wold et al., 2001 مراجعه نمایند.

- 29 Pattern Recognition
- 30 Dendrite
- 31 Nucleus
- 32 Axon



شکل ۵- نرون عصبی زیستی

در پردازش داده‌هایی که حجم داده‌های متغیر مستقل زیاد است می‌توان ابتدا ابعاد ماتریس داده‌های متغیر ورودی را با استفاده از PCA کاهش داد و از مؤلفه‌های اصلی به عنوان ورودی شبکه عصبی استفاده کرد که این روش (استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به همراه آنالیز مؤلفه‌های اصلی) به PCA-ANN موسوم است (Jamshidi et al., 2019).



شکل ۶- یک شبکه عصبی کوپل شده با هشت مؤلفه اصلی

تحقیقات زیادی در زمینه کاربرد بینایی الکترونیکی در صنعت غذا از جمله گوشت، شیر و فراورده‌های لبنی، تخم مرغ، میوه‌ها، انواع روغن و انواع غلات انجام شده است. تعیین و کنترل کیفیت فراورده‌های غذایی از جمله کاربردهای بینایی الکترونیکی در صنعت غذا است. این روش می‌تواند ویژگی‌های کیفی محصول کشاورزی به‌ویژه میوه‌ها و سبزی‌ها را بر اساس منطقه، زمان رسیدن، میزان انبارمانی و زمان فساد تعیین یا پیش‌بینی نماید (Rodrigues et al., 2010).

همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد در تحلیل کیفی میوه از روش‌های تخریبی و غیرتخریبی مختلفی استفاده می‌شود. در روش‌های تخریبی نیاز به آسیب و صدمه زدن به میوه به‌منظور نمونه‌برداری از آن است و بدین ترتیب می‌توان آزمایشات مختلف را روی نمونه انجام داد و صفات مختلف را اندازه‌گیری کرد. در این صورت امکان استخراج مواد فرار و اندازه‌گیری آن‌ها نیز فراهم خواهد شد. یکی از عیوب روش‌های معمول و تخریبی این است که در این روش‌ها نیاز به جابه‌جایی محصول است و جابه‌جایی محصول منجر به فساد و افت کیفیت آن می‌شود. در حالی که در صورت استفاده از روش‌های غیرتخریبی آزمایشات و اندازه‌گیری‌ها بدون اعمال آسیب به محصول انجام می‌شود. بنابراین می‌توان از یک محصول برای انجام آزمایش‌های کیفی در مراحل مختلف رسیدگی، بلوغ، انبار، فروش و فساد استفاده کرد (Abbott, 1999).

۴- نتیجه‌گیری

عملکرد بینی الکترونیکی به اجزاء سیستم و ویژگی‌های آن بستگی دارد. بخش‌های یک سیستم بینی الکترونیکی به طور نمونه عبارتند از: شبکه حسگرهای گاز، بخش تحویل گاز یا ماده فرار، بخش کنترل و استخراج داده و بخش پردازش. معمولاً توصیه می‌شود محفظه متفاوتی برای نمونه‌ای که قرار است ماده فرار آن آنالیز شود در نظر گرفته شود که به آن محفظه نمونه ماده فرار گفته می‌شود و در آن شرایط محیطی نمونه ثابت نگه داشته می‌شود. بخش انتقال و تحویل ذرات ماده فرار بخش مهمی از سیستم است که تأثیر زیادی بر عملکرد سیستم دارد. مقدار ماده مورد نیاز برای سیستم بینی الکترونیکی بستگی به نوع ماده مورد بررسی دارد. هنگام فرایند اندازه‌گیری، بخش استخراج داده تمام تغییرات ایجاد شده در سیگنال خروجی از هر حسگر گاز را ثبت می‌کند. هنگامی که فرایند اندازه‌گیری پایان یافت، محفظه حسگر به صورت خودکار تمیز می‌شود تا شرایط ابتدایی اندازه‌گیری مجدداً برقرار شده و از تکرارپذیری آزمایشات اطمینان به عمل آید. با تمام شدن فرایند اندازه‌گیری، داده‌های ذخیره شده توسط نرم‌افزارهای به‌خصوص پیش‌پردازش و پردازش شده تا پارامترهای آماری استخراج و اطلاعات ناخواسته و نویزها حذف و حجم داده‌ها کاهش یابد. در نهایت با استفاده از نرم‌افزارهای پردازش، محصول از نظر ویژگی‌های مرتبط با بویایی طبقه‌بندی شده یا ماده‌ای خاص تشخیص یا تخمین زده می‌شود. سیستم‌های بینی الکترونیکی تاکنون به طور وسیعی در طبقه‌بندی، تشخیص یک ویژگی یا اندازه‌گیری اجزاء یک ماده با در نظر گرفتن خواص ارگانولپتیکی آن به کار رفته‌اند. این امر می‌تواند با کمک ابزاری مانند تکنیک‌های آنالیز رگرسیون چند متغیره و تشخیص الگو مانند آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA)، رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLS) یا شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs) انجام شود.

منابع

- آزادشهرکی، ف.، کلاتری، س. و جمشیدی، ب. ۱۳۹۷. کیفیت سنجی غیرمخرب انگور رقم عسگری بر پایه طیف سنجی فرو سرخ نزدیک. مجله تحقیقات سامانه ها و مکانیزاسیون کشاورزی. جلد ۱۹. شماره ۷۰.
- کیا، م. ۱۳۹۱. شبکه های عصبی در MATLAB، انتشارات دانشگاهی کیان، ۴۰۸ص.
- Abasi, S., Minaei, S., Jamshidi, B., Fathi, D., and Khoshtaghaza, M. H. 2019. Rapid measurement of apple quality parameters using wavelet de-noising transform with Vis/NIR analysis. *Scientia Horticulturae*. 252, 7-13.
- Abbott, J. A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3): 207-225.
- Azadshahraki, F., Jamshidi, B. and Rasooli Sharabiani, V. 2018. Non-destructive determination of vitamin C and lycopene contents of intact cv. Newton tomatoes using NIR spectroscopy. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*. 28(4):389-397.
- Jamshidi, B., Mohajerani, E., Farazmand, H., Mahmoudi, A., and Hemmati, A. 2019. Pattern recognition-based optical technique for non-destructive detection of *Ectomyelois ceratoniae* infestation in pomegranates during hidden activity of the larvae. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 206, 552-557.
- Kader, A. A. 1999. Fruit maturity, ripening and quality relationships. *Acta Horticulture*, 458: 203-208.
- Kader, A. A., 2003. Quality and safety factors: definitions and evaluation for fresh horticultural crops. In: *Postharvest technology of horticultural crops*. Kader, A. A. (Ed.). Third edition, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, pp. 279-299.
- Nicolai, B. M., Katrien, B., Els, B., Ann, P., Wouter, S., Karen, I. T. and Jeroen, L. 2007. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review, *Postharvest Biology and Technology*, 46: 99-118.
- Nicolai, B. M., Defraeye, T., De Ketelaere, B., Herremans, E., Hertog, M. L., Saeys, W. and Torricelli, A. 2014. Nondestructive Measurement of Fruit and Vegetable Quality. *Food Science Technology*, 5: 285- 312.
- Rodriguez, J., Duran, C. and Reyes, A. 2010. Electronic Nose for Quality Control of Colombian Coffee Through the Detection of Defects in "Cup Tests". *Sensors*, 2010, 10: 36-46.
- Subedi, P. P. and Walsh, K. B. 2009. Non-invasive techniques for measurement of fresh fruit firmness. *Postharvest Biology and Technology*, 51(3): 297-304.
- Wold, S., Sjostrom, M. and Erikson, L. 2001. PLS-regression: a basic tool of chemometrics. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 58: 109-130.

چکیده

سیاست افزایش تولید در بخش کشاورزی بدون توجه به حجم و نوع مصرف سموم و کودهای شیمیایی نگرانی‌های زیست‌محیطی زیادی را به همراه داشته است. لذا کشاورزی پایدار به عنوان کلید رهایی از مشکلات به وجود آمده مطرح شده است. هدف اصلی تحقیق بررسی اثرات تجهیز و نوسازی اراضی بر کارایی و پایداری مزارع گندم آبی در روستای خردمند در استان همدان است. شاخص‌های انتشار کربن برای سنجش ردپای اکولوژیکی استفاده شده و داده‌ها از طریق پرسش‌نامه و تمام‌شماری گردآوری شده است. جامعه آماری تحقیق مشتمل بر کشاورزان عضو تعاونی تولید کشاورزی است که در طرح تجهیز و نوسازی اراضی مشارکت داشته‌اند و گندم‌کارانی که در طرح تجهیز و نوسازی شرکت نکرده‌اند. حجم نمونه برای افراد مشارکت کننده ۷۳ نفر و برای افراد مشارکت نکرده ۷۴ است. داده‌های گردآوری شده از طریق نرم افزار آماری SPSS، Excel و DEAP2.1 مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل نشان می‌دهد میانگین انتشار گازهای گلخانه تولید گندم برای کشاورزانی که در طرح تجهیز و نوسازی شرکت کرده و شرکت نکرده اند به ترتیب و ۷۷۸/۱۵ و $1003 \text{ CO}_2 \text{ eq ha}^{-1}$ کیلوگرم است. شاخص ردپای اکولوژیک برای کشاورزانی که در طرح تجهیز و نوسازی شرکت کرده‌اند و کشاورزانی که در این طرح شرکت نکرده‌اند به ترتیب برابر ۰/۱۹ و ۰/۲۵ بود و بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین نتایج حاصل از کارایی نشان داد که کارایی کشاورزان شرکت کننده در طرح تجهیز و نوسازی از کشاورزانی در این طرح شرکت نداشته‌اند از وضعیت بهتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: تجهیز و نوسازی اراضی، کشاورزی پایدار، پایداری کشت، کارایی کشاورزی

۱- مقدمه و مروری بر منابع

ردپای اکولوژیکی به عنوان ابزار موثر همگانی برای بالا بردن آگاهی عمومی فشار محیطی ناشی از تولید و مصرف شناخته می‌شود. به صورت عمومی به عنوان مقیاسی از مقدار مولد اکولوژیکی زمین و آب مورد نیاز برای تأمین یک فعالیت خاص با منابع مصرف شده و کربن دی اکسید (CO_2) تعریف می‌شود. اخیراً آن به اندازه‌گیری استفاده زمین منتقل شده است که برای فعالیت‌های جمعیتی اتفاق افتاده در زیست کره در یک سال مشخص است در حالی که غالب شدن تکنولوژی و مدیریت منابع آن سال در نظر می‌گیرد (فنگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۴).

زمین مانند نیروی کار و آب از مهم‌ترین عوامل تولید محصولات کشاورزی است. اما در حال حاضر پراکندگی و قطعه قطعه بودن و اندازه نامتناسب بسیاری از اراضی کشاورزی یکی از مسائل و مشکلاتی است که کشورهای مختلف جهان، حتی کشورهای پیشرفته نیز با آن مواجه هستند و یکی از موانع جدی توسعه کشاورزی محسوب می‌شود (کلانتری و عبدالله‌زاده، ۲۰۰۸). واضح و روشن است که کوچکی و پراکندگی اراضی مانعی در استفاده از آب، زمین، نیروی انسانی و دیگر عوامل موثر در تولید کشاورزی است (بلارل^۲ و همکاران، ۱۹۹۲). می‌توان گفت که طرح تجهیز و نوسازی اراضی^۳ به مجموعه فعالیت‌هایی گفته می‌شود که به توسعه و بهبود وضعیت زیربنایی واحد مزرعه منجر شود. این اقدامات شکل پیکارچه‌سازی اراضی، احداث شبکه فرعی آبیاری، شبکه زهکشی سطحی و در صورت لزوم زهکشی زیرزمینی، جاده‌های دسترسی، سرویس‌وراه‌های بین

1 . Fang et al

2 . Blarel et al

3 . On farm development

مزارع است که با این اقدامات زیربنایی سهولت در فعالیت کشاورزی و زمینه تولید بیش تر محصول فراهم می گردد. به عبارت ساده تر الگویی که در اجرای طرح تجهیز و نو سازی مد نظر است، آماده کردن زمین به نحوی است که با حداقل هزینه و کم ترین نیروی مصرف شده جهت کاربرد ماشین آلات در کار زراعت باشد (سبحانی پور، ۱۹۹۶).

طرح تجهیز و نو سازی اراضی کشاورزی به عنوان یک طرح ملی برای احیاء اراضی کشاورزی ایران مطرح است. در این راستا در روستای خردمند از سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ (اولین سال شروع طرح) قریب به ۹۰۰ هکتار در قالب ۲ طرح و با اعتباری نزدیک به ۱/۵ میلیارد تومان تحت پوشش این طرح قرار گرفته اند (سازمان جهاد کشاورزی همدان، ۱۳۹۰).

روستای خردمند با سطح زیر کشت کل گندم ۵۶۰ هکتار است. با عنایت به این که در روستای خردمند تجهیز و نو سازی اراضی طی دهه اخیر رونق گرفته و نظر به این که تحقیقی در خصوص اثرات تجهیز و نو سازی اراضی بر پایداری و کارایی کشت صورت نگرفته است و به علت ناشناخته بودن اثرات تجهیز بر پایداری و کارایی هدف این پژوهش بررسی تحلیل تطبیقی اثرات تجهیز و نو سازی بر پایداری و کارایی کشت گندم در روستای خردمند می باشد.

۲- روش شناسی

پایداری در معنای وسیع خود به توانایی جامعه، اکوسیستم یا هر سیستم جاری برای تداوم کارکرد در آینده نامحدود گفته می شود، بدون اینکه به اجبار در نتیجه تحلیل رفتن منابعی که سیستم به آن وابسته است یا به دلیل تحمیل بار بیش از اندازه روی آن ها، به ضعف کشیده شود (گیلن^۴، ۱۹۹۶). یکی از روش های سنجش پایداری، روش رد پای اکولوژیکی است. تعبیر رد پای اکولوژیکی به عنوان شاخص پایداری، منجر به معرفی ایده ی « ظرفیت تحمل » یا « ظرفیت برد » شده است. ظرفیت برد در بوم شناختی عبارت است از « حداکثر جمعیتی که زمین می تواند نیازهای آن ها را به طور نامحدود تامین کند ». این موضوع زمانی که برای توزیع جمعیت بر حسب منابع بوم شناختی استفاده شود، به نسبت صحیح و دقیق است. برای نمونه، مقدار مشخصی از زمین می تواند نیازهای تعداد معینی از انسان ها را تأمین کند و زمانی که این تعداد از ظرفیت زمین فراتر رود، منابع مورد نیاز، به ویژه مواد غذایی نایاب می شود و دوره ی بازگشت مرگ جمعیت رخ می دهد (مک دونالد^۵ و همکاران، ۲۰۰۴). روش رد پای اکولوژیک یک شاخص پایداری است که میزان مصرف انسان و اثر این مصرف را بر محیط زیست ارزیابی می کند. روش رد پای اکولوژیک را ماتیس واکرناگل و ویلیام ریز، اوایل دهه ی ۱۹۹۰ در دانشگاه کلمبیا معرفی کردند (واکرناگل و رس^۶، ۱۹۹۶؛ واکرناگل^۷، ۱۹۹۴). کوئلی^۸ و همکاران (۲۰۰۲)، در تحقیقی به بررسی کارایی فنی، تخصیصی، هزینه و مقیاس برنج کاران بنگلادشی با استفاده از روش DEA پرداختند و در پایان نتیجه گرفتند که میانگین کارایی های فنی، تخصیصی، هزینه و مقیاس برای فصل خشک به ترتیب ۶۹/۴، ۸۱/۳، ۵۶/۲، ۹۴/۹ درصد است و مهم ترین مولفه های تأثیرگذار بر ناکارایی تخصیصی به کارگیری بیش از حد نیروی کار و کود است. پرانت و اتاکل و همکاران^۹ (۲۰۰۱) برای سنجش ارزیابی پایداری کشاورزی منطقه ای در شمال تایلند، از روش تحلیل شاخص های پایداری استفاده کرده اند. آن ها پایداری کشاورزی را در سه سطح مختلف خانوار، دهکده و حوزه ی آبریز مورد ارزیابی قرار دادند. یافته های این پژوهش نشان داده است که کمیت مواد غذایی، پایدارترین شاخص کشاورزی و اندازه ی زمین هر خانوار، مالکیت زمین و کمبود آب، از ناپایدارترین شاخص های کشاورزی در منطقه مورد مطالعه است. با توجه به اهمیت موضوع پایداری و توسعه ی پایدار، در این پژوهش پایداری با استفاده از روش رد پای اکولوژیک، در روستای خردمند مورد ارزیابی قرار می گیرد.

- 4 . Gilman
- 5 . McDonald et al
- 6 . Wackernagel and Rees
- 7 . Wackernagel
- 8 . Coelli et al
- 9 . Praneetvatakul et al

۳- مواد و روش‌ها

جامعه تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات تجهیز و نو سازی اراضی بر کارایی و پایداری مزارع گندم آبی در اراضی کشاورزی خردمند در استان همدان صورت پذیرفته است. این تحقیق بر اساس هدف کاربردی، بر اساس نحوه گردآوری داده‌ها پیمایشی و بر اساس زمان مقطعی است. جامعه آماری تحقیق مشتمل بر کشاورزان عضو تعاونی تولید کشاورزی است که در طرح تجهیز و نو سازی اراضی مشارکت داشته‌اند و گندم کارانی که در طرح تجهیز و نو سازی شرکت نداشته‌اند. حجم نمونه برای افراد مشارکت کننده ۷۳ نفر و برای افراد مشارکت نکرده ۷۴ نفر است؛ بنابراین از روش تمام شماری برای تعیین حجم نمونه استفاده شده است. ابزار گردآوری این تحقیق پرسش نامه است. داده‌های جمع‌آوری شده بوسیله نرم افزارهای Excel، DEAP2.1 و SPSS20 تجزیه و تحلیل شدند. بر این اساس پایداری اراضی کشاورزان به وسیله رد پای اکولوژیکی و کارایی با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها سنجیده شد.

۳-۱- معیارهای سنجش پایداری سیستم‌های کشاورزی

در این پژوهش برای تحلیل وضعیت پایداری کشاورزی، با استفاده از سوالات مطرح شده در پرسش نامه و جمع‌آوری داده‌ها از شاخص‌های انتشار کربن برای سنجش رد پای اکولوژیکی استفاده شده است.

۳-۲- تحلیل پایداری

رد پای اکولوژیک می‌تواند به مجموع زمین واقعی و مجازی که به صورت مستقیم و غیرمستقیم به تولید محصول مرتبط می‌شود و جهت جذب CO₂ تولید شده در طول دوره تولید محصول لازم است تعریف شود و به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود (سریوتی و همکاران^۱، ۲۰۱۳).

$$EF = EF_{real} + EF_{CO_2}$$

که در رابطه (۱) EF_{real} نشان دهنده زمین تصرف شده در طول زمان به وسیله زمین‌های زراعی، ساختمان، مراتع و جنگل برای تولید محصول است که با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

$$EF_{direct} = \sum_a A_a \sum_a A_a \cdot E_q F_a \quad (2)$$

در رابطه (۲) A_a نشان دهنده میزان زمین تصرف شده نوع a (زراعی، جنگلی، مرتع، ساختمان) $E_q F_a$ ضریب تعادل متناظر با هر نوع زمین نوع a را نشان می‌دهد. ضریب تعادل بهره‌وری نسبی میان انواع پهنه زمین و آب را نشان می‌دهد و با توجه به تفاوت پتانسیل بهره‌وری پهنه‌های مختلف زمین دارای مقدار متفاوت است به عنوان مثال زمین‌های زراعی در مقایسه با مراتع دارای فاکتور تعادل بزرگ‌تر هستند زیرا بهره‌وری آن‌ها نسبت به مرتع بالاتر است (واکرناگل و همکاران^۱، ۲۰۰۵). EF_{CO_2} نشان دهنده میزان جنگل لازم برای جذب دی‌اکسید کربن تولید شده در طول چرخه حیات تولید است که به صورت رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$EF_{CO_2} = M_{CO_2} \cdot \frac{1 - F_{CO_2} - F_{CO_2}}{S_{CO_2} - S_{CO_2}} \cdot E_q F_f \quad (3)$$

در رابطه (۳) M_{CO_2} نشان دهنده میزان CO₂ در جریان تولید محصول، F_{CO_2} بخشی از CO₂ است که سالیانه توسط اقیانوس جذب می‌شود، S_{CO_2} نرخ جذب CO₂ توسط بیوماس بر مبنای (Kg CO₂ m⁻² yr⁻¹) نشان می‌دهد و $E_q F_f$ نیز نشان دهنده ضریب تعادل متناظر با اراضی جنگلی است (هایجبرگتس و همکاران^۲، ۲۰۰۸).

10 . Cerutti et al

11 . Wackernagel et al

12 . Huijbregts et al

جدول ۱: تنظیم پارامتر برای محاسبات رد پای زیست محیطی

منبع: (واکرناگل و همکاران^{۱۳}، ۲۰۰۵)

پارامتر	مخف	واحد	ارزش
فاکتور هم‌ارزی جنگل	$E_q F_f$	–	۱/۴
عامل هم‌ارزی منطقه ساخته‌شده	$E_q F_b$	–	۲/۲
عامل هم‌ارزی گندم‌زار اولیه	$E_q F_c$	–	۲/۲
عامل هم‌ارزی برق آبی	$E_q F_h$	–	۱
عامل هم‌ارزی مرتع	$E_q F_p$	–	۰/۵
عامل هم‌ارزی ناحیه دریایی	$E_q F_p$	–	۰/۴
کسر CO2 جذب‌شده توسط اقیانوس	F_{CO2}	–	۰/۳
نرخ تجزیه CO2	S_{CO2}	Kgco2m-2gr-l	۰/۴
شدت انتشار سوخت فسیلی CO2	I_{CO2}	Kgco2Mj-l	۰/۰۰۷

جدول ۲: ضریب انتشار گاز گلخانه‌ای نهاده‌های کشاورزی

ورودی	واحد	ضریب انتشار گاز گلخانه‌ای (kgco ₂ .unit ⁻¹)	منبع
ماشین	GJ	۷۱	Dyerand Desjardins,2006
موتور دیزل	L	۲/۷۶	Dyer and Desjardins,2003
نیترژن	Kg	۱/۳	Lal,2004
فسفات	Kg	۰/۲	Lal,2004
پتاسیم	Kg	۰/۲	Lal,2004
حشره‌کش	Kg	۵/۱	Lal,2004
قارچ‌کش	Kg	۳/۹	Lal,2004
علف‌کش	Kg	۳/۹	Lal,2004
الکتریسته	kwh	۰/۶۰۸	Khodi and Mousavi,2009

۳-۳- تحلیل کارایی

تحلیل پوششی داده‌ها یکی از شیوه‌های مفید مدیریت و ابزار خوبی برای تعیین کارایی واحدهای تصمیم‌گیری می‌باشد. فرم روش تحلیل فراگیر داده‌ها به دو صورت با نرخ بازدهی به مقیاس ثابت و متغیر وجود دارد که این روش با فرض بازدهی به مقیاس ثابت به صورت زیر می‌باشد: (بانکر^{۱۴}، ۱۹۸۷).

$$\min_{\theta, \lambda} \quad \min_{\theta, \lambda} \quad \theta$$

$$\text{St: } y_1 y_1 + Y \lambda \geq 0$$

$$\theta x_1 \theta x_1 - X \lambda \geq 0 \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

این فرم تنها در صورتی قابل اعمال است که واحدها در مقیاس بهینه عمل نمایند (بانکر، ۱۹۸۷). فرم روش تحلیل فراگیر داده‌ها وقتی نرخ بازدهی به مقیاس متغیر وجود داشته باشد، به صورت زیر است:

13 . Wackernagel et al

14 . Banker

$$\min_{\theta} \lambda \min_{\theta} \lambda, \theta \theta$$

$$St: -Y_{it} Y_{it} - Y \lambda \lambda \geq 0$$

$$\theta x_{it} \theta x_{it} - X \lambda \lambda \geq 0 \geq 0$$

$$N' \lambda N' \lambda = 1$$

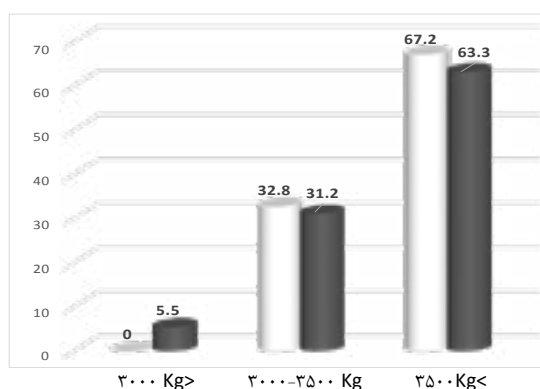
$$\lambda \lambda \geq 0$$

در این جا فرض می شود که k نهاده، M محصول و N تعداد منطقه مورد بررسی، $X_{it} X_{it}$ نهاده برای منطقه iam در زمان t؛ اطلاعات مربوط به همه مناطق به صورت K.NT یعنی ماتریس نهاده (X) و M.NT یعنی ماتریس محصول (Y) نشان داده می شود. $\theta \theta$ کارایی فنی با مقدار $1 \geq \theta \geq 0 \geq \theta \geq 0$ است که اگر این مقدار برابر یک باشد، نشان می دهد که منطقه روی مرز تولید است و $\lambda \lambda$ یک بردار $NT \times 1$ است که برداری از مقادیر ثابت است. با برنامه ریزی خطی بایستی به حل NT و مقدار $\theta \theta$ برای هر منطقه پرداخت؛ یعنی در این مدل لازم است n بار و هر مرتبه، برای یکی از مزرعه ها حل شود تا میزان کارایی (θ) برای هر مزرعه به دست آید. بنابراین در این پژوهش از شیوه تحلیل پوششی داده ها برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم گیرنده در تولید محصول گندم استفاده شده است. همان طور که در ابتدای تحقیق گفته شد، جامعه آماری تحقیق عبارتند از: تمامی کشاورزان که در طرح تجهیز و ونوسازی شرکت کرده اند (۷۳ نفر) و کشاورزانی که در این طرح شرکت نکرده اند (۷۴ نفر) است. همان گونه که گفته شد در روش تحلیل فراگیر داده ها نیاز به دو گروه متمایز مجموعه ورودی و خروجی است.

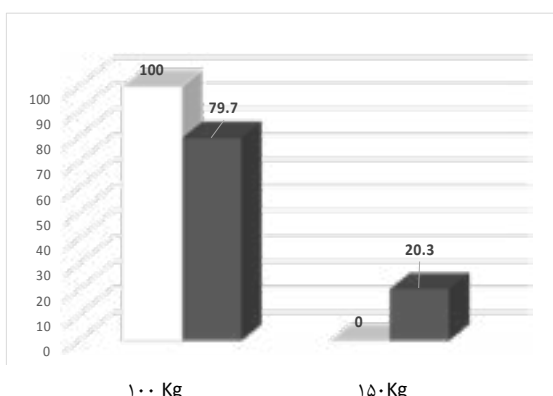
۴- نتایج و بحث

۴-۱- یافته های تحقیق

نتایج حاصل از یافته ها حاکی از آن است متوسط سرانه اراضی کشاورزی که در طرح تجهیز شرکت داشته ۱۱/۹۶ هکتار و در گروهی در طرح تجهیز و ونوسازی شرکت نداشته اند ۹/۱۶ است. شکل شماره (۱) و (۲) میزان برداشت محصول دو گروه را نشان می دهد. همان گونه که در شکل دیده می شود برداشت محصول توسط گروهی که در طرح شرکت داشته اند بیش تر از گروهی است که در طرح شرکت نداشته اند.



شکل ۱- مقایسه میزان برداشت محصول بین دو گروه



شکل ۲- مقایسه میزان استفاده از کود فسفات بین دو گروه

شکل شماره (۳) و (۴) توزیع فراوانی کود فسفات را در دو گروه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود، میزان استفاده از کود فسفات توسط گروهی که در طرح شرکت نداشته‌اند بیش از افرادی است که در طرح شرکت داشته‌اند.

۴-۲- تحلیل پایداری

الف- رد پای اکولوژیکی اراضی کشاورزان تجهیز و نوسازی شده

جدول (۳) میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بر حسب معادل کیلوگرم CO_2 را برای اراضی تجهیز و نوسازی شده نشان می‌دهد. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که میانگین انتشار گازهای گلخانه تولید گندم در یک هکتار اراضی تجهیز و نوسازی شده معادل $778/15$ کیلوگرم است. همچنین به طور متوسط $0/19$ هکتار زمین بهره‌ور جهانی لازم است تا آلاینده‌های تولید شده در اثر کاشت یک هکتار گندم را جذب کند (ردپای کربن تولید یک هکتار گندم) و در صورتی که میزان تولید را به عنوان واحد عملکردی در نظر بگیریم می‌توان چنین گفت که به ازاء تولید یک تن گندم در اراضی تجهیز و نوسازی شده به طور متوسط $0/06$ هکتار زمین بهره‌ور جهانی نیاز است تا گازهای گلخانه ایجاد شده ناشی از آن را جذب کند.

جدول ۳: میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بر حسب معادل CO_2 و رد اکولوژیکی در اراضی تجهیز و نوسازی شده

CO_2/ha	رد اکولوژیکی کربن ha	رد پا کربن برای تولید محصول	رد پا کل
میانگین $778/15$	$0/19$	$0/06$	$2/39$

ب- رد پای اکولوژیکی اراضی کشاورزان تجهیز و نوسازی نشده

جدول (۴) انتشار گازهای گلخانه‌ای و ردپای اکولوژیکی را برای اراضی تجهیز و نوسازی نشده نشان می‌دهد. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود که میانگین انتشار گازهای گلخانه‌ای در اراضی تجهیز و نوسازی نشده 1003 کیلوگرم CO_2 در هکتار است که حدود 212 کیلوگرم بیش از اراضی است که در آن تجهیز و نوسازی انجام شده است. همچنین ردپای کربن برای تولید یک تن محصول در اراضی که تجهیز و نوسازی انجام نداده‌اند نشان می‌دهد که برای جذب گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در اثر تولید یک تن گندم در اراضی که تجهیز و نوسازی انجام نداده‌اند، $0/01$ هکتار زمین بهره‌وری جهانی بیشتری نسبت به اراضی تجهیز و نوسازی شده نیاز است و در صورتی که این مقدار در کل مقدار گندمی که در اراضی تجهیز و نوسازی شده تولید می‌شود ضرب شود رقم قابل توجهی خواهد بود. همچنین مشاهده می‌شود که ردپای کل تولید یک هکتار گندم در اراضی که تجهیز و نوسازی انجام نداده‌اند بیش‌تر از رد پای کل اراضی است که تجهیز و نوسازی انجام داده‌اند که تمامی این شاخص‌ها نشان از پایداری بیش‌تر تولید در اراضی است که تجهیز و نوسازی انجام داده‌اند.

جدول ۴: میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بر حسب معادل CO_2 و رد اکولوژیکی در اراضی تجهیز و نوسازی نشده

CO_2/ha	رد اکولوژیکی کربن ha	رد پا کربن برای تولید محصول	رد پا کل
میانگین $1002/95$	$0/25$	$0/07$	$2/45$

مطالعات زیادی در مورد ردپا و پایداری نیز انجام گرفته است که یافته‌های این بخش با مطالعات زورانگ و جینگ^{۱۵} (۲۰۱۰)، لی‌وان^{۱۶} (۲۰۰۱)، بسحاق (۲۰۱۲)، مهدوی دامغانی و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

۴-۳- تحلیل کارایی (نتایج محاسبه کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی)

در این مطالعه سه معیار کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی محاسبه و تحلیل شد که نتایج نشان داد در گروه تجهیز و نوسازی شده، میانگین کارایی فنی حدود $0/8667$ و میزان عدم کارایی فنی در این حالت معادل $0/1333$ است و میانگین کارایی تخصیصی

15 . Zurong, & Jing

16 .Lewan

معادل ۰/۸۹۳۰ و میزان ناکارایی فنی در این حالت ۰/۱۰۷ است و در گروه تجهیز و نوسازی نشده میانگین کارایی فنی حدود ۱/۶۱۳۰ و میزان عدم کارایی فنی در این حالت معادل ۰/۶۱۳ است و میانگین کارایی تخصیصی معادل ۰/۸۸۹۶ و میزان ناکارایی فنی در این حالت ۰/۱۱۰۴ است. که نتایج بیش تر و تحلیل خروجی نرم افزار DEAP1.2 به شرح در جدول (۵) آمده است:

جدول ۵: محاسبه کارایی تخصیصی، کارایی فنی و کارایی کل

تجهیز و نوسازی شرکت کرده‌اند			تجهیز و نوسازی شرکت کرده		
کارایی	میانگین	انحراف معیار	کارایی	میانگین	انحراف معیار
کارایی تخصیصی	۰/۸۹۳۰	۰/۱۶۶۰۷	کارایی تخصیصی	۰/۸۸۹۶	۰/۱۶۷۰۱
کارایی فنی	۰/۸۶۶۷	۰/۱۶۳۴۰	کارایی فنی	۰/۸۶۳۸	۰/۱۶۳۲۴
کارایی کل	۰/۷۹۷۰	۰/۲۴۹۷۷	کارایی کل	۰/۷۹۱۳	۰/۲۵۱۳۰
جمع	۷۳		جمع	۷۴	

در نهایت با توجه به میانگین کارایی در هر دو حالت یعنی هم بازدهی ثابت و هم بازدهی متغیر، کشاورزانی که در طرح تجهیز و نوسازی شرکت کرده‌اند نسبت به کشاورزانی که در این طرح شرکت نداشته‌اند کاراتر هستند. پیس^{۱۷} (۲۰۰۰)، باتیس و کولی^{۱۸} (۱۹۹۵) و اودک^{۱۹} (۲۰۰۹) به نتایج مشابه‌ای دست یافتند.

۵- جمع‌بندی

- نتایج در مورد کارایی در بخش کشاورزی نشان داد، تولیدکنندگانی که در طرح تجهیز و نوسازی شرکت کرده‌اند از کارایی لازم برخوردار نبوده‌اند. با توجه به میانگین کارایی کشاورزانی که در طرح تجهیز و نوسازی شرکت کرده‌اند کارایی بیشتری برخوردار هستند. علی‌رغم اینکه دولت بودجه و هزینه زیادی برای تجهیز و نوسازی در پیش گرفته است عملاً این سیاست تأثیر معنی‌داری در کارایی کشت گندم نداشته است.
- برای پایداری نتایج نشان داد با توجه به میانگین رد پای کل تولید یک هکتار گندم در اراضی که تجهیز و نوسازی انجام نداده‌اند بیشتر از رد پای کل اراضی است که تجهیز و نوسازی انجام داده‌اند که تمامی این شاخص‌ها نشان از پایداری بیشتر تولید در اراضی است که تجهیز و نوسازی انجام داده‌اند. علی‌رغم اینکه طرح تجهیز و نوسازی برگرفته از الگوهای مدنی‌اسیون جهانی در تضاد با پایداری در بخش کشاورزی است، نحوه اجرای آن به نحو مطلوبی بوده و عملاً منجر به ناپایداری نشده است.

منابع و مراجع

1. Banker, A. (1978); "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research. 1978.
2. Battese GE., & Coelli TG ., (1995); " A model for technical inefficiency effect in a stochastic frontier production function for panel data", Emp. Econ. 20(2):325-332.
3. Blarel, B., Hazell, P., Place, F. & Quiggin, J. (1992); "The Economics of Farm Fragmentation: Evidence from Ghana and Rwanda", World Bank Economic Review, 6 (20): 233-254.

17 . Piess

18 . Battese and coelli

19 . Odeck

4. Bosshaq, M.R.; Afzali Nia, F. & Moradi, H(2012); “ *Measuring indicators and A case study of Ravansar, Iran*”, International journal of agriscience. Vol.2. No. 6, pp.550-557.
5. Cerutti, A., Beccaro, G., Bagliani, M., Donno, D., Bounous, G., (2013); “ *Multifunctional Ecological Footprint Analysis for assessing eco-efficiency: a case study of fruit production systems in Northern Italy*”, Journal of Cleaner Production, 40: 108-117.
6. Coelli, T., Rahman, S., Thirtle, C., (2002); “ *Technical, Allocative, Cost and Scale Efficiencies in Bangladesh Rice Cultivation: A Non-parametric Approach*”, Journal of Agricultural Economics, Vol. 53, NO. 3, PP. 607-626.
7. Fang, K., Heijungs, R., Snoo, G., (2014); “ *Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family*”, Ecological Indicators, 36 : 508– 518.
8. Gilman, R., (1996); “ *Sustainability*”, Fram.: <http://www.context.org>.
10. Huijbregts, M., Hellweg, S., Frischknecht, R., Hungerbühler, K., Hendriks, G (2008); “ *Ecological footprint accounting in the life cycle assessment of products*”, Ecological Economics 64: 798-807.
11. Kalantari, K., Abdollahzadeh, G (2008); “ *Factors Affecting Agricultural Land Fragmentation in Iran: A Case Study of Ramjerd Sub-District in Fars Province*”, American Journal of Agricultural and Biological Sciences Vol 3, No 1: 358-363.
12. McDonald, G. W., Patterson, M. G., (2004); “ *Ecological Footprints and Interdependencies of New Zealand Regions*”, Ecological Economics, Vol. 50, No. 1-2, PP. 49-67.
13. Odeck, J. (2009); “ *Statistical precision of DEA and Malmquist indices: A bootstrap application to Norwegian grain producers*”, Omega, 37(5), 1007- 1017.
14. Piesse, Jenifer (2000); “ *A Stochastic Frontier Approach to Firm Level Efficiency Technological Change and Productivity during the Early Transition in Hungary*”, Journal of Comparative Economics <www.repec.org>.
15. Praneetvatakul, S.; Janekarnkij, P.; Potchanasin, C. & Prayoonwong, K (2001); “ *Assessing the sustainability of agriculture: A case of Mae Chaem Catchment, northern Thailand*”, Environment international journal. No. 27, pp.103-109.
16. Sobhanipor, A. (1996); “ *Principles and essentials of farm development program*”, Soil and water management of Jihad-e- Agricultural organization of Gilan province. (In Farsi).
17. Wackernagel, M., (1994); “ *Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: a Tool for Planning toward Sustainability*”, a Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, University of British Columbia.
18. Wackernagel, M., Rees, W., (1996); “ *Our ecological Footprint: reducing human impact on the earth*”, New Society Publishers, Gabriola Island, Canada.
19. Lewan, L. & Simmons, C., (2001); “ *The use of Ecological Footprint and Biocapacity Analysis as Sustainability Indicators for Sub-national Geographical Areas: A Recommended Way Forward* ”, European Common Indicators Project, Includes feedback from Oslo Workshop 23-25th, 27th August, Italia.
20. Mahdavi Damqani, A.; Koocheki, A.; Rezvani Moqaddam, P. & Nassiri Mahallati, M. (2006); “ *Studying the sustainability of a wheat-cotton agroecosystem in Iran*”, Asian journal of plant sciences. No. 5, pp. 559-562.
21. Zurong, D., Jing, L., (2010); “ *Ecological Footprint and Reflections on Green Development of Hangzhou, Energy*”, Procedia, Vol. 5, PP.118–124.
22. Zurong, D., Jing, L., (2010); “ *Ecological Footprint and Reflections on Green Development of Hangzhou, Energy*”, Procedia, Vol. 5, PP.118–124.



دوفصلنامه فناوری در کشاورزی

با ما در صفمات مجازی همراه شوید...



رسانه‌ای غیر برخط با تولید محتوای نوشتاری و چندرسانه‌ای به دنبال ترویج کشاورزی مهندسی است. دوفصلنامه "فناوری در کشاورزی" (با شماره پروانه ۸۰۳۹۴ مورخ ۱۳۹۶/۰۸/۲۹ از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی) به دنبال انتشار مطالبی چند در ارتباط با طراحی، ساخت، ارزیابی و به کارگیری فناوری‌های مناسب در کشاورزی است.

امید است که با ارائه خدماتی ارزنده بتوانیم گامی در راستای دانش‌افزایی در این زمینه تخصصی برداشته باشیم و مطالبی درخور در راستای بهبود وضعیت کشاورزی و تأمین امنیت غذایی در اختیار خوانندگان گرامی قرار گیرد. عضویت در این وبسایت رایگان بوده و برای همه کاربران امکان‌پذیر است.

در پایان از همه صاحب‌نظران دعوت به عمل می‌آید تا ما را با انتقادات، پیشنهادات و البته مقالات خود در راستای غنای هرچه بیشتر محتوای مجله یاری فرمایند.

ارتباط با ما از طریق

info@agrimechanization.com

و همچنین لینک‌های زیر امکان‌پذیر است. کلیک کنید.

مکانیزاسیون کشاورزی به‌عنوان نخستین وبسایت کاملاً تخصصی در زمینه‌های مرتبط با مهندسی بیوسیستم و مکانیزاسیون کشاورزی همواره کوشیده است تا با جمع‌آوری و ارائه آخرین اخبار و مطالب مفید برای متخصصین و علاقمندان، از جمله اطلاع‌رسانی اخبارهمایش‌ها و ارائه دیدگاه‌های صاحب‌نظران به‌عنوان وبسایت مرجع در این زمینه عمل کند.

فعالیت ما در سال ۱۳۸۵ با ایجاد وبلاگ تخصصی مکانیزاسیون کشاورزی آغاز گردید و در سال ۱۳۹۲ نخستین وبسایت تخصصی مکانیزاسیون کشاورزی ایجاد شد. از بدو ایجاد این وبسایت تبیین مفاهیم پایه‌ای در دستور کار قرار گرفت. البته، لازم بود تلاش بیشتری در راستای جامعیت وبسایت و دانش‌افزایی در این زمینه تخصصی شود. بنابراین، به انتشار محتوای آموزشی و ترویجی پرداختیم. نخست این محتوا با عنوان مجله الکترونیکی مکانیزاسیون کشاورزی منتشر گردید، سپس محتواهای چندرسانه‌ای به آن افزوده شد. با اخذ مجوز رسمی از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، از پاییز ۱۳۹۶، این مجله جای خود را به دو فصلنامه فناوری در کشاورزی داد که به‌عنوان



وب سایت تخصصی
مکانیزاسیون کشاورزی



۵-۱ مقدمه‌ای بر بینایی برجسته‌بین^۱: هندسه سه بعدی

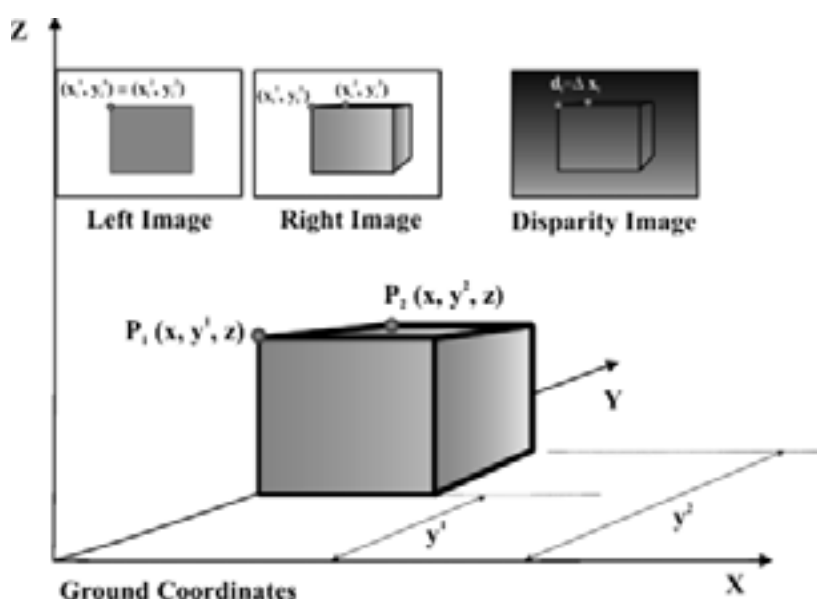
جهان قابل رؤیتی که ما در آن زندگی می‌کنیم دنیایی سه بعدی است که سه متغیر مستقل برای تعیین محل و مرزبایی اشیایی که با حواس خود می‌توانیم درک کنیم کفایت می‌کند. بلند، پهنا و ژرفا اطلاعاتی کافی برای محصور کردن ناحیه‌ای از فضا که توسط یک شی بی جان یا جان‌دار اشغال شده است و همچنین برای موقعیت‌یابی دقیق آن، فراهم می‌آورند. بینایی شگفت‌انگیزترین حس انسان است. دو چشم ما، خردمندانه در ارتفاعی یکسان از زمین و فاصله‌ی افقی مشخصی از یکدیگر قرار دارند و به مغز اجازه مقایسه تصاویر ثبت شده توسط شبکه‌های دو چشم را می‌دهد تا فاصله اشیای پیرامون تا چشم‌ها را تخمین بزند. این اصل بنیادی برجسته‌بینی است که هم توسط انسان و هم ادراک رایانه‌ای به کار می‌رود. برای بررسی یک صحنه در ادراک رایانه‌ای به جای استفاده از مغز برای تطبیق تصاویر حاصل از چشم‌های چپ و راست و استنتاج خصوصیات سه بعدی (3D)، یک الگوریتم کامپیوتری یک جفت تصویر دیجیتالی را که هم‌زمان توسط یک دوربین استریو گرفته شده است به یکدیگر مرتبط می‌کند و اشیای یکسانی را در هر دو تصویر شناسایی کرده و تفاوت آنها را از لحاظ موقعیت پیکسل‌ها اندازه‌گیری می‌کند. این تفاوت عدم شباهت^۲ نامیده می‌شود و توأم با پارامترهای دیگر دوربین، رایانه‌ها را قادر می‌سازد که یک صحنه واقعی را در یک تصویر مجازی سه بعدی از نو خلق کنند. پیروی از برتری بینایی انسان آرزوی افرادی است که در زمینه رباتیک و هوش مصنوعی کار می‌کنند. اصول برجسته‌نمایی جدید نیستند، این اصول در قرن نوزدهم کشف شدند. افرادی که از خانه آبراهام لینکلن در اسپرینگفیلد (ایلینوی، ایالات متحده آمریکا) بازدید کرده‌اند یک استریوسکوپ برای مشاهده دوبینی^۳ تصاویر برجسته را به یاد خواهند آورد. این ابزار با ایجاد توهمی از عمق، یک تفریح بدیع در آن زمان محسوب می‌شد. پیش از این که فناوری رباتیک قادر به بهره‌گیری از اثر استریو^۴ باشد می‌بایست بیش از یکصد سال از ساخت این استریوسکوپ سپری می‌شد. اگرچه، ماشین بینایی تک‌چشمی در طی سه دهه گذشته به کرات مورد بررسی قرار گرفته است، اما تنها در طی ده سال گذشته حسگرهای استریو مورد محبوبیت قرار گرفته و ترویج یافتند. دلیل این تأخیر پیچیدگی در یافتن هم‌زمان یک شی در هر دو تصویر بود. در اواخر دهه ۱۹۹۰، پردازنده‌ها از سرعت کافی برخوردار بودند تا الگوریتم‌هایی که اجازه هم‌بستگی موفقیت‌آمیز هم‌زمان تصاویر استریو می‌دهند را اجرا کنند.

بنابراین مدتی بعد دوربین‌های دوچشمی فشرده در بازار حسگرها و الکترونیک با رشد فزاینده‌ای ظاهر شدند و کاربردهای ادراک برجسته برخیزد در بسیاری از زمینه‌ها، بخصوص رباتیک متحرک فراگیر شد. هرچند، دستیابی به این موفقیت فناوری محور، تأثیری بر خودروهای کشاورزی نداشت، مگر در مواردی نادر، اما در عین حال پتانسیل فوق‌العاده‌ای برای استفاده در خودروهای غیرجاده‌ای هوشمند داشت. ظرفیت نگاشت صحنه‌های کشاورزی در سه بعد گامی قابل توجه و رای تصویربرداری دوبعدی است که در حال حاضر در کاربردهای سنجش از راه دور فراهم است. تشخیص آنی موانع، تعداد زیادی گزینه حفاظتی از خودروهای خودکار پیش رو قرار می‌دهد، که پس از تحلیل تصاویر استریو درختان و محصولات ردیفی می‌توان دستورات ناوبری را تعیین کرد.

یک صحنه سه بعدی را هرگز نمی‌توان به طور منحصر به فردی به وسیله یک تصویر دوبعدی نشان داد زیرا یک نقطه در صفحه تصویر را می‌توان کاملاً به وسیله مختصات تصویر آن (x^p, y^p, z^p) توصیف کرد، در حالیکه همان نقطه در فضا نیازمند اطلاعاتی از مختصات سه بعدی (x^p, y^p, z^p) است. ژرفا یا همان فاصله بین نقطه و صفحه تصویر اطلاعاتی است که در یک

- 1 - Stereoscopic Vision
- 2 - Disparity
- 3 - Cross-eyed
- 4 - Stereo Effect

تصویر ساده از یک صحنه سه بعدی از دست می رود. لذا یک تصویر ثانویه از همان صحنه گرفته می شود تا اثر استریو^۵ حاصل شود و با تطابق این دو تصویر بُعد سوم که در تصاویر دو بعدی از دست رفته است محاسبه شود. این واقعیت به این معنی نیست که بینایی ماشینی تک چشمی ارزشمند نیست، بلکه بالعکس به خصوص در ارتباط با دوربین های تک لنزی کاربردهای وسیعی دارد. البته، بینایی برجسته بینی احتمالات و روشی کاملاً جدید را برای درک اشیا می دهد. در واقع، هر دو فناوری ماشین بینایی مکمل هم بوده و اغلب زمانی که یکی با مشکل مواجه شود، دیگری بر آن برتری دارد، و بالعکس. طبیعت هر کاربرد فاکتور تصمیم گیری است که کدام یک انتخاب شود، البته در حالات کلی، روش تصویربرداری استریو راه حل کامل تری را ارائه می دهد زیرا مختصات سومی را به دو مختصات دیگر که در بینایی تک چشمی موجود است اضافه می کند. واضح است این پیچیدگی نیاز به محاسبات بسیار بیشتر پردازش تصویر منجر می شود که این مورد باید در طراحی ماشین ادراکی^۶ مورد توجه قرار گیرد.



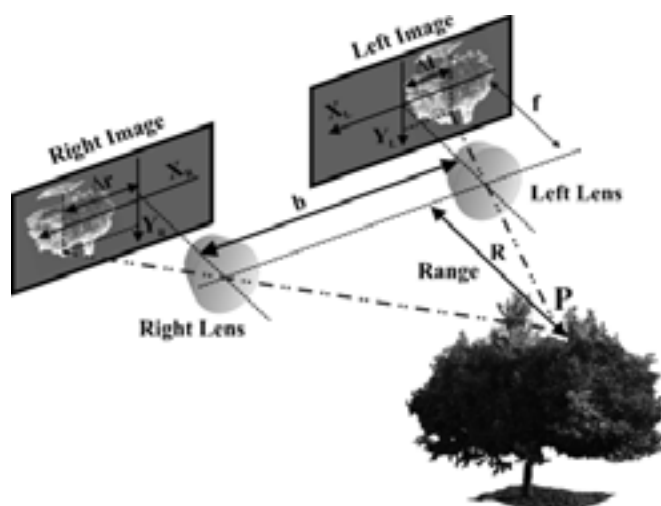
شکل ۵-۱. نمایش مفهومی تولید یک تصویر سه بعدی

یک تصویر سه بعدی با تخمین موقعیت های نقاط در صفحات موازی با صفحه تصویر (X و Z مختصات سه بعدی از مختصات تصویر x_i و y_i) ساخته می شود و سپس عمق (مختصات y) از تصاویر اختلافی^۷ محاسبه می شود. بیابید مسئله بازسازی یک صحنه سه بعدی از تصاویر دوبعدی در طراحی بصری تصویر ۵-۱ را ترسیم کنیم. در این صحنه سه بعدی، P_1 و P_2 دو نقطه مجزا بر شی مورد نظر هستند، اما در دامنه تصویر دوبعدی مرجع (تصویر سمت چپ) در یک مکان نمایش داده می شوند. این دو نقطه تنها از لحاظ موقعیت عمق (مختصات y) تفاوت دارند. اگر تصویر دومی (تصویر سمت راست) باشد که شرایط برجسته بینی را برآورده سازد، مشخص می شود که نقاط P_1 و P_2 موقعیت های مختلفی در تصویر سمت راست دارند که عمق آن ها را می توان به وسیله تصاویر اختلافی محاسبه کرد. به طوری که اختلاف در هر دو نقطه مقادیر متفاوتی دارند. مختصات کارتزین سه بعدی این دو نقطه توسط $P_1(x, y', z)$ و $P_2(x, y'', z)$ مشخص می شود. در ادامه این بخش روابط ریاضیاتی لازم برای انجام این انتقالات و ساخت تصاویر سه بعدی با دوربین های برجسته بین بیان می شود.

هدف محاسبات استریو ساخت یک تصویر سه بعدی از یک جفت تصویر استریو است که همزمان توسط یک دوربین استریو دریافت شده اند. این تصاویر استریو دو تصویر دیجیتالی متداول (متشکل از پیکسل) هستند که برای حصول اثر استریو تحت شرایط خاصی گرفته اند. این ساختار ویژه، در ساده ترین حالت برای نیل به هندسه استریویی^۸، هر دو سنجنده تصویر

- 5 - Stereo effect
- 6 - Perception engine
- 7 - Disparity
- 8 - Stereo geometry

(آرایه‌های الکترونیکی حساس) را وادار می‌کند که لنزها با طول کانونی یکسان f^9 و در مکان‌هایی که تصویربردارها در یک فاصله مشخص از صفحه $X_i Y_i$ قرار گرفته و تصاویر سمت و سمت راست هم‌سطح^{۱۰} گردد. بدین معنی که بازه یا عمق هر نقطه سنجیده شده برای هر دو تصویر جفت استریو دقیقاً یکسان باشد. به علاوه، محورهای افقی (X_i) هر دو تصویر باید در یک خط مستقیم واقع شوند که به عنوان محدودیت اپیپلار^{۱۱} شناخته می‌شود. شکل ۵-۲ شماتیک یک صفحه استریو گرفته شده به وسیله یک دوربین استریو دو چشمی را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۲. پارامترهای مهم درگیر در برجسته‌بینی

تصویر شکل ۵-۲ شامل همه پارامترهای کلیدی درگیر در محاسبات استریو است. فاصله بین مراکز کانونی لنزهای سمت چپ و راست به عنوان خط مبنای دوربین استریو تعریف و در تصویر با b نشان داده شده است. طول کانونی هر دو لنز دوربین (که برای هردو باید یکسان باشد) با f نمایش داده شده و نهایتاً بازه یا فاصله سنجیده شده تا شیء توسط R مشخص می‌شود. عمل ضروری در مشاهده استریویی محاسبه نگاشت‌های اختلافی در برگزیده مثلث‌بندی است. به منظور ایجاد نمایشی سه‌بعدی از درخت، تصویر ۵-۲، می‌بایست دو تصویر (چپ و راست) هم‌زمان گرفته شوند. در نتیجه، هر نقطه بر روی درخت، فرضاً نقطه P ، در محل‌های مختلف در تصاویر استریو، (X_L, Y_L) برای تصویر چپ و (X_R, Y_R) برای تصویر سمت راست نگاشت خواهند شد. محدودیت اپیپلار برجسته‌بینی به مختصات X اجازه مقایسه می‌دهد. اگر فواصل افقی تصویر نقطه P بر روی صفحات تصویر توسط Δr برای تصویر سمت راست و Δl برای تصویر سمت چپ نمایش داده شوند، مقدار تفاوت آن‌ها d با اختلاف آن‌ها به دست می‌آید که در معادله ۵-۱ بیان می‌گردد:

$$d = \Delta r - \Delta l \quad (5.1)$$

هر دو فاصله (Δl و Δr) بر حسب پیکسل اندازه‌گیری می‌شوند و علائم آن‌ها به محل قرارگیری شیء مورد نظر و سیستم مختصاتی انتخاب شده برای تصاویر سمت چپ و راست بستگی دارد. اختلاف پارامتر بنیادی مورد استفاده برای محاسبه بازه نقطه P به روش مثلث‌بندی است. شکل ۵-۳، پارامترهای هندسی اصلی در محاسبه بازه نقطه P است که Δr و Δl با توجه به مراکز هندسی تصاویر چپ و راست اندازه‌گیری می‌شوند. یادآوری می‌شود که با توجه به سیستم مختصاتی انتخاب شده در تصاویر ۵-۲ و ۵-۳، Δl منفی و Δr مثبت است. محور X بر خلاف جهت تعریف شده بود، علائم Δr و Δl باید برعکس می‌گشت. اما بزرگی اختلاف باید همان مقدار به دست آمده، یعنی برابر با افزوده هر دو کمیت باقی بماند.

- 9 - Identical
- 10 - Coplanar
- 11 - Epipolar

خط مبنا (b)، نشان داده شده در شکل ۳-۵ به فاصله AC موازی با صفحات تصویر را می‌توان با معادله ۳-۵ محاسبه کرد که تشابه مثلث‌ها معادله ۲-۵ را شکل می‌دهد. به طوری که در تصویر ۳-۵ برقرار است.

$$\begin{cases} \frac{R}{AB} = \frac{f}{|\Delta l|} \rightarrow \overline{AB} = \frac{|\Delta l| \cdot R}{f} \\ \frac{R}{BC} = \frac{f}{|\Delta r|} \rightarrow \overline{BC} = \frac{|\Delta r| \cdot R}{f} \end{cases} \quad (5.2)$$

$$b = \overline{AC} = \overline{AB} + \overline{BC} = \frac{|\Delta l| \cdot R}{f} + \frac{|\Delta r| \cdot R}{f} = (|\Delta l| + |\Delta r|) \cdot \frac{R}{f} = (\Delta r - \Delta l) \cdot \frac{R}{f} = \frac{d \cdot R}{f} \quad (5.3)$$

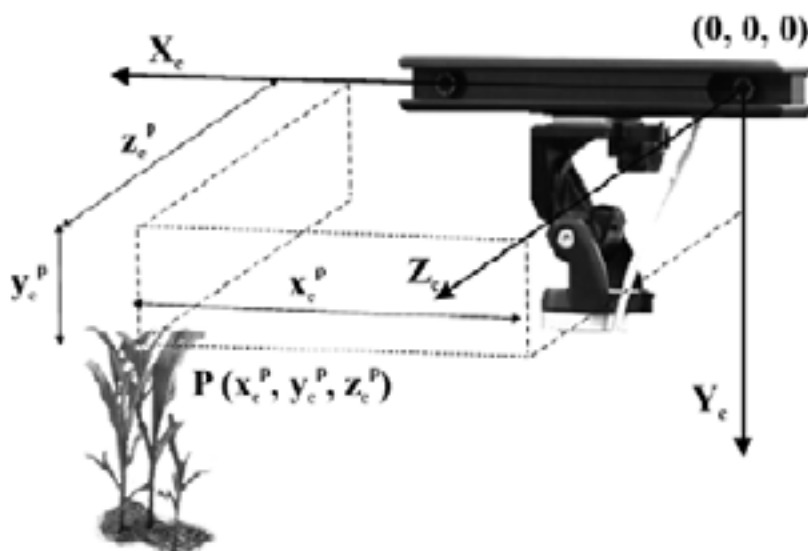
معادله ۳-۵، بیانی را برای بازه به‌عنوان تابعی از خط مبنا، طول کانونی و اختلاف فراهم می‌آورد. البته توجه داشته باشید که یک فاکتور تبدیل بین پیکسل‌ها و فاصله‌ها باید درگیر گردد تا اطمینان حاصل شود که این ارتباط با توجه به واحدها همگن است. این فاکتور اندازه پیکسل‌هایی است که آرایه سنسور - یعنی رزولوشن سنسور - را تشکیل می‌دهند که به‌وسیله ω (mm/pixel) در عملیات پایانی برای بازه نشان داده می‌شود (معادله ۴-۵). استفاده از این معادله ساده است. مثلاً یک دوربین استریو با یک خط مبنا ۹۰ mm و پیکسل‌های مربعی با ابعاد ۰/۰۰۷۵ میلی‌متر یک بازه ۹ m را برای اختلاف ۱۰ پیکسل می‌دهد.

$$R [\text{mm}] = \frac{b [\text{mm}] \cdot f [\text{mm}]}{d [\text{pixel}] \cdot \omega [\text{mm} \cdot \text{pixel}^{-1}]} \quad (5.4)$$

اگر بازه متناظر با محور Z در یک سیستم مختصات دوربین معمولی مانند آنچه که در شکل ۴-۵ نشان داده شده است، باشد، معادله ۴-۵ مختصات z^p نقطه مطلوب P را مستقیماً فراهم می‌کند، اما دو مختصات دیگر x و y در دنیای واقعی نیز باید محاسبه شوند. فرایند مورد استفاده برای تعیین آنها معرف مثلث‌بندی انجام شده برای کاهش بازه است. اما در عوض مقدار بازه R و مختصات تصویر (x_i^p, y_i^p) ثبت شده در تصویر مرجع (چپ یا راست مطابق با دوربین مخصوص نصب شده بر روی ماشین) استفاده شدند. عبارت پایانی که یک پیکسل را از فضای تصویر به یک نقطه در فضای سه بعدی تبدیل می‌کند توسط معادله ۵-۵ به‌دست می‌آید:

$$\begin{aligned} x^p &= \frac{x_i^p \cdot \omega \cdot R}{f} \\ y^p &= \frac{y_i^p \cdot \omega \cdot R}{f} \end{aligned} \quad (5.5)$$

$$z^p = R.$$



شکل ۴-۵. تعریف مختصات دوربین برای سنسورهای استریو دوچشمی

پس از این که سامانه درک^{۱۲} توسط انتخاب پارامترهای بهینه دوربین مانند خط مبنا، لنز، و سنسور تصویر بردار انجام گرفت، تمایل بر این است که این پارامترها ثابت باقی بمانند و بنابراین معادله ۵-۵ را می توان با معرفی ثابت تبدیل مختصات T که به وسیله معادله ۶-۵ تعیین می شود، ساده سازی کرد. معادله مورد استفاده برای تبدیل مختصات تصویر (x_i^p, y_i^p) در فضاییکسل به مختصات سه بعدی در واحدهای طول (x^p, y^p, z^p) به شکل ماتریس در معادله ۷-۵ نشان داده می شود.

$$T = \frac{\omega}{f} [\text{pixel}^{-1}] \quad (5.6)$$

$$\begin{bmatrix} x^p \\ y^p \\ z^p \end{bmatrix} = R_{\text{meters}} \cdot \begin{bmatrix} T & 0 & 0 \\ 0 & T & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{\text{pixel}^{-1}} \cdot \begin{bmatrix} x_i^p \\ y_i^p \\ 1 \end{bmatrix}_{\text{pixel}} \quad (5.7)$$

به محض آن که پارامترهای دوربین اصلی برای استفاده خارج از جاده ای انتخاب شدند (بخش ۵-۴)، مهم است که برآوردی از کم ترین تغییر در بازه ای که سیستم می تواند تشخیص دهد به دست آید. به بیان دیگر، زمانی که اختلاف یک واحد تغییر می کند، چه تغییری در بازه روی می دهد؟ عدم تطابق ها به طور معمول برحسب پیکسل اندازه گیری می شوند، اما دوربین های با عملکرد بالا عموماً در سطوح کوچک تر از پیکسل کار می کنند تا تطابق^{۱۳} را افزایش دهند. تنوع در بازه با توجه به عدم تطابق را می توان با دیفرانسیل گرفتن از معادله ۵-۴ به دست آورد (معادله ۸-۵):

$$\frac{\partial R}{\partial d} = - \frac{b \cdot f}{\omega} \cdot \frac{1}{d^2} = - \frac{b \cdot f}{\omega} \cdot \frac{1}{\frac{b^2 \cdot f^2}{\omega^2 \cdot R^2}} = - \frac{\omega}{b \cdot f} \cdot R^2 \quad (5.8)$$

با جایگزینی دیفرانسیل های معادله ۸-۵ با افزایش های جزئی و چشم پوشی از علامت منفی، معادله ای جبری که اجازه دهد تا دقت برد^{۱۴} به عنوان تابعی از اختلاف برای یک سیستم استریو برآورد شود در معادله ۹-۵ نشان داده می شود:

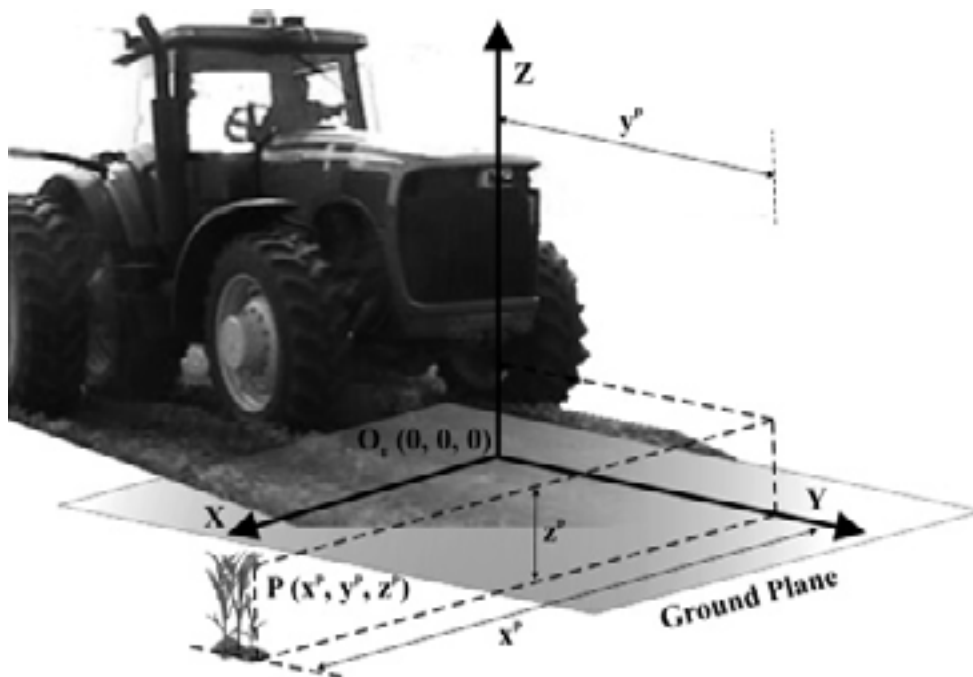
$$\Delta R = \frac{\omega}{b \cdot f} \cdot R^2 \cdot \Delta d \rightarrow \Delta R = \frac{T}{b} \cdot R^2 \cdot \Delta d \quad (5.9)$$

توضیح دقت برد و معادله ۹-۵ داده شده دلالت بر آن دارد که خطوط مبنای وسیع، طول های کانونی بلند، و آرایه های سنسور پیکسل های ریز برای دست یافتن به ΔR کوچک، که منجر به نتایج دقیق تر برای یک عدم قطعیت مشخص Δd می شوند، مطلوب هستند. اگرچه، دقت برد با مربع بازه کاهش می یابد، بدین معنی که با دور شدن شی مورد نظر از دوربین، کاهش دقت برد سریعاً افزایش می یابد.

هدف از انتقال به دست آمده از بکارگیری معادله ۷-۵ محاسبه همه مختصات است که در بردارنده یک صحنه واقعی در یک سیستم کارترین سه بعدی مختصاتی است. اگر داده های خروجی دوربین های استریو فضای باز به این فرمت باشند، مهندسی که پیرامون روباتیک کشاورزی فعالیت می کنند باید تلاش خود را متوجه توسعه دادن خودروهای با عملکرد بالا کنند و نه به دنبال بهبود کارهای داخلی سنسورهای خاص باشند که معمولاً شرکتهای تجاری به نحو احسن انجام می دهند. مختصات تصویر و سیستم های مختصاتی تصویر از فرعیات هستند. بالعکس، سیستم مختصاتی توده های نقطه ای سه بعدی^{۱۵} که توسط دوربین استریو ایجاد می شوند و مورد استفاده متخصصین روباتیک و طراحان خودرو هستند امری حیاتی است. مختصات (x^p, y^p, z^p) حاصل از معادله ۷-۵ برای نقطه P به عنوان مختصات دوربین شناخته می شوند و باید مناسب تر برچسب - زنی (x_e^p, y_e^p, z_e^p) شوند. مختصات دوربین نشان داده شده در شکل ۵-۴ برای یک دوربین که لنز سمت چپ آن مرجع است (از پشت دیده می شود)، به طوری که با مبدأ $O_e(0,0,0)$ نشان داده می شود. در این سیستم مختصاتی، صفحه $X_e Y_e$ منطبق با

- 12 - Perception
- 13 - Precision
- 14 - Range Resolution
- 15 - 3D point clouds

صفحه تصویر بردارها^{۱۶} است. بازه^{۱۷} Z_c عمود بر صفحه $X_c Y_c$ است، محور Y_c بعد قائم بر تصویر مرجع که به سمت پایین، روند افزایشی دارد را دنبال کرده و محور X_c منطبق با بعد افقی تصویر مرجع است (از راست به چپ مقادیر مثبت افزایش می یابند). مبدأ مختصات دوربین در مرکز اپتیکی یکی از لنزها است، که طراح دوربین به دلخواه درباره آن تصمیم می گیرد. مختصات دوربین نشان داده شده در شکل ۵-۴ موارد استاندارد هستند که در آن ها نقاط توده های سه بعدی بیان می شوند، هر چند کاملاً به موقعیت و جهت دوربین وابسته هستند. حرکت دادن سنسور از بالای کابین ماشین برداشت، که سمت پایین را هدف قرار داده است، به دماغه برداشت منجر به تغییری کلی در سیستم مرجع می شود: به سادگی یک تغییر افقی ساده نیست بلکه چرخش را هم شامل می شود، زیرا دوربین ممکن است در راستای مستقیم نگاه کند به جای این که نگاهش روبه جلو باشد. به منظور پیشگیری از این وابستگی، لازم است که یک سیستم جدید مختصاتی تعریف شود. این مختصات باید مستقل از موقعیت و جهت سنسور باشد. تجهیزات خاص مورد استفاده سرانجام خصوصیات مشخصه این سیستم را تعریف می کند، اما بعضی از خصوصیات عمومی را می توان در اینجا بیان کرد. از آنجا که یکی از خصوصیات اصلی روباتیک کشاورزی این است که خودروهای هوشمند باید زمینی^{۱۸} باشند، چنین مختصات زمینی را می توان به صورتی که در ادامه می آید تعریف کرد. محور Z ارتفاع شی را نشان می دهد، محور Y فاصله بین دوربین و شی را تأمین می کند و محور X موقعیت های افقی را با توجه به مرکز مختصات ثبت می کند. مبدأ مختصات زمینی بر روی زمین قرار دارد ($Z=0$) و موقعیت دقیق آن در ارتباط با خودرو به وسیله هر دستگاه تعریف می شود. شش مورد مطالعاتی در پایان این فصل مثال هایی را از سیستم های مختصات زمینی و تبدیلات آن ها از مختصات دوربین را فراهم می آورند. شکل ۵-۵ یک سیستم مختصات زمینی عمومی و یک شی که به آن مرجع دهی شده است را نشان می دهد.



شکل ۵-۵. مختصات زمینی برای یک خودروی غیرجادهای هوشمند.

- 16 - Imagers
- 17 - Range
- 18 - Grounded

Hi-flow Unpowered Measured Irrigation Controller (HUMIC)

Bernie Omodei | Measured Irrigation | 5/50 Harvey Street East, Woodville Park SA 5011



BOMODEI@MEASUREDIRRIGATION.COM.AU

Introduction

The Unpowered Measured Irrigation Controller (UMIC) has a limited flow rate because the magnetic valve is quite small. HUMIC uses a much larger magnetic valve. HUMIC uses an Irritrol 2400 Series solenoid valve with 25mm BSP inlet and outlet. The water supply pressure should be between 69 kPa and 1034 kPa (10 – 150 psi). Provided you have a continuous water supply to HUMIC, you can leave your irrigation application unattended for weeks on end.



Hi-flow Unpowered Measured Irrigation Controller (HUMIC)



Unpowered Irritrol solenoid valve

How large can the plot be?

It is assumed that you have already established your irrigation system. Provided that the irrigation system is already working effectively, you can use one or more HUMIC's to automate the irrigation system for any size plot. For irrigation systems that require a very large flow rate, you can use a Smart Solenoid Irrigation Controller.

Instructions for installing the Hi-flow Unpowered Measured Irrigation Controller (HUMIC)

Installing the Hi-flow Unpowered MI Controller is incredibly simple. Start with any pressurised irrigation application. Before installing the controller, it is assumed that the irrigation is operated manually by opening and closing the main valve.

- Step 1.** Position the evaporator in a suitable location so that the evaporation matches the evaporation in your garden.
- Step 2.** Connect the water supply to the inlet of the HUMIC (the inlet is on the opposite side to the adjustable control dripper).
- Step 3.** Connect the HUMIC outlet (next to the adjustable control dripper) to the irrigation zone.
- Step 4.** Position the float over the solenoid and use the two wing-nuts to secure the aluminium bar that prevents the float from jumping off the solenoid when the irrigation stops.



Position the float over the solenoid



Use the two wing-nuts to secure the aluminium bar

- Step 5.** Turn on the water supply and the irrigation should start. The adjustable control dripper drips water into the evaporator.
- Step 6.** Fill the evaporator with water until the float jumps up as the solenoid valve closes.
- Step 7.** The float falls as water slowly evaporates from the evaporator. When the float reaches the low level, the irrigation starts automatically. The float rises as the control dripper drips water into the evaporator. When the float reaches the high level the irrigation stops automatically. The cycle continues indefinitely.



Fill the evaporator



The irrigation starts when the float reaches the low level



The irrigation stops when the float reaches the high level

- Step 8.** Adjust the control dripper to suit the water requirements of your plants
- Step 9.** You may wish to protect the evaporator to prevent animals drinking the water, but make sure that you do not impede the evaporation (chicken wire is ideal).

Replace the water and clean the HUMIC regularly to remove algae and other contaminants.

Because the HUMIC is so simple, there are fewer things to go wrong.

How to adjust irrigation frequency for UMIC

To increase the options for the irrigation frequency, HUMIC is provided with the following float components:



Float with magnet (1 provided)



Float without magnet (2 provided)



Half float (2 provided)



Full slide (2 provided)



Cut slide (2 provided)



UV resistant rubber bands

The following diagrams shows the irrigation frequency for various float assemblies. The irrigation frequency is controlled by the net evaporation from the evaporator between irrigation events.



13mm net evaporation between irrigation events (zero gap between magnet and bottom of full slides)



19mm net evaporation between irrigation events (zero gap between magnet and bottom of full slides)



23mm net evaporation between irrigation events (zero gap between magnet and bottom of full slides)



26mm net evaporation between irrigation events (20mm gap between magnet and bottom of full slides)



31mm net evaporation between irrigation events (zero gap between magnet and bottom of cut slides)



37mm net evaporation between irrigation events (10mm gap between magnet and bottom of cut slides)



44mm net evaporation between irrigation events (15mm gap between magnet and bottom of cut slides)



48mm net evaporation between irrigation events (20mm gap between magnet and bottom of cut slides)

Provided that the water level in the evaporator is between the low level and the high level, you can start the irrigation manually at any time by pressing the float down.

For example, you may wish to irrigate at sunset each day assuming that the water level is between the low level and the high level at sunset. Simply push the float down at sunset to start irrigating.

You can delay the next irrigation or stop the irrigation at any time by removing the float. The irrigation cannot start again until the float is replaced.

It is important to realise that when you adjust the irrigation frequency by adjusting the float, the water usage (litres per week for example) does not change. Both the irrigation frequency and the water usage are directly proportional to the net evaporation rate.

How to adjust water usage for the HUMIC

Adjusting water usage by adjusting the control dripper

If your plants are not getting enough water, turn the control dripper clockwise to reduce the flow rate of the control dripper. If your plants are getting too much water, turn the control dripper anticlockwise to increase the flow rate of the control dripper

changing the water usage does not change the irrigation frequency

changing the irrigation frequency does not change the water usage

This is important because it means that the water usage and the irrigation frequency can be adjusted independently.

Adjusting water usage by adjusting the surface area

You can also adjust the water usage by adjusting the surface area of evaporation.

To increase the water usage, select one or more containers with vertical sides and connect the containers to the HUMIC evaporator. One way to connect containers is to drill in hole in the side of each container and to insert a rubber grommet into each hole. Insert a barbed connector into each grommet, and then use a length of flexible tube to connect the containers. The water level will be same in all containers and the surface area of evaporation is increased.

You can decrease the water usage by decreasing the surface area of evaporation (for example, by placing full bottles of water in the evaporator).

Pressure compensating drippers

If you have a pressurised irrigation system with pressure compensating drippers, then you should replace the adjustable control dripper with a precision adjustable dripper made from a combination of pressure compensating drippers (see Section 2.2). You can alter the water usage by either adjusting the precision adjustable dripper or changing the surface area of evaporation.

Key features of HUMIC

1. HUMIC is completely automatic
2. No electricity is needed (no batteries, no solar panels, no computers, and no electronics)
3. HUMIC is a smart irrigation controller – the irrigation is controlled by the prevailing weather conditions rather than a program
4. You can adjust the water usage by adjusting the control dripper
5. You can adjust the irrigation frequency by adjusting the float
6. Adjusting the control dripper does not change the irrigation frequency
7. Adjusting the float does not change the water usage
8. The irrigation frequency and the water usage are directly proportional to the net evaporation rate
9. If there is an unexpected heat wave, HUMIC will respond appropriately
10. When it rains, water enters the evaporator and delays the start of the next irrigation
11. The water usage is independent of the water supply pressure
12. HUMIC uses much less water without affecting the yield
13. HUMIC is incredibly simple and low tech and so there are fewer things to go wrong
14. Provided you have a continuous water supply, you can leave your irrigation application unattended for weeks on end



شرکت زیت سامانه پردیس

- همکار آزمون ماشین‌های کشاورزی - مرکز توسعه مکانیزاسیون وزارت جهاد کشاورزی
- اجرای پروژه‌های گلخانه - طراحی، ساخت و تجهیز
- طراحی، امداد و اصلاح باغات
- طراحی، اجرا و نگهداری فضای سبز
- تهیه نقشه‌های UTM

در ویدیویی که به همت شرکت زیست سامانه پردیس تهیه شده است؛
درصد آشنایی بینندگان محترم با نمونه انجام پیوند گردو هستیم

کلیک کنید:



نشانی: همدان، دانشگاه بوعلی سینا، ساختمان شماره ۲ مرکز رشد، واحد ۱
تلفن تماس: ۰۸۱-۳۸۲۴۸۳۳۲ ، ۰۹۲۱۳۳۴۹۲۸۷