تدوین نرم افزار سیستم خبره درانتخاب ادوات خاک ورزی

هومن شریف نسب[1]- رضا علیمردانی[2]- علیمحمد برقعی[3]

چکیده

با توجه به توسعهٔ روزافزون فناوری در دنیای امروز، می توان نماد پیشرفت علوم را با حضور رایانه در تمام زمینه های صنعتی و کشاورزی مشاهده نمود. کارایی و توانمندی رایانه موجب می شود تا انسان، این پدیدهٔ قرن بیستم را در همهٔ عرصه ها پذیرفته، آن را به خدمت بگیرد. طبعاً صنعت کشاورزی نیز از این گرایش مستثنی نیست. درواقع طراحی یک سیستم خبره، یعنی ایجاد یک نرم افزار هوشمند رایانه ای که بتواند مشابه یک انسان دانای متفکر – اما به شیوه ای نظام مند، دقیق و کم اشتباه – در حیطه ای محدود از دانش، بهترین و عملی ترین پیشنهاد ممکن را ارائه دهد. بدیهی است که امکان طراحی سیستمهای خبره در اکثر شاخه های علوم میسر است. در این مقاله به "طراحی و تدوین سیستم خبره در انتخاب ادوات خاک ورزی اولیه " پرداخته شده است.

نرم افزار تهیه شده که با چند زبان کار می کند، در حال حاضر برای کل کشور کارآمد می باشد. برای منطقهٔ کرج (که به صورت نمونه اطلاعات اقلیمی آن در نرم افزار گرد آوری شده است)، بجای پاسخ به تعدادی از سؤالات، فقط کافی است کاربر حدود مزرعهٔ خود را روی نقشهٔ منطقه تعیین نماید. این امکانات برای دنیا قابل گسترش خواهد بود. ساختار تصمیم گیری این نرم افزار برای انتخاب ادوات، بر اساس وزن دهی به قسمتهای مختلف نام یک ابزار کامل با کمک گیری از برچسبهایی از منطق فازی و ترکیب داده ها انجام شده است و خروجی آن، لیستی از ادوات خاک ورزی مناسب برای شرایط ذکر شده توسط کاربر می باشد. بدیهی است این لیست بر حسب اولویت چیده شده و وجود توضیحات و تصاویر به همراه نام ابزار پیشنهاد شده، کاربر را راهنمایی خواهد نمود.

۱- دکترای مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران
۲- دانشیارگروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران
۳- استا د گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران

کلید واژه ها: سیستم خبره - هوش مصنوعی - ادوات خاک ورزی اولیه - کشاورزی

مقدمه و هدف

با توجه به توسعهٔ صنعت کشاورزی در دنیا و به ویژه در کشور ما در سالهای اخیر، این صنعت نیز همچون سایر صنایع دستخوش تحولات شگرف گشته است؛ به حدی که چنانچه فردی تا چند سال پیش دارای دانش کاملی از این رشته بود امروزه برای پاسخ دادن به سؤالات کنونی نیاز به مطالعه و به روز رسانی اطلاعات خود دارد. با توجه به وسعت روز افزون حیطه های مختلف علوم، طبیعی است که پس از چندی، دانش نهفته در بانک اطلاعاتی نرم افزارهای خبره، کهنه- و بعضاً منسوخ - شود؛ اما در این سیستم خبره که مهندسان ماشینهای کشاورزی طراحی کرده اند، این ویژگی مد نظر بوده است که بانکهای اطلاعاتی آن هیچگاه کهنه نگردد و همواره قابلیت به روز رسانی و تکمیل داشته باشد. لذا تمام بانکها به صورت کاملاً پویا طراحی گردیده است.

دههٔ ۱۹۶۰ به عنوان دههٔ توسعه و پیشرفت تحقیقات در زمینهٔ هوش مصنوعی شناخته می شود [۲]. در همین زمینه برنال(*J.D.Bernal*)، فیزیکدان انگلیسی گفته است: گاه کشف دوباره یک پدیده آسان تر است از اینکه شخص از طریق نوشته ها مطلع شود که آن پدیده قبلاً کشف شده است! [7] بدیهی است زمانی افراد اینگونه می اندیشیدند که مباحث نوین اطلاع رسانی و فن آوری اطلاعات و سیستمهای خبره و اینترنت و سیستمهای مدیریت اطلاعات[1] و ... جایگاه امروزی خودرا پیدا نکرده بود. اکنون به دلایل ذیل اطلاع رسانی و آموزش از طریق سیستمهای خبره امری تعریف شده و منطقی می باشد[9]:

- رشد شگفت انگیز علوم و فن آوری و سرعتی که با آن دانش جدید عرضه می شود و دانش گذشته کهنه و منسوخ می گردد.
- سرعت کهنه شدن دانش فنی، به طوری که فارغ التحصیلان قدیمی مجبورند برای نو کردن مهارتهای خود به مدرسه برگردند.
- فراوانی دانشمندان دست اندرکار و وجودمجلات علمی و فنی بسیار
- تخصصی بودن و در اختیار بودن سیستم خبره. بدین مفهوم که با توجه به مشکل و پر مشقت بودن کارهای کشاورزی، و مشکل انتخاب یک وسیله با توجه به شرایط مختلف و عوامل متعدد، و کوتاه بودن زمان مناسب برای امور کشاورزی (فصل زراعی) تعداد زیادی کاربر باید وسایل مناسب را انتخاب کنند که این عمل احتیاج به دانش و تخصص دارد و حضور یک فرد متخصص در یک زمان در چند مکان میسر نیست. لذا سیستم خبره می تواند به عنوان یک واحد مشاوره ای در تمام نقاط کشور در اختیار کاربران قرار گیرد.
- فاصله زمانی اندک بین پژوهش و کاربرد آن که احتیاج به کسب اطلاع را آنی می کند.

سیستم خبره، زیر مجموعهٔ هوش مصنوعی است و اساساً در برنامه های رایانه ای که از دانش و فرآیندهای استنتاجی برای حل مسایلی که نیازمند دانش انسان باشند به کار گرفته می شود. سیستم خبره باید دارای توانایی اندیشیدن و تصمیم گیری بوده، به دانش انسان نزدیک باشد. هایس (*Hayes*) وهمکارانش پنج مرحله را در روش شناسی ساخت و طراحی سیستمهای خبره ذکرکرده اند[11]:

۱. شناسایی: شناخت مسایل و محدوده . در این مرحله باید منابع مشخص شوند.

[1] - Management of Information system (MIS)

۲. تجسم یا مفهوم سازی: در این مرحله جنبه های اساسی پیشنهادی برای سیستمهای خبره مورد بحث و بررسی قرار می گیرند و سؤالاتی نظیرسؤالات زیر مطرح می شوند:

-آیا سیستم خبره مورد نیاز است؟ -آیا با استفاده از روشهای جاری نمی توان به اهداف سازمان دست یافت؟ -چه کسانی از سیستم خبره استفاده خواهند کرد؟ -چه کسانی سیستم را آموزش خواهند داد؟ -هزینه و فایده استفاده از سیستم چه میزان خواهد بود؟ - ...

۳. رسمی کردن : این مرحله، فاصلهٔ بین تجسم و اجرا می باشد. در این مرحله است که تصمیم گرفته می شود چه راهبردها، وسایل و تجهیزات و زبان برنامه نویسی مورد استفاده قرار گیرد.

۴. اجرا : این مرحله مشخص می کند که سیستم خبره تا چه حد به نیازهای کاربر پاسخ می دهد. ارزیابی بازخورد استفادهٔ کاربران از سیستم در تصحیح سیستم بسیار با اهمیت است.

۵. ارزیابی: در مرحله ارزیابی، کاربر و مهندس سیستم به سؤالاتی همچون - چه چیزی خطا و چه چیزی صحیح بوده - پاسخ می دهند و آنها را مورد ارزیابی قرار می دهند. باید به یاد داشت که سیستم خبره با کارایی بد، بدتر از نداشتن سیستم خبره است! بهتر است ارزیابی به صورت منظم صورت گیرد تا مشخص شود که آیا نیازهای کاربران محقق شده است یا خیر؟ در این زمینه باید کاربر و مهندس سیستم به استانداردها نیز توجه خاص داشته باشند.

به سیستمهای خبره نباید به عنوان دارویی که همهٔ بیماریها را شفا می دهد بنگریم *[۶]*. سیستمهای خبرهٔ کنونی دارای محدودیتها و موانع جدی هستند که مهمترین آنها میزان و حد پایگاه دانش است. همینطور در اصطلاحات و مفاهیمی که به یکدیگر نزدیک و متقارن هستند دچار مشکلات زیادی هستند. همچنین در زمینه هایی از علوم که بین خبرگان آن توافق قول وجود نداشته باشد (نظیر کشاورزی).

با این حال، می توان اهمیت ودلایلی را که سیستمهای خبره با چنین استقبالی در سطح بین المللی مواجه شده اند از قرار زیر شمرد:

- با پیشرفتهایی که صورت گرفته، سیستمهای خبره توانسته اند در سطوح عملیاتی دانش، یعنی از داده پردازی و پردازش اطلاعات به پردازش دانش و مدیریت، تحولاتی به وجود آورند.
- در مقیاس محدود و اموری که وابسته به رایانه و هوش مصنوعی می باشد، عملکرد این سیستمها بهتر از انسان بوده است. موفقیت در یک شرکت مستلزم سرمایه گذاری بر روی منابع انسانی ماهر می باشد، این افراد ممکن است پس از آموزش برای یافتن شغلی بهتر، آن سازمان یا شرکت را ترک کنند و با این کار خود بسیاری از دانش و تجارب خود را (که در طی زمان خدمت و آموزش به دست آورده اند) با خود ببرند. سیستمهای خبره می توانند حافظ این اطلاعات و اندوخته ها باشند.

به عنوان نمونه می توان چند سیستم خبره را که برای جنبه های گوناگون، در زمینه کشاورزی طراحی شده اند ذکرنمود:

- *Comex* : توسط بیکر*(Baker)* در سال ۱۹۸۴میلادی در دانشگاه می.سی.سی.پی*(Mi.c.c.p)* برای شبیه سازی کشت پنبه طراحی شد*[20]* .
- *Planter* : در سال ۱۹۹۶در دانشگاه پوردو*(Purdue)* برای ارائهٔ اطلاعات در زمینه کشت حفاظتی و مجدد نخود و ذرت تهیه گردید*[15]* .
- *Extra* : هرولد .ال بارلس*(Harold . L. Barrels)* و دونالد*(Donald)* در دانشگاه ایلنویز*(Illinois)* برای مدیریت سیستمهای کشاورزی و بهینه سازی شرایط خاک طراحی کردند*[15]* .
- *Cuptex* : در سال ۱۹۹۶ در مصر پروفسوراحمد رفیعا*(Ahmad Rafea)* آن را برای بررسی شرایط داشت گیاه طراحی نمود *[20]*.
- *Cucumber* : در سال ۱۹۹۷ جوت*(Jewett)*و جارویس*(Jarvis)* آن را برای مدیریت محصولات باغی پدید آوردند*[20]* .

از آنجایی که دانش کشاورزی بسیار گسترده است لذا نگارندگان، تنها حیطه خاک ورزی را انتخاب کرده، در این حیطه نیز تنها به گزینش ادوات مربوط به خاک ورزی اولیه پرداخته اند. خاک ورزی اولیه مجموعه عملیات مکانیکی است که بر خاک

اعمال می گردد تا بستری مناسب برای کاشت بذر پدید آید. گرچه معمولاً به دنبال آن مجموعه عملیات خاک ورزی ثانویه نیز صورت می گیرد، ولی این موضوعی است که جداگانه قابل بررسی می باشد.

برای انجام عملیات خاک ورزی اولیه، ابزارها و ادوات زیادی وجود دارد که هرکدام بسته به شرایط خاصی مورد استفاده قرار می گیرد و در هر شرایطی تعدادی منضمات خاص به آن ملحق می شود تا وظیفهٔ مورد نظر بهتر انجام گیرد. کشاورزان در مناطق مختلف برای خاک ورزی از روشها و ابزارهای متفاوتی که برحسب تجربه یا تحمیل شرایط، در اختیار دارند استفاده می کنند. امروزه متخصصان امور کشاورزی با مطالعهٔ نظام مند این روشها و انجام آزمایشهایی، برای هر منطقهٔ کشور، توصیهٔ خاصی دارند که تنها از طریق راهنمایی ایشان، نتایج حاصل به بار خواهد نشست. با توجه به گسترهٔ وسیع ابزارها و شرایط مختلفی که پدید می آید، انتخاب یک وسیله و تشخیص منضمات مناسب و بررسی شرایط کارکرد آن، کاری بس دشوار و پیچیده است که به دانش و تخصص زیادی محتاج می باشد. تلاش مؤلفان مقاله برآن بوده است که بانکهای اطلاعاتی نرم افزار حاوی اطلاعات استاندارد و مطابق با منابع و مراجع مدون باشد.

هدف از این تحقیق، تدوین نرم افزار سیستم خبره ای است که با پرسش چند سؤال ساده و عمومی، بهترین و مناسبترین ابزار را برای کاربر پیشنهاد نماید.

مواد و روشها

برنامه سازی هوشمند یکی از تکنیکهای نوینی است که امروزه برای دسترسی سریع به جوابی نزدیک به واقعیت در اکثر زمینه های علوم مورد استفاده وسیع قرار می گیرد. سیستمهای خبره نرم افزارهایی هستندکه فرآیند پردازش دانش را بسیار شبیه انسانها انجام می دهند*[12&17]* . می توان در یک دیدگاه کلان آنها را به دو شاخهٔ اصلی تقسیم نمود:

- حوزه سخت افزار: مانند روباتهای صنعتی[1]
- حوزه نرم افزار: مانند پردازش زبان طبیعی[2]، سیستمهای خبره، حل مسأله، رفتار و ...

البته باید در نظر داشت بسیاری از این زمینه های گوناگون با یکدیگر آمیختگی دارند و نمی توان برنامه ای را دقیقاً مربوط به تنها یکی از این زمینه ها دانست. در دنیا زبانهای متنوعی با قابلیتهای مختلف برای برنامه سازی هوشمند مورد استفاده قرار می گیرند *[18]*. از جمله این زبانها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- *Lisp*: زبانی است که فهرستها را پردازش می کند (*Lisp = List Processing*) و در برخی رایانه ها که در ارتباط با هوش مصنوعی هستند به کار برده می شود *[16]*.
- *Prolog*: یک زبان برنامه سازی است و بر ایده هایی که از منطق ریاضی گرفته شده اند مبتنی می باشد*[16]* .
- *Expert*: ابزاری برای ساختن سیستم خبره به منظور ایجاد سیستمهای قاعده پایه که تسهیلات خاصی را برای وارد کردن و تحلیل موردهای آزمون و پیشنهاد قاعده های جدید بر مبنای آنها، دارد*[10]* .
- *CLIPS*[3]: زبان ویژه هوش مصنوعی است. متولی اصلی آن ناسا *(NASA)* می باشد و نسخه های امروزی براساس زبان برنامه نویسی *C* است که از سال ۱۹۸۴ آغاز شده است*[14 & 19]*.

انواع بسیاری از سیستمهای خبره وجود دارند که در حال حاضر به کار برده می شوند. مانند:*[16]*

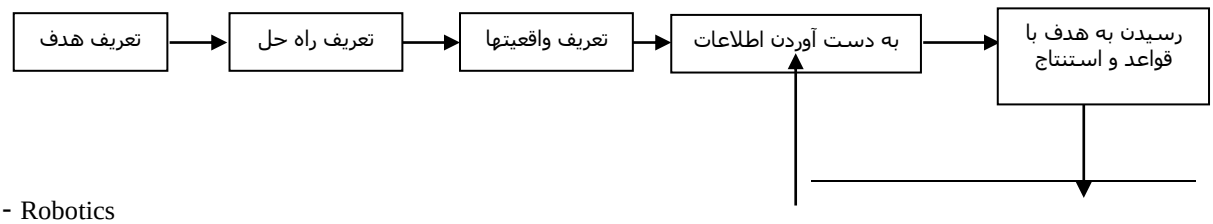
الف - سیستمهای مشاوره ای*(Advisory System)*

ب - سیستمهای کنترل و بازبینی اداری*(Clerical Checking System)*

پ - سیستم سفارش و مشخصات *(Ordering & Configuring System)*

ت - سیستمهای نظارت مداوم*(Real-Time Monitoring System)*

ث - سیستمهای کارزار*(Battlefield System)*



[1] - Robotics

[2] - Natural Language Processing (N.L.P.)

[3] - C Language Integrated Production System

مکانیسم استنتاج، واقعیتهای جدیدی را برای کنترل
رسیدن درست به هدفها نتیجه گیری می کند

شکل(۱) –روند ترسیمي توسعهء يك سيستم خبره

یک سیستم خبره به صورت عمومی از اجزای زیر تشکیل می شود (شکل ۲):

۱. **پایگاه دانش**[۱]: مجموعهٔ نسبتاً کاملی از اطلاعات مربوط به محدودهٔ کوچکی از یک دانش که با دقت و حوصلهٔ فراوان مهندسان دانش جمع آوری شده و نظم بخشیده شده است و شاید بتوان جمع آوری این اطلاعات را مشکل ترین مرحلهٔ ساخت یک سیستم خبره دانست *[8]*.

چنانچه قرار باشد یک سیستم خبره در دامنه های متعددی مورد استفاده قرار گیرد در حقیقت جمع آوری بخش پایگاه دانش آن می باشد که مواجه با مشکل بوده و ممکن است اطلاعات ضد و نقیض در آن جمع آوری گردد و نهایتاً استفادهٔ بهینه از سیستم خبره را مختل نماید. لذا همواره نظر افراد بر سیستمهای خبره ای معطوف است که فقط یک زمینه کوچک از دانش را پوشش دهد. گرچه نشانه هایی از سیستمهای خبره چند دانشی[۲] نیز در دنیا دیده شده است ولی هرگز مورد استقبال قرار نگرفته اند*[13]*. قوانین حاکم در یک شاخه از علم ممکن است از طریق مجموعه فرمانهایی با استفاده از قالب *If…Then* در یک پایگاه دانش ذخیره شوند.

۲. **ورود اطلاعات کاربر**[۳]: برای عملکرد یک سیستم خبره، لازم است منظور کاربر را به طور دقیق برای سیستم خبره روشن نماییم تا بهترین مشاوره را ازآن دریافت داریم. بدیهی است هرچه تعداد سؤالاتی که نرم افزار از کاربر می پرسد، بیشتر باشد، می توان تصمیم گیریهای دقیقتری را انتظار داشت ولی در عین حال نباید تعداد سؤالات آنقدر زیاد باشد که علاقمندی کاربران به استفاده از نرم افزار را کاهش دهد.

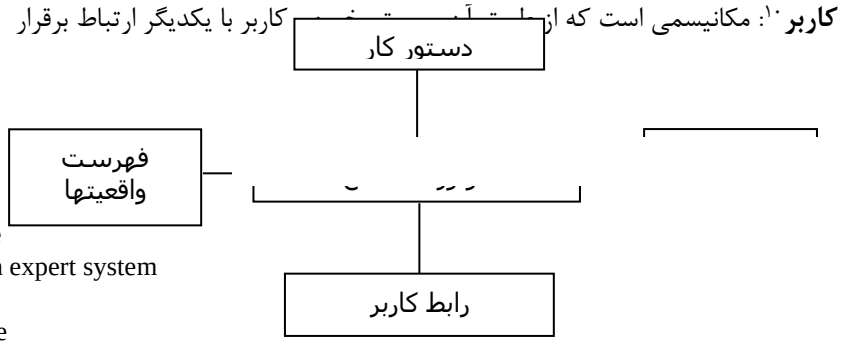
۳. **موتور استنتاج**[۴]: بخشی از یک سیستم خبره می باشد که با مراجعه به پایگاه دانش و در نظر گرفتن اطلاعات ورودی کاربر، با استفاده از مجموعه ای از قوانین به جستجوی بهترین یا مناسبترین و نزدیکترین پاسخ موجود می پردازد. سرعت دسترسی به پاسخ به نحوهٔ طراحی این بخش از سیستم بستگی پیدا می کند. در حال حاضر در دنیا با توجه به پیشرفتهای تکنیکی و تکنولوژیکی به وجود آمده روشهای متفاوتی برای هوش مصنوعی مطرح می باشد ولی ۴ تکنیک برتر که هنوز از جایگاه ویژه ای برخوردارند عبارتند از*[۵]*:

۱-جستجوی درختی[۵]، ۲-روش الگوریتمی[۶]، ۳-روش مکاشفه ای[۷]، ۴-جستجوی الگوها [۸]

آنچه که برای طراحی یک هوش مصنوعی در زمینه کشاورزی مناسبتر به نظر می رسد استفاده از روش *جستجوی الگوها* بوده است*[۳]*. می توان موتور استنتاج را مغز یک نرم افزار هوشمند دانست.

۴. **دستورکار**[۹]: حافظه کوچکی از سیستم خبره که موتور استنتاج آن را پر می کند و محتویات آن مجموعه های مناسب پاسخ است که برای سؤال مورد نظر یافت شده است و با واقعیات مطابقت دارد.

۵. **رابط کاربر**[۱۰]: مکانیسمی است که از طریق آن سیستم خبره با کاربر با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند.



1 - Knowledge Base
2 - Multiple domain expert system
3 - Fact List
4 - Inference Engine
5 - Tree Search
6 - Algoritmic Method
7 - Huristic Method
8 - Pattern Searching
9 - Agenda
10 - User Interface

شکل (۲)- ارتباط بین اجزای یک سیستم خبره

گرچه ما معتقدیم که یک سیستم خبره فقط در یک حیطه از دانش پاسخگو خواهد بود ولی نباید این نکته را نیز از نظر دورداشت که امروزه تعیین حد و مرز برای یک دانش امکان پذیر نیست. دانشهای کنونی به گونه ای جدا نشدنی بایکدیگر اختلاط پیدا کرده اند. مکاترونیک، مهندسی ژنتیک، مهندسی پزشکی و ... از این دسته علوم به حساب می آیند.

نرم افزار حاضر برای بستر *Windows* طراحی گردیده است و در تمام نسخه های *Win 9x* و *NT* و *ME* و*XP* قابلیت اجرا دارد. بانکهای اطلاعاتی در نرم افزار *Access* طراحی گشته اند. *Interface* آن با *Visual Basic* و جستجوها *(Query)* با *SQL* انجام گرفته است.

نتایج

در نرم افزارسیستم خبرهٔ مورد بحث، که آن را *ESTT* [1]می نامیم، از اطلاعات پایه کتب معتبر به عنوان پایگاه دانش استفاده شده است. تمام ابزارهای موجود (وبعضاً ابزارهای غیرموجود در کشور) شناسایی شده و نام آنها در جدولی ذخیره شده است. تمام ضمائم خاصی که در شرایط مختلف برای هر ابزار قابل تعریف می باشند و تمام شرایط مختلفی که باعث انتخاب (ویا عدم انتخاب) یک ابزار می شود شناسایی و در جداول مجزایی ذخیره شده اند که شکل۳ ساختار آن را نمایش می دهد.

نحوهٔ ذخیره سازی اطلاعات در فیلدهای مختلف جداول برای دستیابی آسان در حین جستجوها، از قواعد زیر پیروی می کند:

- ابتدا تمام ابزارهای خاک ورزی اولیه، به ۵ دسته کلی شامل: ۱) گاوآهنهای برگرداندار ۲)گاوآهنهای بشقابی۳)گاوآهنهای چیزل ۴)گاوآهنهای زیر شکن ۵)گاوآهنهای دوار تقسیم بندی شده اند.
- اجزای تشکیل دهندهٔ هر ابزار به تفکیک برای آن مشخص شده اند. مثلاً برای گاوآهن برگرداندار مشخص شده است که از اجزای زیر تشکیل می گردد: ۱)صفحه برگردان ۲)تیغه ۳)کفش ۴)پاشنه ۵)بدنه ۶)سیستم ایمنی ۷)نوع اتصال به تراکتور ۸)منضمات
- برای هریک از اجزای موجود، انواع آن شناسایی گشته است. مثلاً برای تیغه انواع زیر موجود است: ۱)تیغه ساده ۲)تیغه گوشه دار ۳)تیغه دیلم دار ۴)تیغه نوک منقاری
- برای هریک از اجزای موجود در بند فوق، عوامل و شرایط مؤثر برای استفاده در جدولی نظیر جدول ۱ تبیین شده است*[۳]*.

جدول (۱)- بررسی شرایط اثر گذار و عوامل اثر پذیر

ردیف	جنبهٔ اثر گذار	جنبهٔ اثر پذیر
۱	ابعاد زمین	نوع اتصال
۲	شکل هندسی زمین	سوی ابزار
۳	نوع خاک مزرعه	خیش-صفحه برگردان-تیغه-بشقاب
۴	وجود کود	نوع گاوآهن
۵	سرعت حرکت	خیش
۶	میزان رطوبت خاک	نوع گاوآهن
۷	شیب زمین	صفحه برگردان
۸	وجود سخت لایه	نوع گاوآهن
۹	عمق شخم	خیش
۱۰	زمان شخم	نوع گاوآهن – تیغه
۱۱	کاربری زمین	نوع گاوآهن-نوع گاوآهن بشقابی

[1] - Expert System for Tillage Tools

- مرحلهٔ بعدی تعیین شرایط مناسب برای کاربرد هر ابزار جزئی می باشد که بسیار دقیق و مفصل می باشد که در زیر فقط نمونه ای برای مثال ذکر می گردد:

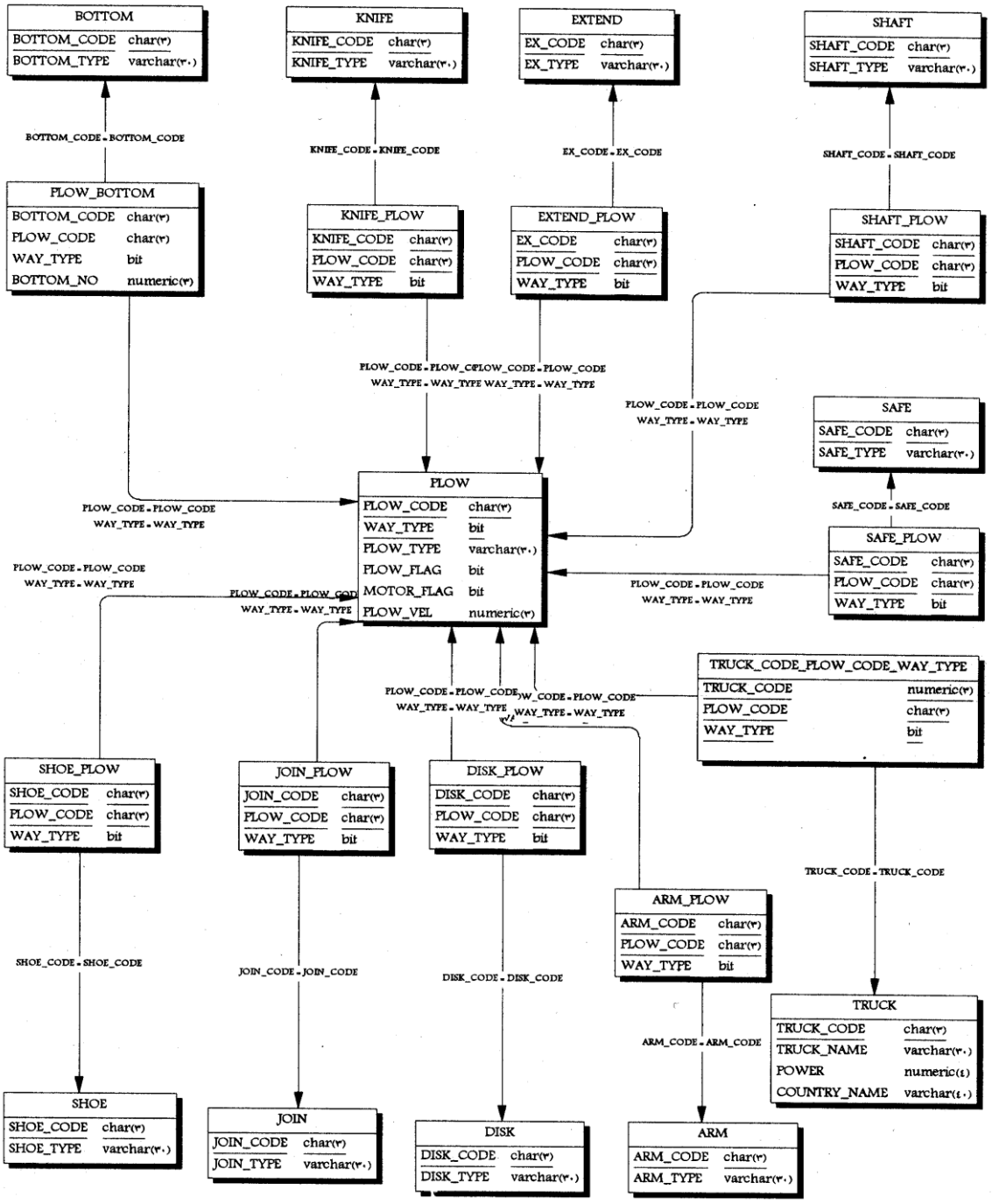
جدول (۲) – بررسی شرایط اثر گذار روی ابزارهای جزئی

گروه	ردیف	شرایط	نوع ابزار	برچسب فازی
ابعاد زمین	۱	زمین بزرگ	ابزارهای کشیدنی ابزارهای نیمه کشیدنی ابزارهای سوار	عالی خوب قابل استفاده
	۲	زمین متوسط	ابزارهای نیمه کشیدنی ابزارهای سوار ابزارهای کشیدنی	عالی خوب قابل استفاده
	۳	زمین کوچک	ابزارهای سوار ابزارهای نیمه سوار ابزارهای کشیدنی	عالی غیرقابل استفاده غیرقابل استفاده

همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه می شود از برچسبهای فازی استفاده شده است که در نرم افزار به هر یک از برچسبهای / عالی – خوب – قابل استفاده – غیر قابل استفاده/ امتیازی نسبت داده شده است که در نهایت با پاسخهایی که کاربر به سؤالات مطرح شده در نرم افزار بیان می کند، شرایط انتخاب شده، امتیازی را برای ابزارها محاسبه می نماید و در نهایت با چیدن ابزارها بر اساس امتیازات کسب شده، لیستی به دست می آید که مناسبترین ابزار با بالاترین امتیاز در صدر آن و به ترتیب بقیه ابزارها با امتیازات کمتر چیده شده اند(دستور کار).

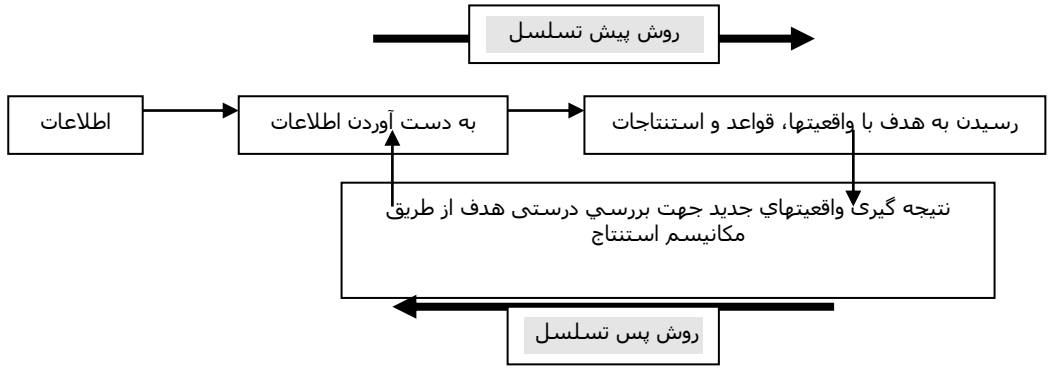
شکل (۳)- ارتباط بین جداول بانک اطلاعاتی در نرم افزار

جدول (۳) - نمونه ای از جدول برای پرسشها و پاسخها



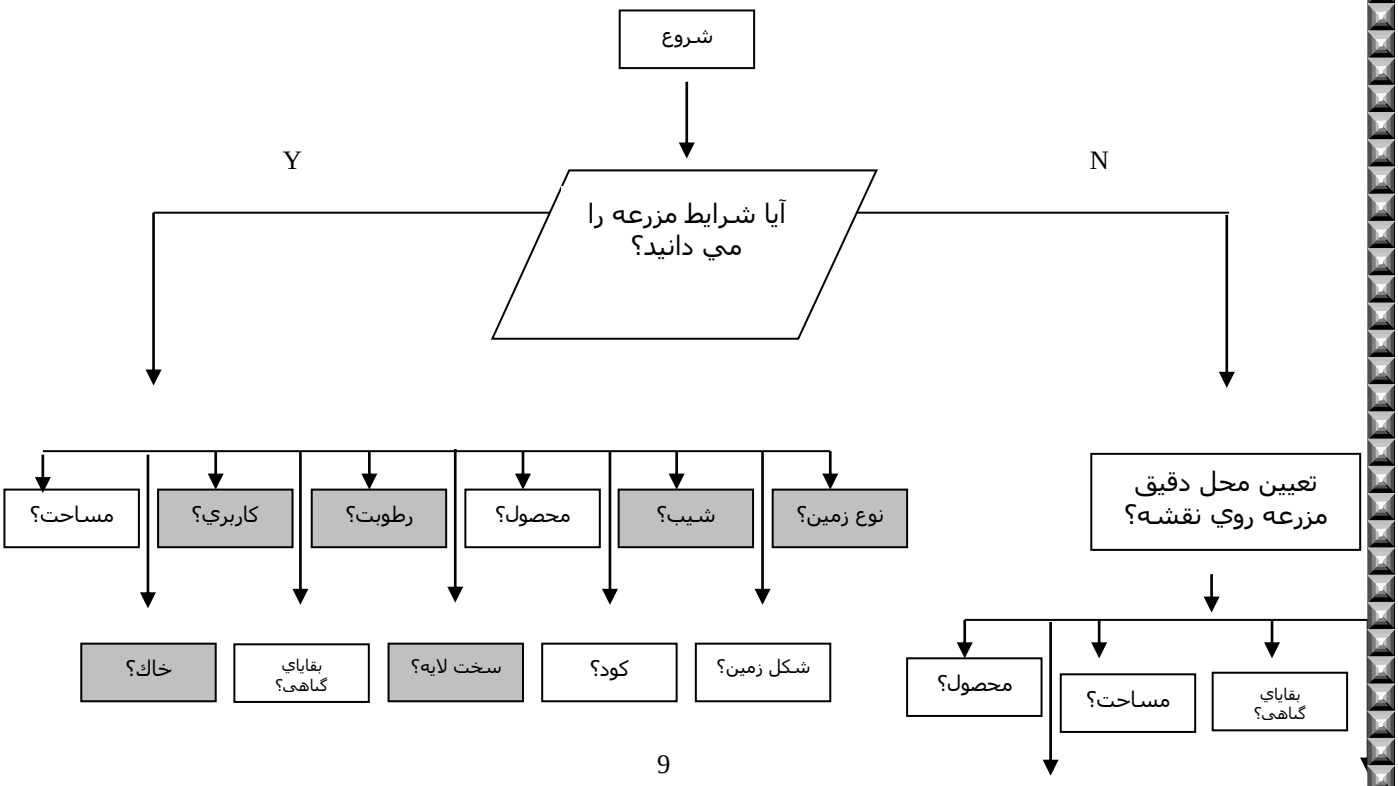
کد ابزار	س1	س2	س3	س4	س5	
1	01	05	03	06	03	
2	04	03	01	02	01	
3	05	06	03	01	02	

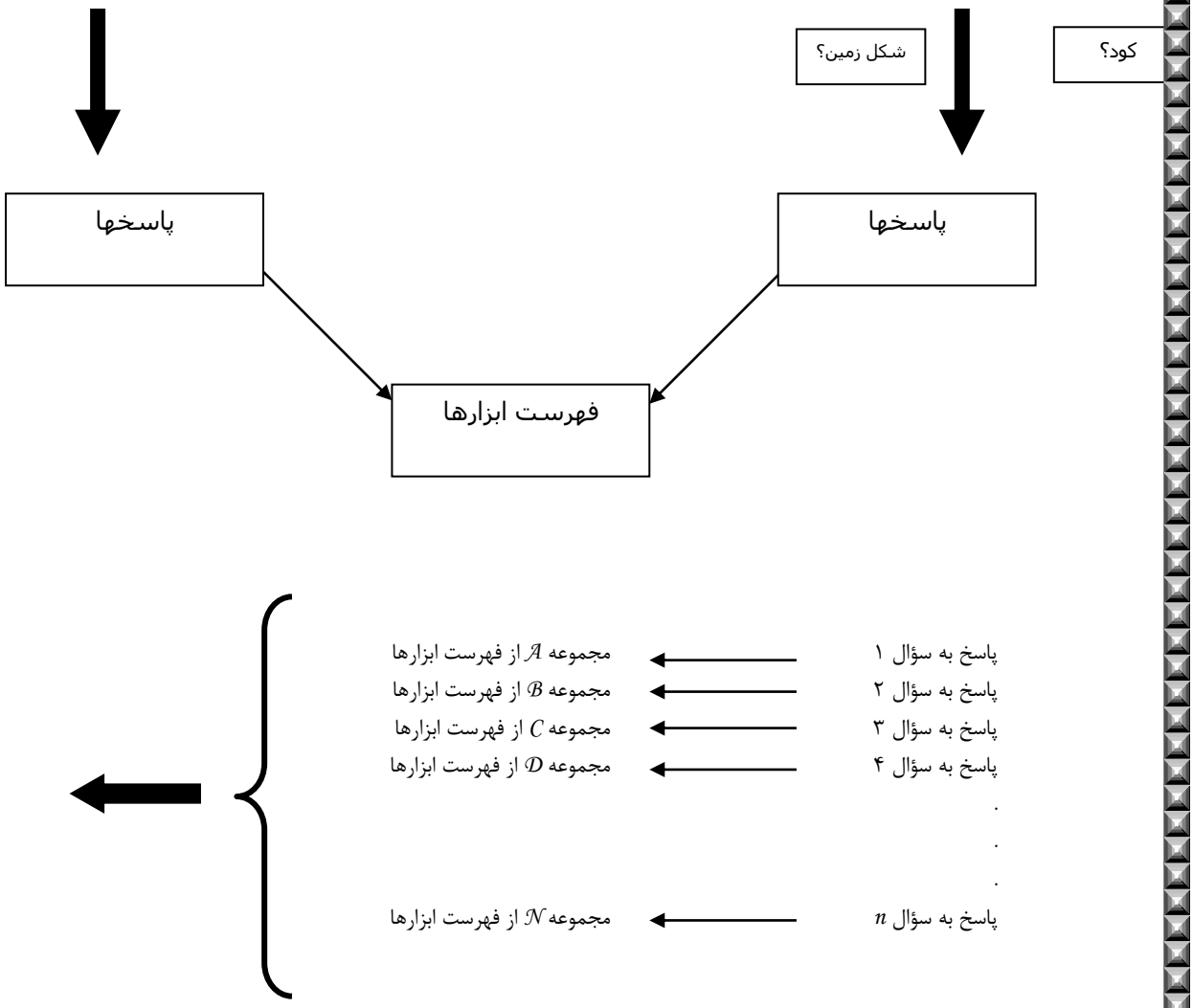
مطابق توضیحات قبلی، به عنوان مثال، ابزار شماره ۱ ابزاری است که پاسخ سؤال یک، گزینه۰۱ و پاسخ سؤال دو گزینه ۰۵ و پاسخ سؤال سه گزینه ۰۳ و ... باشد. بدیهی است با عدم وجود یک گزینه برای پاسخ و یا عدم پاسخ کاربر، کد ۰۰ منظور خواهد شد. همانگونه که در جدول۲ نیز مشاهده می شود، این جدول از دو سو بی انتها می باشد. یعنی هم از نظر تعریف ابزارهای جدید و هم از نظر افزایش تعداد سؤالات هیچ محدودیتی وجود ندارد. چنانچه یک ابزار جدید به فهرست اضافه گردد، کافی است پاسخهای مناسب برای سؤالات موجود نیز برای آن در نظر گرفته شود. همچنین اگر سؤال جدیدی به بانک افزوده شود، لازم است وضعیت تمام ابزارها در قبال آن پیش بینی گردد یا اینکه در مورد تمام ابزارهای قبلی برای سؤال جدید کد (۰۰) منظور گردد.



شکل (۴)– روشهای جستجوی پیشرو و پسرو

ساختار زیر نحوهٔ نگرش طراحان نرم افزار *ESTT* را بهتر تبیین می نماید:





$$\text{جواب نهایی} = K = A \cap B \cap C \cap D ... \cap N$$

شکل(۵) - طرح ساختار برنامه ESTT

با ذکر یک مثال به شرح عملکرد این نرم افزار خاتمه می دهیم.

جدول (۴)– بررسی کد ابزارهای مناسب به عنوان مثال

سؤال	جواب	کد ابزارهای پیشنهادی
اندازه زمین	متوسط	۰۱۰۱۰۱۰۱۰۰و۰۱۰۲۰۱۰۱۰۰و۰۱۰۱۰۱۰۱۰۱و...
شکل زمین	نامنظم	۰۱۰۱۰۱۰۱۰۰و۰۱۰۱۰۱۰۰و...
نوع خاک	متوسط	۰۱۰۱۰۳۰۰و۰۱۰۲۰۱۰۱و ۰۱۰۲۰۳۰۰ و ۰۱۰۱۰۱۰۰ و...
بقایای گیاهی	کلش	۰۱۰۱۰۱۰۰و۰۱۰۱۰۲۰۰و۰۱۰۲۰۳۰۱ و...
موانع	-	تمام موارد
کود	-	تمام موارد
شیب	کم	تمام موارد

کاربری	دایر	تمام موارد
شخم	پاییزه	۰۱۰۲۰۱۰۳ و ۰۱۰۱۰۱۰۰ و ....
...	...	...
پاسخ نهایی		۰۱۰۱۰۱۰۰

که با توجه به جداول نرم افزار مفهوم آن، انتخاب **"گاوآهن برگرداندار یکطرفه با خیش همه کاره ساده"** می باشد[۴]. روش تولید کد مطابق دستورالعمل زیر می باشد:

...-کد منضمات-کد نوع تیغه-کدنوع خیش-کد سوی ابزار-کدابزار

(1) (2) (3) (4) (5)

بحث

از ویژگیهای این نرم افزار قابلیت کار کردن به هر زبان دلخواه می باشد که در حال حاضر با زبانهای فارسی و انگلیسی فعال می باشد(شکل ۶).

برای انتخاب شرایط، کاربر باید منطقه خود را به خوبی بشناسد و اطلاعاتی نظیر شیب زمین، رطوبت خاک، بافت غالب مزرعه، دمای محیط و ... را داشته باشد. ولی چون ممکن است این اطلاعات در آن موقع در اختیار نباشد لذا این نرم افزار این امکان را برای کاربر فراهم می آورد که فقط نقطه فیزیکی مزرعه خود را از روی یک نقشه انتخاب نماید(شکل ۹). کلیه اطلاعات لازم منطقه نظیر بافت خاک، رطوبت در فصل، شیب زمین، و ... در بانکهای اطلاعاتی نرم افزار وجود دارد و آن اطلاعات جایگزین شده و بقیه سؤالات نظیر مساحت زمین و نوع کشت پرسیده شده و پس از اخذ پاسخ، مراحل بعدی صورت می پذیرد. (در حال حاضربه عنوان نمونه فقط اطلاعات منطقه کرج به صورت کامل موجود است).

در نرم افزار حاضر علاوه بر اعلام فهرست وسایل مناسب، تصویری از آنها نیز به شخص نمایش داده می شود(شکل ۱۰) که در صورت نیاز نکات ایمنی، تنظیمات و تعمیرات آنها نیز قابل اضافه شدن به مجموعه تواناییها می باشد. برای به روزرسانی اطلاعات بانکها، فرمهای خاصی طراحی شده است که کاربر می تواند دانش جدید را به فهرستهای قبلی اضافه نماید و باعث گسترش بانکهای اطلاعاتی گردد.

برای تعیین میزان دقت و صحت عملکرد این نرم افزار باید مقایسه ای آماری بین پاسخهای خروجی نرم افزار و پاسخهایی که متخصصان به همان سؤالات می دهند، صورت گرفته و ثابت گردد که اختلاف معنی داری بین این دو وجود ندارد. درحال حاضر کلیه خروجیهای نرم افزار مبتنی بر موارد مذکور در کتب معتبر تخصصی خاک ورزی می باشد. برای بررسیهای آماری، فرمی حاوی ده سؤال طراحی و در اختیار ده کارشناس قرارداده شد و نتایج آن با پاسخهایی که نرم افزار به همان ده سؤال داده است در جدول ۵ آورده شده است:

جدول(۵)- مقایسه امتیازات پاسخهای نرم افزار و کارشناسان و مرجع

شماره سؤال	مرجع	نرم افزار	ک ۱	ک ۲	ک ۳	ک ۴	ک ۵	ک ۶	ک ۷	ک ۸	ک ۹	ک ۱۰	میانگین امتیازات کارشناسان
۱	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۹۵۷	۱۰۲۳	۹۶۳,۶
۲	۱۰۷۲,۵	۱۰۷۲,۵	۱۰۷۲,۵	۱۰۷۲,۵	۱۰۲۳	۹۲۴	۶۸۲	۱۰۷۲,۵	۶۸۲	۹۲۴	۶۸۲	۱۰۷۲,۵	۹۲۰,۷
۳	۱۱۲۲	۱۱۲۲	۱۱۲۲	۱۱۲۲	۱۱۲۲	۱۱۸۸	۱۱۲۲	۱۱۲۲	۱۱۲۲	۱۱۸	۱۰۸۹	۱۱۲۲	۱۱۳۱,۹
۴	۱۵۲۱,	۱۵۲۱,	۱۵۲۱,	۱۵۲۱,	۱۴۸۸,	۰	۰	۱۵۲۱,	۰	۱۵۲۱,	۱۴۸۸,	۱۵۲۱,	۱۰۵۸,۴۵

۵	۹۷۳,۵	۹۷۳,۵	۹۷۳,۵	۹۷۳,۵	۹۷۳,۵	۰	۰	۹۷۳,۵	۹۷۳,۵	۹۷۳,۵	۹۴۰,۵	۹۷۳,۵	۱۰۲۳	۶۸۳,۱
۶	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۱۰۲۳	۰	۱۰۲۳	۸۱۸,۴
۷	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۹۵۷	۹۵۷	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۰	۰	۰	۷۳۵,۹
۸	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۱۰۸۹	۰	۰	۹۹۰	۸۶۱,۳
۹	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳	۰	۰	۱۰۹۳	۸۷۴,۴
۱۰	۹۷۹	۰	۹۷۹	۹۷۹	۹۷۹	۹۵۹	۹۵۹	۹۷۹	۹۷۹	۹۷۹	۹۷۹	۹۷۹	۹۷۹	۹۷۳

آزمون غیر پارامتری $\mathcal{H}$ کروسکال – والیس، برای مقایسهٔ پاسخها استفاده می شود[۱]:

جدول(۶)- امتیازات و رتبه بندی امتیازات

کتاب مرجع		نرم افزار		میانگین کارشناسان	
امتیاز	رتبه	امتیاز	رتبه	امتیاز	رتبه
۹۵۷	۸,۵	۰	۱	۶۸۳,۱	۲
۹۷۳,۵	۱۲,۵	۹۵۷	۸,۵	۷۳۵,۹	۳
۹۷۹	۱۴	۹۷۳,۵	۱۲,۵	۸۱۸,۴	۴
۱۰۲۳	۱۵,۵	۱۰۲۳	۱۵,۵	۸۶۱,۳	۵
۱۰۷۲,۵	۱۸,۵	۱۰۷۲,۵	۱۸,۵	۸۷۴,۴	۶
۱۰۸۹	۲۱,۵	۱۰۸۹	۲۱,۵	۹۲۰,۷	۷
۱۰۸۹	۲۱,۵	۱۰۸۹	۲۱,۵	۹۶۳,۶	۱۰
۱۰۹۳	۲۴,۵	۱۰۹۳	۲۴,۵	۹۷۳	۱۱
۱۱۲۲	۲۵,۵	۱۱۲۲	۲۵,۵	۱۰۵۸,۴۵	۱۷
۱۵۲۱,۵	۲۹,۵	۱۵۲۱,۵	۲۹,۵	۱۱۳۱,۹	۲۸
جمع رتبه ها $\mathcal{R}_1$	۱۹۱,۵	جمع رتبه ها $\mathcal{R}_2$	۱۷۸,۵	جمع رتبه ها $\mathcal{R}_3$	۹۳
$(\mathcal{R}_1)^2$	۳۶۶۷۲,۲۵	$(\mathcal{R}_2)^2$	۳۱۸۶۲,۲۵	$(\mathcal{R}_3)^2$	۸۶۴۹

آمارهٔ $\mathcal{H}$ به قرار زیر محاسبه می گردد:

$$H = \frac{12}{n(n+1)}\left(\frac{R_1^2}{n_1} + \frac{R_2^2}{n_2} + \cdots + \frac{R_k^2}{n_k}\right) - 3(n+1)$$

که در آن:

$\mathcal{K}$ = تعداد نمونه ها

$\mathcal{R}_i$ = جمع رتبه های داده شده به n مشاهده نمونه

$\mathcal{N}$ = تعداد کل مشاهدات در تمام نمونه ها

با ذکر این نکته که اگر فرض صفر صحیح باشد و هر نمونه حداقل دارای پنج مشاهده باشد، آنگاه توزیع احتمالات $\mathcal{H}$ را می توان به کمک توزیع کای اسکوار با $(k-1)$ درجه آزادی تقریب زد، می پذیریم فرض صفر آن است که سه جامعه یکسان هستند (تفاوت معنی داری وجود ندارد).

$$H = \frac{12}{30(30+1)}\left(\frac{36672.25}{10}+\frac{31862.25}{10}+\frac{8649}{10}\right)-3(30+1)$$

$$H = 6.5916$$

با مراجعه به جدول خواهیم داشت:

$$\left.\begin{array}{l}\chi^2_{0.05}=16.919 \quad (df=9)\\ \chi^2_{0.01}=21.666 \quad (df=9)\end{array}\right\} \Longrightarrow \left\{\begin{array}{l}H<\chi^2_{0.05}\\ H<\chi^2_{0.01}\end{array}\right.$$

با مقایسه به وضوح دریافت می شود که فرض صفر (فرض یکسان بودن خروجی نرم افزار با مرجع و نظر کارشناسان) هم در سطح احتمال ۵٪ و هم در سطح احتمال ۱٪ تایید می گردد.

شکل٦- صفحه اول نرم افزار

شکل۸- نحوهء انتخابهاي كاربر در نرم افزار

شکل۷- انتخاب شرایط کارکرد نرم افزار

شکل۹- نحوهء نشان دادن موقعیت مزرعه در نرم افزار

خلاصه

نرم افزار سیستم خبره انتخاب ادوات خاک ورزی اولیه(EST)، با زبان برنامه نویسی Visual Basic تهیه گردیده است و بانکهای اطلاعاتی آن با توجه به ادوات مذکور در کتب و منابع معتبر تکمیل گشته است. بانکها در حال حاضر کلیه اطلاعات اقلیمی و شرایط خاکهای منطقه کرج را دارا می باشند که قابل گسترش تا حد اطلاعات تمام دنیا می باشد. کاربر به ازای هر پرسش، با انتخاب پاسخ مناسب از ListBox مربوطه، شرایط مزرعهٔ خود را بیان می دارد. چنانچه کاربری شرایط اقلیم و شیب یا نوع بافت خاک مزرعه خود را نداند، این امکان به وی داده می شود تا فقط حدود مزرعه خود را از روی نقشه تعیین نماید. شرایط تقریبی اقلیم و خاک منطقه مورد نظر در بانکهای اطلاعاتی نرم افزار ذخیره شده است. هرچه تعداد پاسخهایی که کاربر به نرم افزار می دهد بیشتر باشد، طبیعتاً دامنهٔ کوچکتری از ابزارها برای وی معرفی خواهد شد و با کاهش تعداد جوابهای قطعی، بدیهی است که تعداد بیشتری از ابزارهای **نسبتاً** مناسب معرفی می گردد. در حین بیان نام ابزار توسط نرم افزار، تصویر آن و شرایط ویژه کاربری و نگهداری ابزار مربوطه نیز قابل یادآوری می باشد.

Development of Expert system Softwar in Tillage Implements selecting

Dr. Hooman Sharif nasab
Tehran University
Hsharifnasab@yahoo.com

Dr. Reza Alimardani
Tehran University
Rmardani@ ut.ac.ir

Dr. Alimohammad Borghaee
Tehran University
Borghaee@ut.ac.ir

Abstract

Regarding to unbelievable recent technology developments, one can observe the progress of science in the fields such as agriculture and industry due to application of computrized systems.
Performence and ability of computer causes that chalengers accept this phenomena in any ages and receive its services.
Agricultural industry has benefitted from this technology too.

In fact designing an expert system is creating an intelligent computer software which is able to suggest the best way in a systematic and exact manner with bounded knowledge. It goes without saying that its possible to design expert systems in any branch of sciences. In this article design of an expert system in selecting primary tillage tools has been descused. Developed multiple language, is efficient for the whole country to day. It is enough to show your location on the map instead of answering some of the questions for KARAJ (its hemisphere information exists in the software). These facilities is extendable for the world. The structure of the software for selecting the empliments is done on the basis of weighting different parts of the name of the complete implement by fuzzy logic lables and data fusion and its result is a list of proper tillage implements for that special situation given by the user. This list is sorted by the priority of implements and the pictures and explanations as well as the name of the implement will guide the user.

Key words:
Expert System , Artificial Intelligence , Primary Tillage Tools , Agriculture.

فهرست منابع و مراجع

۱- اهدایی، بهمن؛ "آمار تجربی عمومی" ، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ سوم، ۱۳۶۹
۲-شاه شجاعی، علی ؛ "هوش مصنوعی و سیستمهای خبره و کاربرد آنها در کتابداری و اطلاع رسانی"، نشریه فنی مرکز مدارک علمی، علوم اطلاع رسانی، دوره ۱۴ شماره ۳ و ۴
۳- شریف نسب، هومن ؛ رضا علیمردانی و سید علیمحمد برقعی؛ "سیستمهای خبره و کاربرد آنها در کشاورزی"، متن سخنرانی در چهارمین کنفرانس سیستمهای هوشمند، دانشکده برق، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۴تا۱۶ اسفند ۱۳۸۰
۴-شفیعی . ا ؛ ماشینهای خاک ورزی ؛ انتشارات دانشگاه تهران ؛ ۱۳۷۴

۵-ضیغمی، شایا ؛ مبانی هوش مصنوعی برای کمودور۶۴ ؛ نشر شرکت داده پردازی ایران؛ ۱۳۶۹
۶-مهاجر، پرویز؛ "دانش اطلاع رسانی چیست؟"، نشریه فنی مرکز مدارک علمی، ۱۳۵۱

7. Bernal ,J.D.. Science in History. London, Watts Pub. , 1954
8.Chi, M. T. H., Glaser, R., & Rees, E. "Expertise in problem solving. In R. Sternberg (Ed.), Advances in the psychology of human intelligence", vol. 1. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1982.
9.Farland, Mc and T, Homesd ; Expert system in education and training, Parker_Reese Pub. , ISBN: 0877782105
10.Friedrich, Sylvia. Expert system Design and Development using VP_Expert. ISBN: 0471615811
11.Hayes-Roth, F., & Jacobstein, N. "The state of the knowledge-based systems"; Communication of the ACM, 37 (3): 37-49. 1994.
12.Lee, D. Expert decision support systems for decision making. Journal of Information Technology, 3 (2): 85-94. 1988.
13.Meyer, A.D., Tsui, A. S., & Hinings, C. R. "Configurational approaches to organizational analysis". Academy of Management Journal, 36:1175-1196. 1993.
14. NASA, Lyndon B. Johnson Space Center, CLIPS Basic Programming Guide,Houston, TX. 1991
15.Palmer .J; "How Expert System Can Improve Crop Production "; Agricultural Engineering Sep / Oct 1986
16.Ragget . J ; W. Bains ; Artificial Intelligence From A to Z; Chapman & Hall; 1986
17.Turban, E. Decision support and expert systems. New York: Macmillan. 1990.
18. Waterman, Donald A. "A Guide to Expert Systems, Addison",Wesley Publishing Company, 1986.
19. www.ghg.net/clips/clips.html
20. www.esci.claes.sci.eg