نشریه پژوهش علف های هرز
دوره ۱۴، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱
صفحات ۲۴-۱
ISSN NO: 2008-6563

سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در مدیریت علف‌های هرز

Decision support systems (DSS) in weeds management

مجتبی حسینی[1*]، مهدی مجاب[2]، مهدی نصیری محلاتی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۲۱

چکیده

فناوری کشاورزی باعث تغییرات مداوم در روش‌های مدیریت مزارع می‌شود به‌طوری‌که کشاورزان با نهاده‌های جدید زیاد و متنوعی روبرو بوده و تصمیم‌گیری صحیح و موثر در زمینه به‌کارگیری امری دشوار شده است. سیستم‌های کمک به تصمیم‌گیری (DSS) از دهه ۱۹۸۰ میلادی در بخش کشاورزی بعنوان ابزار کمک‌دهنده به تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این سیستم‌ها در علوم علف‌های هرز بطور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- سیستم‌هایی که بر اساس تاثیر علف‌کش یا شناسایی علف‌های هرز توصیه می‌کنند ۲- سیستم‌هایی که بر اساس بانک بذر یا تراکم گیاهچه علف هرز توصیه‌های اقتصادی می‌نمایند. سیستم‌های پیشرفته‌تر در تلاش هستند که هر دو جنبه رقابت علف‌هرز و پویایی جمعیت علف‌های‌هرز را با توجه به دز علف‌کش انتخابی مد نظر قرار دهند. هدف استفاده از DSS ها در مدیریت علف‌های هرز کنترل مناسب علف‌های هرز، کاهش استفاده از علف‌کش‌ها، کاهش هزینه مدیریت علف‌های هرز و کاهش خطرات محیطی است. تاکنون از برنامه‌های متعددی چون HERB، MUS-HERB، WEEDSIM، SELOMA، Herbicide Application Decision Support System (HADSS)، Pocket HERB، WebHADSS، Weedsoft، Weed Manager، GESTINF، AVENA-PC، Expert system ، Pl@ntInfo و RIM (Ryegrass Integrated Management) در مدیریت علف‌های هرز استفاده شده است و انتظار می‌رود در آینده استقبال بیشتری از این برنامه‌ها شود.

کلمات کلیدی: سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، علف‌کش، مدل اقتصادی زیستی.

---

۱ - دکترای علوم‌علف‌های هرز.
۲- مربی، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران.
۳- استاد گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
* پست الکترونیک مسئول مکاتبات: M57M60@yahoo.com

مقدمه

فنآوری کشاورزی باعث تغییر مداوم مدیریت مزارع بوسیله کشاورزان می‌شود؛ امروزه کشاورزان با واریته و آفت‌کش‌های جدید زیادی روبرو هستند. از این رو تصمیم‌گیری صحیح و موثر کشاورزان را در زمینه‌های مختلفی چون زراعت، باغبانی، مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی و علوم خاک کمک خواهد کرد. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) برنامه‌های کامپیوتری بر مبنای دانش تخصصی هستند که برای کمک و یاری رساندن به تصمیم‌گیری مصرف‌کنندگان[1] طراحی شده است. دانش تخصصی شامل مدل‌های شبیه‌ساز[2]، سیستم‌های خبره[3]، سیستم‌های ترکیبی[4]، پایگاه داده[5] و صفحات گسترده[6] یا پشتیبان تصمیم‌گیری می‌باشند (Greer et al., 1994). DSS ها از دهه ۱۹۸۰ میلادی در بخش کشاورزی بعنوان ابزار کمک‌دهنده به تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گرفته‌است (Gonzalez-Andujar etal, 2010). سیستم‌های خبره از لحاظ کاربرد در بخش کشاورزی به چندین گروه تشخیص‌دهنده[7]، پیش‌بینی‌کننده[8]، مشاوره‌دهنده[9]، کنترل‌کننده[10] و غیره تقسیم می‌شوند (Gonzalez-Andujar, 2009). به هر حال پذیرش سیستم‌های خبره وابسته به پایگاه اطلاعات داده‌ی تخصصی آنهاست؛ منابع این اطلاعات شامل افراد متخصص، نتایج پژوهشگران و سیاست‌های دولت می‌باشد (Greer et al., 1994). در ابتدا احتمال قبول DSS های اولیه توسط جامعه کشاورزان ضعیف بود. زیرا این مطلب اغلب بدین دلیل بود که کشاورز یا مروج می‌توانست با حداقل تجربه بدون نیاز به استفاده از DSS ها اطلاعات مشابهی داشته باشد. این سیستم ها زمانی اهمیت پیدا می‌کنند که بتوانند پاسخ مناسبی را برای مشکلات پیچیده‌ی غیر قابل حل یا به سختی قابل حل ارائه‌دهند (Zand *et al*., 2008). DSS های کشاورزی باید برای یادگیری آسان، قابل اعتماد و قابلیت استفاده در هر موقعیت مصرف‌کننده داشته باشند (Greer et al., 1994) باید توجه داشت که در نظر گرفتن نیازهای کاربران نیز امری ضروری است (Zand et al., 2008).

سیستم‌های پشتیبان تصمیم گیری در علوم علف‌های هرز

در طی ۲۰ سال اخیر سیستم‌های تصمیم‌گیری زیادی برای کمک به کشاورزان و مدیران مزارع جهت مدیریت علف‌های هرز در چندین محصول توسعه یافته است (Bennett et al., 2003). این سیستم‌ها بطور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند (Mortensen and Coble, 1993): ۱- سیستم‌هایی که بر اساس تأثیر علف‌کش (Stigliana and Resina, 1993) یا شناسایی علف‌های هرز(Gonzalez-Andujar et al., 2010)توصیه می‌کنند. ۲- سیستم‌هایی که بر اساس بانک بذر یا تراکم گیاهچه علف هرز توصیه سودمندی اقتصادی می‌دهند (Berti and Zanin, 1997). سیستم‌های پیشرفته‌تر در تلاش هستند که هر دو جنبه رقابت علف‌هرز و پویایی جمعیت علف‌های هرز با دز علف‌کش انتخابی در نظر گرفته شود.

هدف استفاده از DSS ها در مدیریت علف‌های هرز

کنترل مناسب علف‌های هرز، کاهش استفاده از علف‌کش‌ها،کاهش هزینه مدیریت علف‌های هرز و کاهش خطرات محیطی است(Schmidt *et al*., 2005 ؛ Buhler *et al*., 1997). عواملی که بر ساخت و طراحی DSS

1-Users
2- Simulation models
3- Expert systems
4- Hybrid systems
5- Databases
6- Spreadsheets
7- Diagnosis
8- Predictions
9- Consultation
10- Control

ها تاثیرگذارند شامل: گونه علف هرز، زمان سبز شدن علف‌هرز، تراکم علف‌هرز، تاثیر علف‌کش، هزینه آن و ایمن بودن برای محیط می‌باشند (Hock et al., 2007). در چند کشور اروپایی همچون آلمان، اسپانیا و دانمارک با استفاده از یک برنامه آنلاین DSS در مدیریت تلفیقی گندم و ذرت برای کمک به کشاورزان و مشاوران مزرعه برای سمپاشی به میزان مناسب علف‌کش و زمان دقیق آن با هدف حداکثر تأثیر بر تولید مشاهده شد این برنامه با کاهش مصرف علف‌کش بدون کاهش عملکرد موثر بود (Bückmann et al., 2018).

ساختار یک DSS از دو قسمت جداگانه تشکیل شده‌است:۱- رابط کاربر[1] که اطلاعات ورودی و نمایش خروجی در این بخش می‌باشد ۲- کتابخانه و پایگاه اطلاعات داده‌ها که محاسبات در این بخش انجام می‌پذیرد. یکی از ارکان توسعه این سیستم‌ها قابلیت به روز شدن پایگاه اطلاعات داده آن‌هاست. برای مثال برنامه WeedED به نحوی طراحی شده که به کاربران اجازه می‌دهد پایگاه داده در سه برنامه HADSS، HERB Pocket و WebHADSS را تغییر دهد(Bennett et al., 2003). بعد از ساخت یک برنامه DSS نیاز به اعتبارسنجی[2] دارد که به صورت زیر انجام می‌گیرد.

اعتبار سنجی

هدف از این مرحله شناخت کارایی برنامه در ارائه توصیه‌ها در تعداد زیادی از مزارع است. به‌طور کلی در این مرحله روش پیشنهادی توسط برنامه با روش متداول کشاورز مقایسه می‌شوند. این مقایسه می‌تواند بر اساس کنترل علف‌هرز، عملکرد گیاه زراعی و سودخالص اقتصادی انجام گیرد (Bennett *et al.*, 2003). بعنوان مثال برای ارزیابی و اعتبارسنجی برنامه Gestinf از دو روش استفاده شد: ۱- قابلیت تخمین کاهش عملکرد و تشخیص روش مفیدتر کنترل علف‌های هرز ۲- ارزیابی اقتصادی تغییر تصمیم‌گیری کشاورز با استفاده از این سیستم‌ها در مزرعه (Berti and Zanin, 1997). یکی از نقاط ضعف DSS ها کمبود مطالعه در اعتبارسنجی آنها است (Gonzalez-Andujar et al., 2011).

آشنایی با چند برنامه DSS در مدیریت علف‌های هرز

SELOMA: این برنامه در ایتالیا ساخته شده و قادر به ارزیابی قدرت رقابتی علف‌هرز و توصیه مدیریتی برای آن‌هاست. برنامه بر پایه تراکم علف‌هرز، مرحله رشدی گیاه زراعی و علف‌هرز و ارتفاع گیاه زراعی و علف‌هرز طراحی شده است. داده‌های مورد نیاز شامل اطلاعات گیاه زراعی (رقم، مرحله رشدی، ارتفاع و سن) اطلاعات علف‌های‌هرز (گونه، چرخه زندگی، مرحله رشدی، عادت رشدی[3]، ارتفاع و آستانه اقتصادی مبارزه) و میزان تأثیر علف‌کش در کنترل علف‌های‌هرز می‌باشد. در این برنامه تیمارهای کنترل شیمیایی و مکانیکی پیشنهاد و بهترین گزینه علف‌کشی (شامل فرمولاسیون، میزان مصرف و هزینه) توصیه می‌گردد و در صورت عدم نیاز به مبارزه ذکر می‌شود. در گیاهان زراعی مختلفی چون گندم دوروم، جو، یولاف زراعی، چاودار، چغندرقند، ذرت و سورگوم استفاده می‌شود (Stigliani and Resina, 1993).

WEEDSIM: این برنامه دارای مدل اقتصادی‌زیستی[4] است و برای ایالت مینسوتا توسعه یافته است. این برنامه در استفاده از علف‌کش‌های پیش رویشی و پس رویشی متداول ذرت و سویا طراحی شده است. این مدل شامل رهیافت‌های کنترل مکانیکی به همراه شیمیایی بوده (Renner *et al.*, 1999) و شبیه برنامه قبلی بهترین گزینه

1- User interface
2- Validation
3-Habit
4- Bioeconomic Model

مدیریتی را توصیه می‌کند. Renner et al. (1999) این برنامه را با دو برنامه CORNHERB و SOYHERB در میشیگان مقایسه کرده و تفاوت جزئی در میزان کنترل علف‌هرز، عملکرد گیاه زراعی و سود خالص در استفاده از این برنامه‌ها را گزارش کردند (جدول ۱). آنها به این نتیجه رسیدند که استفاده از این برنامه باعث کاهش هزینه مبارزه و کمک به کشاورزان در مدیریت علف‌های هرز می‌شود.

جدول ۱- عملکرد ذرت و سود نهایی در اثر کنترل علف‌های هرز بوسیله شش تیمار مدیریت علف‌هرز (برگرفته از Reener *et al.*, 1999)

Table 1: Corn yield and gross margins over weed control costs as influenced by the six weed management treatment (Adapted from Reener et al., 1999)

1995		1994		1993		
سود نهایی Gross margins	عملکرد Yield	Gross سودنهایی margins	عملکرد Yield	سود نهایی Gross margins	عملکرد Yield	تیمار Treatment
دلار در هکتار $ ha^{-1}	کیلوگرم در هکتار× ۱۰۰ Kg ha^{-1}×100	دلار در هکتار $ ha^{-1}	کیلوگرم در هکتار× ۱۰۰ Kg ha^{-1}×100	دلار در هکتار $ ha^{-1}	کیلوگرم در هکتار× ۱۰۰ Kg ha^{-1}×100	
-	9.0	-	10.0	-	10.5	عاری از علف هرز Weed free
-	2.5	-	6.3	-	6.9	بدون کنترل Untreated control
524	7.4	630	9.2	625	9.7	کنترل مکانیکی Mechanical control
620	8.8	704	10.2	679	11.3	اعمال علف‌کش پیش و پس رویشی با برنامه WEEDSIM Pre/Post
605	8.2	640	9.1	662	10.4	اعمال علف‌کش پس رویشی با برنامه WEEDSIM Post
628	8.9	655	9.5	689	10.8	استفاده از برنامه CORNHERB
	0.9		1.5		0.9	LSD

HERB: این برنامه تحت سیستم عامل DOS که فقط توسط یک کاربر بر روی دیسکت در کامپیوترهای شخصی استفاده می‌شد به بازار عرضه شد سپس در سال ۱۹۹۸ توسط متخصصین دانشگاه جورجیا برای استفاده در کامپیوترهای دستی[1] تغییر حالت داده شد (Bennett et al., 2003). این برنامه برای کنترل پس رویشی علف‌های‌هرز مزراع سویا و ذرت با تعیین اثر تراکم علف‌هرز بر عملکرد و محاسبه سود اقتصادی طراحی شده است (Coble and Mortensen, 1992). توصیه‌هایی که توسط برنامه انجام می‌پذیرد بر اساس گونه های علف‌هرز، تراکم و میانگین اندازه آنها، وضعیت رطوبت خاک، عملکرد مورد انتظار گیاه در حالت بدون علف‌هرز، قیمت خرید گیاه زراعی، هزینه و میزان تأثیر علف‌کش می‌باشد. در این برنامه علف‌کش‌هایی که برای کنترل علف‌های‌هرز استفاده می‌شود تعیین شده و قدرت رقابتی علف‌هرز با گیاه زراعی نیز در نظر گرفته شده و مناسبترین علف‌کش توصیه می‌گردد (Lyon *et al.*, 2004).

قدرت رقابتی علف‌های هرز با گیاه زراعی در محدوده ۰ تا ۱۰ تعیین می‌گردد که ۱۰ بالاترین قدرت رقابتی را شامل می‌شود (Bennett *et al.*, 2003). از حاصلضرب تراکم علف‌هرز در قدرت رقابتی گونه و جمع گونه‌ها قدرت رقابتی کل محاسبه شده (Coble and Mortensen, 1992). پس از تیمار علف‌کش قدرت رقابتی کل بر اساس تراکم اولیه علف‌هرز و میزان تأثیر پیش بینی شده علف‌کش برای هر تیمار تخمین زده می‌شود. در تراکم‌های پایین علف‌هرز بین قدرت رقابتی کل و درصد کاهش عملکرد رابطه خطی وجود دارد و در تراکم‌های بالا رابطه به صورت هذلولی قائمه[2] است (Lyon *et al.*, 2004).

میزان تأثیر علف‌کش به گونه‌های علف‌هرز، میانگین اندازه علف‌هرز و شرایط رطوبتی خاک وابسته است. اندازه علف‌هرز به سه گروه کمتر از ۵ سانتی‌متر، ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر و بیش از ۱۰ سانتی‌متر تقسیم می‌شود. رطوبت خاک نیز به دو گروه رطوبت کافی و خاک خشک تقسیم می‌شود. در این مدل شرایط رطوبت کافی برای رشد فعال گیاه زراعی و شرایط خشک نیز برای عدم رشد فعال آن تعریف شده است (Lyon *et al*. 2004).

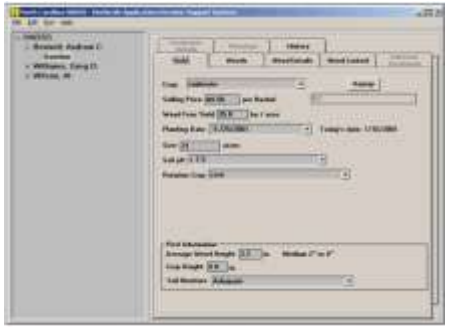
در این برنامه قیمت خرید مورد انتظار گیاه زراعی، قیمت علف‌کش، هزینه کاربرد آن، و عملکرد مورد انتظار گیاه زراعی در شرایط بدون علف‌هرز (بوسیله کاربر ارائه می‌شود) برای محاسبه سود خالص مورد انتظار[3] برای هر تیمار در پایگاه اطلاعات داده استفاده می‌شود. تیمارها بر اساس سود خالص مورد انتظار رتبه‌بندی[4] شده و کاربر می‌تواند اطلاعات را بر اساس درصد کاهش عملکرد مورد انتظار، کنترل علف‌هرز، هزینه و سود خالص هر تیمار مشاهده کند (Lyon *et al*., 2004). این مراحل گام به گام انجام می-گیرد که هر گام در (شکل ۱) مشاهده می شود.

1- Handheld computers

2- Hyperbolic

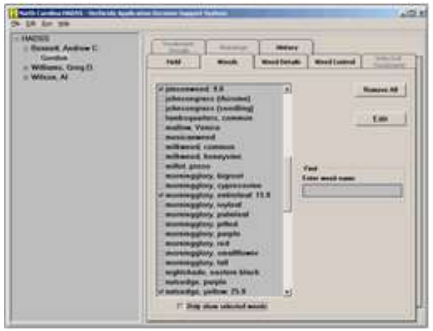
3- Expected net return

4- Rank



گام اول: ورود اطلاعات مورد نیاز مزرعه توسط کاربر در برنامه HADSS

1stStep: Field information screen for HADSS, showing the factors the user needs to input.

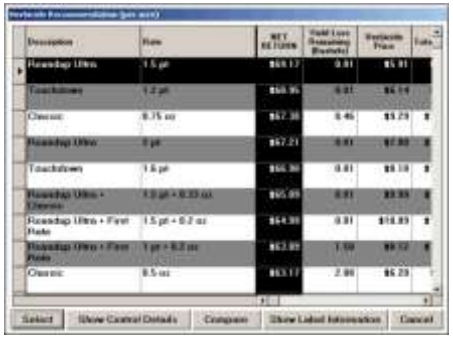


گام دوم: انتخاب علف¬هرز از لیست برنامه و تخمین جمعیت¬های موجود در ۱۰۰ متر مربع (برای مثال ۴۰ پا در ۳۰ اینچ عرض.)

2nd Step: The weed selection screen allows you to choose from an extensive list of weeds available for the crop, and enter estimated populations based on a 100 square foot area (for example, 40 ft of 30 inch row, middle to middle).

گام سوم: تخمین خسارت میزان کاهش عملکرد و کاهش عملکرد اقتصادی بوسیله برنامه. این تخمین بر پایه اثر رقابت علف¬هرز، عملکرد عاری از علف¬هرز و قیمت خریداری شده گیاه زراعی محاسبه می¬شود.

3rd Step: The damage estimate screen shows the estimated yield loss and money lost, based on the effect of weed competition, estimated weed-free yield, and estimated selling price.



گام چهارم: لیست اولیه از رتبه بندی علف¬کش¬ها بر اساس تخمین سود خالص اقتصادی. این رتبه بندی می¬تواند بر اساس کاهش عملکرد، قیمت علف¬کش و فاکتورهای دیگر باشد.

4th Step: The initial listing of herbicide treatments, based on estimated economic return. Treatments can also be sorted by yield loss remaining, herbicide price, and several other factors.

گام پنجم: جزئیات تیمارها بر اساس میزان کنترل قابل انتظار علف‌هرز، کاهش عملکرد و هزینه علف‌کش که در محدوده خاص مزرعه استفاده می‌شود

5th-Step: You can examine treatment details for any of the treatments listed, showing expected weed control, yield loss from the remaining weeds, and cost of the herbicide required for the field area specified.

گام ششم: پیدا کردن بهترین تیمار برای کنترل علف¬هرز خاص. در این مثال تیمارها بر اساس بهترین تیمار کنترل کننده سیدای خاردار رتبه بندی شده اند.

6th Step: The "compare weeds" feature allows you to find the best treatment in terms of weed control for a specific weed. In this case, the treatments are sorted to find the best treatment for prickly sida control.

شکل ۱- گام‌های مختلف ورود اطلاعات بوسیله کاربر و خروج راهکار پیشنهادی توسط برنامه HADSS (برگرفته از Wilkerson *et al.*, 2011).

Figure 1- Different steps of input information by user and output of HADSS (Adapted from Wilkerson *et al.*, 2011).

MUS-HERB: در سال ۱۹۹۴ در ایالت می‌سی‌سی‌پی پایگاه اطلاعات داده‌های برنامه HERB دچار تغییراتی همچون میزان تأثیر علف‌کش و شاخص رقابت برای توصیه علف‌کش در سویا شد که بدین وسیله انعکاس بهتری از داده ها در این ایالت شود. بعبارت دیگر برنامه HERB محلی شده و در ایالت می‌سی‌سی‌پی مورد استفاده قرار گرفت. در طول ۲ سال آزمایش مزرعه ای میزان کنترل علف‌هرز، عملکرد سویا و نرخ سود خالص حاصل از توصیه های این برنامه با برنامه HERB مقایسه شد و مشاهده گردید که این برنامه در فاکتورهای ذکر شده نسبت به برنامه HERB بهتر عمل می‌کند (Rankins *et al*., 1998).

Herbicide Application Decision Support System (HADSS): این برنامه نیز شبیه برنامه قبل از تغییر در برنامه HERB حاصل شده است و با دو برنامه PocketHERB و WebHADSS در یک خانواده قرار گرفته‌اند (Bennett *et al*., 2003). اعتبار بخشیدن به این برنامه از سال ۱۹۹۹در ایالت‌های آلباما، آرکانزاس، جورجیا، لویزیانا، می‌سی‌سی‌پی، کارولینای شمالی و جنوبی، اوکلاهما، تنسی و تگزاس شروع شد (Lyon *et al*., 2004). این برنامه برای توصیه طیف وسیعی از کنترل علف-های‌هرز شامل تیمارهای علف‌کش قبل از کشت مخلوط با خاک، قبل از سبز شدن، پس از سبزشدن[1] و لکه‌ای پس از سبز شدن طراحی شده است (Bennett *et al*., 2003).

سود خالص برای دو تیمار پس از سبز شدن و لکه ای پس از سبز شدن در این برنامه شبیه به برنامه HERB محاسبه شده اما برای تیمارهای قبل از کاشت مخلوط با خاک و قبل از سبز شدن به گونه علف‌هرز و خصوصیات خاک (محتوای ماده آلی خاک[2] و ساختمان خاک) بستگی دارد. اکثر علف‌کش‌های خاک مصرف با افزایش ماده آلی و محتوای رس قابلیت دسترسی زیستی[3] شان کاهش می‌یابد. در این برنامه محتوای ماده آلی خاک به سه گروه یک درصد، بین یک تا سه درصد و بیش از سه درصد تقسیم شده، ساختمان خاک نیز در سه گروه درشت[4] (شن، شنی لومی، لومی شنی)، متوسط (لوم، سیلت، سیلت لومی) و ریز (رس، رسی لومی، شنی رسی، شنی رسی لومی، سیلتی رسی ، سیلتی رسی لومی) تقسیم شده است (Bennett *et al*., 2003).

اطلاعاتی چون نام کشاورز و مزرعه در این برنامه ثبت می‌شود. ارقام مقاوم به علف‌کش در صورت وجود در داده‌های ورودی وجود دارد (شکل ۱). این ارقام برای برخی گیاهان زراعی هستند و کشاورز با انتخاب آن در مراحل انتخاب علف‌کش تاثیرگذار است. بالا بودن قیمت و هزینه این گونه بذرها در قبل از کشت بوسیله برنامه در نظر گرفته شده و در نهایت با پیش‌بینی سود خالص استفاده از این ارقام را رد یا توصیه می‌کند (Wilkerson et al. 2011; Bennett et al. 2003). Lyon *et al*. (2004) در ارزیابی مزرعه‌ای این برنامه و مقایسه با سیستم مدیریتی قابل اجرا توسط کشاورزان در تولید پنبه دشت‌های وسیع[5] تگزاس جنوبی مشاهده کردند که عملکرد الیاف پنبه یا سود خالص با سیستم مدیریت علف‌های‌هرزدر ارقام مختلف تفاوتی وجود ندارد.

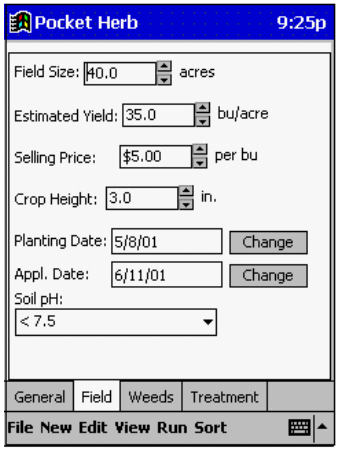
1- Postemergence-directed spray (PDS)
2- Organic matter content
3- Bioavailability
4- Coarse
5- High Plains

Pocket HERB: این برنامه برای کامپیوترهای قابل حمل طراحی گردیده (شکل ۲) و این اجازه را به کاربر می‌دهد که وارد مزرعه شده با توجه به مشاهدات درون مزرعه‌ای تیمار مناسب علف‌کش را انتخاب کند. بنابراین در فصل رشد گیاه زراعی، درون مزرعه و برای تیمارهای پس رویشی و پس رویشی لکه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این برنامه مشابه برنامه HADSS می‌تواند اطلاعات ورودی را بر اساس نام کشاورز و مزرعه ذخیره کند و اطلاعات مشابهی از تیمارها با برنامه HADSS نشان دهد.

تیمارها بر اساس چندین معیار[1] می‌تواند رتبه‌بندی شوند اما صفحه نمایش کوچک کاربر را در مشاهده جزئیات اطلاعات با مشکل مواجه می‌سازد(گام‌های مختلف ورود اطلاعات در این برنامه شکل۲) (Bennett *et al*., 2011 ;Wilkerson *et al*., 2003). اطلاعات مزرعه‌ای می‌تواند بین این دو برنامه انتقال داده شود که اجازه می‌دهد قبل از دیده بانی مزرعه اطلاعات اصولی مزرعه و قیمت علف‌کش در کامپیوترهای شخصی و لپ تاپ[2] ویرایش شود. با توجه به صفحه نمایش کوچک و استفاده از قلم در ورود اطلاعات به این برنامه در مزرعه هدف به حداقل رساندن ورود اطلاعات در این برنامه است (Bennett *et al*., 2003).

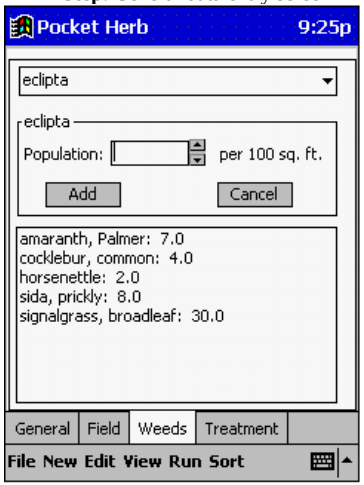
1- Criteria
2- Lap Top

رایانه¬های جیبی.
Pocket PC palmtops



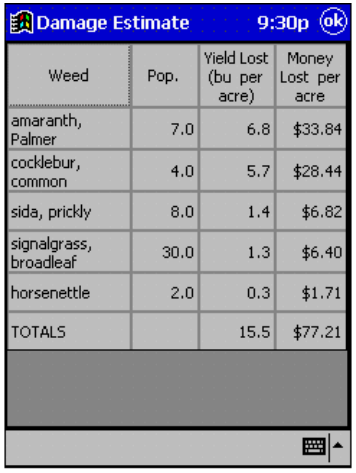
گام سوم: سربرگ اطلاعات مزرعه شامل تخمین عملکرد عاری از علف¬هرز و قیمت گیاه زراعی.
3rd Step: Field information screen, including estimates of weed-free yield and crop selling price.

گام اول: اطلاعات ورودی کشاورز و مزرعه
1st Step: General data entry screen

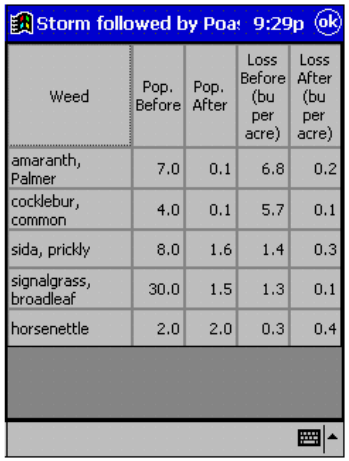


گام چهارم: سربرگ اطلاعات گونه¬های علف-هرز، در سربرگ بالا که بصورت کشویی است به کاربر اجازه انتخاب از تمام گونه¬های علف-هرز موجود در گیاه زراعی کشت شده را می-دهد.
4th Step: Weed species screen, the drop down box at the top allows you to select from all the weed species available for the crop in use.

گام دوم: انتخاب نوع گیاه پنبه
2nd Step: Crop variety selection screen for cotton.



گام پنجم: تخمین خسارت به عملکرد گیاه زراعی توسط جمعیت¬های علف¬هرز. عملکرد مورد انتظار و زیان اقتصادی ناشی از کنترل نکردن علف¬هرز را نشان می¬دهد.
5th Step: Damage estimate screen, showing weed populations an expected yield and monetary losses if no treatment is applied.



گام ششم: سربرگ رتبه بندی تیمارها. رتبه بندی به‌صورت بازده خالص اقتصادی طبقه بندی شده است

6th Step: The initial treatment shown when treatments are sorted based on net economic return.

گام هفتم: تیمارها بر اساس بازده خالص اقتصادی رتبه¬بندی می¬شوند ولی کاربر می¬تواند طبقه بندی را براساس عوامل دیگری همچون کاهش عملکرد و غیره بهترین روش مبارزه را انتخاب کنید.

7th Step: Treatments are initially sorted based on net return, but you can choose to sort by several other factors, including yield loss remaining (shows the treatment providing the best weed control).

گام هشتم: مشاهده جزئیات روش کنترل.

8th Step: Treatment details, showing the weed control expected for a herbicide in the growing conditions and weed size entered.

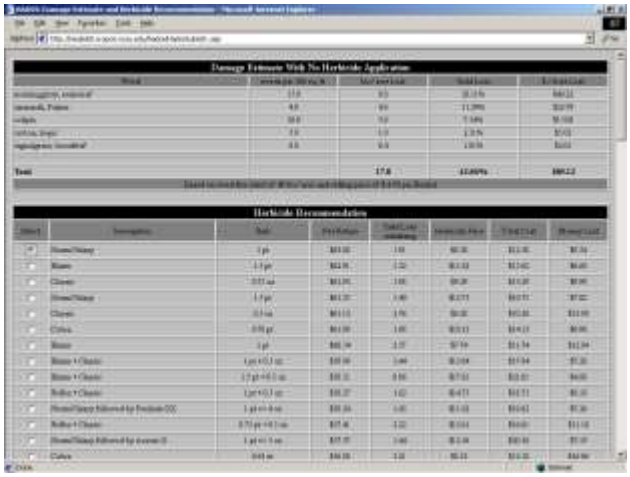
شکل ۲- رایانه‌های جیبی و گام‌های مختلف ورود اطلاعات و خروج داده ها در برنامه Pocket HERB (برگرفته از Wilkerson *et al*., 2011).

Figure 2- Pocket PC palmtops and different steps of input information by user and output of Pocket HERB (Adapted from Wilkerson *et al*., 2011)

WebHADSS: این برنامه تحت وب اجرا می‌شود و برای هر کسی که قابلیت دسترسی به اینترنت دارد و دارای مرورگر می‌باشد قابل استفاده است. طراحی اولیه این برنامه برای ۱- کلاس و توسعه آموزش ۲- مدیران مزارعی که دارای مزارع کوچک بودند و برنامه‌های رایج برای آنها مفید نبود ۳- کاربرهایی که کامپیوتر آنها قابلیت دسترسی به برنامه Windows را ندارد ۴- دسترسی آسان به برنامه‌های خانواده HADSS برای پشتیبانی از تصمیم گیری کاربر بود. کاربرد این برنامه برای توصیه علف‌کش‌های پس‌ر ویشی و پس رویشی لکه ای است. پایگاه اطلاعات داده مشابهی برای هر دو تیمار ذکر شده در برنامه HADSS و WebHADSS وجود دارد و محاسبه کاهش عملکرد و سود خالص نیز یکسان است (شکل ۳).

گام اول: صفحه ورودی اطلاعات مزرعه توسط کاربر که می‌تواند گیاه زراعی و علف‌هرز برای نسخه تحت وب HADSS را ثبت کند.

First Step: Field, crop, and weed information screen for the web version of HADSS, showing the factors the user needs to input



گام دوم: صفحه نمایش خروجی شامل زیان اقتصادی قابل انتظار توسط علف‌هرز در صورتی‌که علف‌کشی استفاده نشود را نشان می‌دهد. علاوه برآن لیستی از گزینه‌های علف‌کش از نظر بازده اقتصادی خسارت با کاربرد هر روش طبقه بندی شده است.

Second Step: The output screen shows the expected yield loss by weed species if no herbicide was applied, and a list of herbicide options, sorted by estimated economic return from applying that treatment

شکل ۳- نحوه ورود اطلاعات و خروج داده ها در برنامه HADSSو WebHADSS (برگرفته از Wilkerson *et al.*, 2011).

Figure 3- Input and output information in HADSS and WebHADSS (Adapted from Wilkerson *et al.*, 2011).

در تگزاس جنوبی با استفاده از برنامه WebHADSS روش‌های مختلف تیمار علف‌کش (رایج و سم‌پاش هوشمند) طراحی شد وآزمایش مزرعه‌ای طی دو سال در مزارع پنبه انجام گرفت. در تیمارهای مختلف میزان کنترل علف‌هرز، علف‌کش استفاده شده، عملکرد پنبه و سود خالص مقایسه گردید. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد علف‌کش به صورت سراسری معمولاً بیشترین کنترل علف‌های هرز را بدنبال داشت. در هر دو سال سم‌پاش هوشمند میزان علف‌کش کمتری نسبت به تیمار سراسری استفاده کرد (جدول ۲). عملکرد الیاف پنبه در تیمار سراسری مشابه تیمار عاری از علف‌هرز بود و سود خالص در تیمار استفاده از سم‌پاش هوشمند به علت کاهش هزینه کنترل علف‌هرز مشابه با تیمار سراسری بود (جدول ۲). استفاده از سم‌پاش هوشمند به همراه برنامه WebHADSS هنگامی که تراکم علف‌هرز کم باشد در تولید پنبه دشت تگزاس جنوبی مفید می‌باشد(Ford *et al*., 2011).

جدول ۲- میزان سم مصرفی، عملکرد الیاف پنبه و سود خالص در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ (برگرفته از Ford *et al*., 2011)

Table 2- Postemergence herbicide use Cotton lint yield and net return in 2005 and 2006 (Adapted from Ford et al. 2011)

سودخالص دلار در هکتار Net return $ ha^{-1}		عملکرد کیلوگرم در هکتار Yield Kg ha^{-1}		کل علف‌کش استفاده شده در فصل Total season herbicide use		تیمار Treatment
2006	2005	2006	2005	2006	2005	
800 abc	1435 a	882 abc	1397 a	100 a	100 a	سم‌پاشی سراسری (رایج) Broadcast
965 a	-	1038 a	-	-	-	سم‌پاشی سراسری به همراه استفاده از برنامه WebHADSS
663 cd	1421 a	750 c	1384 a	70 b	51 b	سم‌پاشی هوشمند تمام ردیف پس رویشی با استفاده از برنامه WebHADSS Broadcast (PPI)
751 bcd	-	843 bc	-	65 b	-	سم‌پاشی هوشمند تمام ردیف پس رویشی با استفاده از برنامه WebHADSS در دو سال VHCR (PPI)
878 abc	1006 b	870 abc	1008 b	60 bc	32 c	سم‌پاشی هوشمند متناسب با مکان پس رویشی با استفاده از برنامه WebHADSS VHVR (no PPI)
812 abc	-	903 abc	-	51 c	-	سم‌پاشی هوشمند متناسب با مکان پس رویشی با استفاده از برنامه WebHADSS در دو سال VHVR (PPI)

علامت اختصاری: VHCR، متغییر در زیر پوشش و پاشش در طول ردیف VHVR، متغییر در زیر پوشش و پاشش متغییر (وابسته به مکان) در طول ردیف

Abbreviations: VHCR, variable under the hood and continuous at the row; VHVR, variable under the hood and variable at the row.

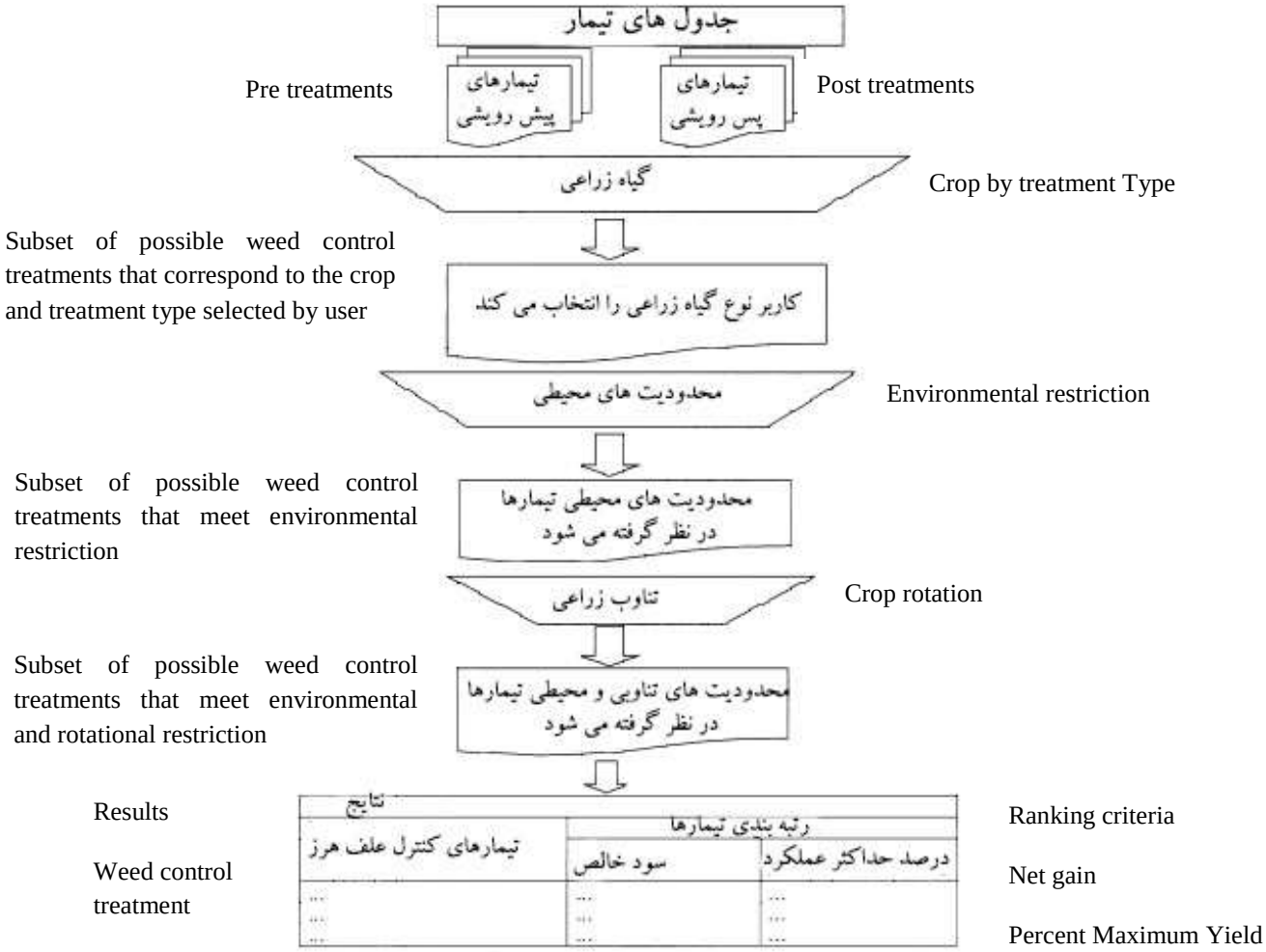
تیمارهای دارای حروف مشابه در یک ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد با هم ندارند.

Treatment means within each column followed by the same lower case letter (a, b, c) are not significantly different (P = 0.05) using ‘‘pdiff’’ function in SAS.

Weedsoft: این برنامه نیز تکامل یافته برنامه HERB می‌باشد؛ دارای مدل اقتصادی زیستی بوده و در مزارع سویا ایالت کارولینای شمالی استفاده می‌گردد. این برنامه دارای ۴ ماژول مستقل به نام‌های ADVISOR, EnviroFX, MapVIEW and WeedVIEW می‌باشد. ADVISOR به کاربر در انتخاب تیمار بر اساس که بیشترین عملکرد یا بیشترین سود خالص کمک می‌کند. EnviroFX اطلاعات محیطی مرتبط با علف‌کش‌ها را شامل می‌شود. MapVIEW نقشه خاک شهر شامل شاخص توانایی[1] آلودگی آب‌های‌زیرزمینی می‌باشد و WeedVIEW که کتابخانه بصری با عکس‌های رنگی از ۴۶ گونه رایج علف‌هرز است.

بیش از ۵۰۰ کشاورز و مشاور مزرعه در ایالت کالیفرنیا از این برنامه استفاده می‌کنند در چند سال اخیر تعداد کاربران این برنامه افزایش یافته است (Neeser *et al.*, 2004). برای مشاهده کارکرد این برنامه می‌توان به سایت‌های http://www.weedsoft.unl.edu/ و http://www.weedsoft.org مراجعه کرد. در این برنامه قبل از رتبه بندی علف‌کش‌ها محدودیت محیطی علف‌کش‌هایی که توسط برنامه توصیه می‌شود در نظر گرفته می‌شود (شکل ۴) (Neeser *et al.*, 2004).

1- Vulnerability



شکل ۴- الگوریتم انتخاب و غربال تیمارها (برگرفته از Neeser *et al*., 2004).

Figure 4- Treatment filtering and selection flowchart (Adapted from Neeser *et al*., 2004).

Schmidt *et al*. (2005) در ایالت متحده آمریکا از این برنامه استفاده کردند سپس با استفاده از رگرسیون خطی ارتباط بین کاهش عملکرد واقعی و پیش‌بینی‌شده توسط برنامه را محاسبه کردند. شیب خط برابر با یک بدین معنی بود که میزان کاهش عملکرد واقعی و پیش‌بینی شده یکسان می‌باشد که در ایالت‌های ایلی‌نویز و میسوری این اتفاق افتاد. در ایالت کانزاس میزان کاهش عملکرد واقعی بیشتر و در ایالتهای میشگان، نبراسکا و ویسکانسین کمتر از مقدار آن توسط برنامه بود. آنها بیان کردند که تخمین کاهش عملکرد به چندین عامل بستگی دارد. در مکان‌هایی که علف‌های‌هرز پهن‌برگ غالب بودند و شاخص رقابتی بیشتر از ۵ بود تغییرات[1] معنی‌داری در کاهش عملکرد واقعی مشاهده گردید. تغییرات محیطی بعد از کاربرد علف‌کش

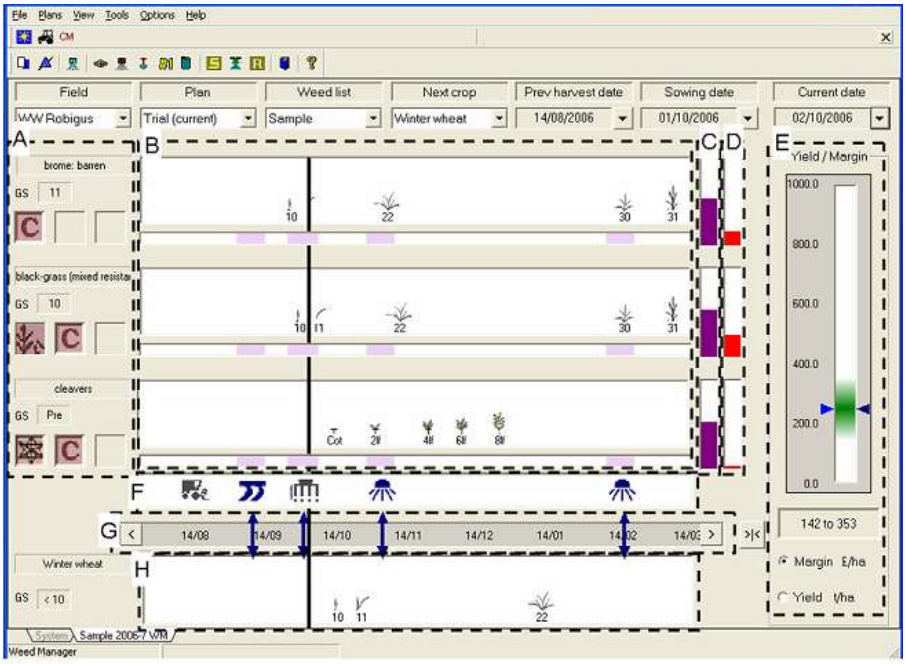
1- Variability

اثر زیادی بر توانایی سرکوب علف‌هرز توسط گیاه زراعی دارد. در آزمایش دیگری از این برنامه برای کنترل علف‌های هرز در سه ایالت نبراسکا، ایلی‌نویز و میسوری استفاده گردید و نتایج نشان داد که پیش‌بینی کنترل پهن برگ‌ها نسبت به باریک برگ‌ها بهتر بود. پیش‌بینی کارآیی علف‌کش در پتانسیل حداکثری گیاه زراعی عالی بود و حاکی از پتانسیل خوب برنامه در توصیه علف‌کش‌ها می‌باشد (Hock *et al*., 2007).

AVENA-PC: همانطور که از نام برنامه مشخص است برای کنترل یولاف وحشی در غلات طراحی شده است. این برنامه مشابه برنامه‌های قبلی اقتصادی زیستی (مدل پویایی جمعیت، مدل رقابت و مدل اقتصادی) به همراه پایگاه داده (توصیه های مدیریت علف‌های‌هرز) است و تحت محیط windows کار می‌کند. در طی مطالعه‌ای مشخص گردید که استفاده از این برنامه مصرف علف‌کش را نسبت به تیمار کامل و نصف دز علف‌کش به طور میانگین ۶۵ و ۳۰ ٪ به‌ترتیب کاهش داد (Gonzalez-Andujar *et al*., 2010).

Weed Manager: از این برنامه به دومنظور در یک فصل رشد و چندین سال در تناوب گیاهی استفاده می‌شود. از شبیه سازی رشد گندم و علف‌های هرز یکساله با مدل اکتشافی[1] چند مرحله‌ای[2] در یک فصل رشد و استفاده از پویایی جمعیت بذرها با استفاده از بهینه سازی مبتنی بر احتمال[3] علف‌های‌هرز در طول چندین فصل انجام می‌شود. این برنامه برای کشت آبی چندین گیاه زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. داده‌های مربوط به اطلاعات گیاهان با اطلاعات محیطی در اشتراک[4] هستند؛ از داده‌های زراعی، آفت‌کش‌ها، آب و هوایی و کاربر استفاده می‌گردد (شکل ۵). این برنامه در محیط ویژوال C^{++} نسخه ششم[5] نوشته شده است. ۱۰۰ کشاورز در فصل زراعی ۲۰۰۵-۲۰۰۶ و ۲۰۰۶-۲۰۰۷ از این برنامه استفاده کردند(Parsons *et al*., 2009). برای آشنایی و نحوه کار کردن با این برنامه می‌توان به سایت (www.weedmanager.co.uk) مراجعه کرد.

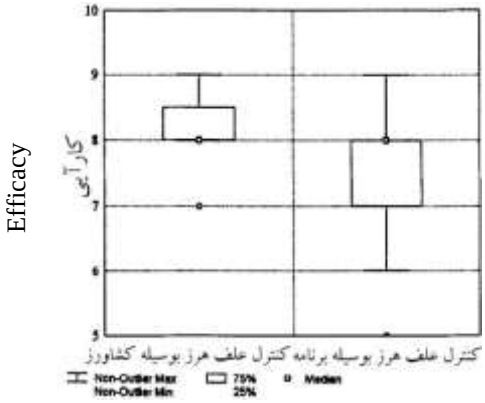
1- Heuristic
2- Multi- stage
3- Stochastic
4- Sharing
5- Version



شکل ۵- محیط برنامه Weed Manager. (A) ایکون‌های ورودی اطلاعات مربوط به علف‌هرز (B) مرحله رشدی علف‌هرز (C) میزان از بین رفتن علف‌هرز بوسیله منترل مکانیکی و علف‌کش (D) کاهش عملکرد گیاه زراعی برای هر علف‌هرز (E) سهم سود نهایی که متغییر به حالت سایه‌دار نشان داده می‌شود (F) آیکون نمایش زمان برداشت، شخم/ کشت و دو سم‌پاشی (G) تقویم (H) مرحله رشدی گیاه زراعی (برگرفته از Parsons *et al*., 2009)

Figure 5 – Weed Manager user interface: within season view. (A) Weeds and information icons. (B) Weed growth stages. (C) Weed kill by cultivations and herbicides. (D) Yield loss due to each weed. (E) Partial gross margin, showing variability by shading. (F) Icon bar showing harvest, plough, harrow/drill and two sprays. (G) Date bar. (H) Crop growth stages (Adapted from Parsons *et al*., 2009).

GESTINF: پروژه طراحی این برنامه در سال ۱۹۸۵ توسط محققین ایتالیا شروع شد. برنامه برای توصیه کنترل پس رویشی علف‌های هرز در مزارع سویا و گندم طراحی گردید. با استفاده از ورودی داده‌هایی همچون تراکم علف‌هرز، قیمت خرید محصول و عملکرد عاری از علف-هرز، برنامه پتانسیل خسارت به گیاه زراعی توسط چندین گونه علف‌هرز موجود را تخمین زده و گزینه‌های کنترلی موجود را بر طبق سود خالص رتبه بندی می‌کند. میزان کاهش عملکرد توسط علف‌هرز و خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی بوسیله علف‌کش توسط برنامه محاسبه شده بنابراین انتخاب تیمارهای مناسب کنترل بر اساس اقتصادی

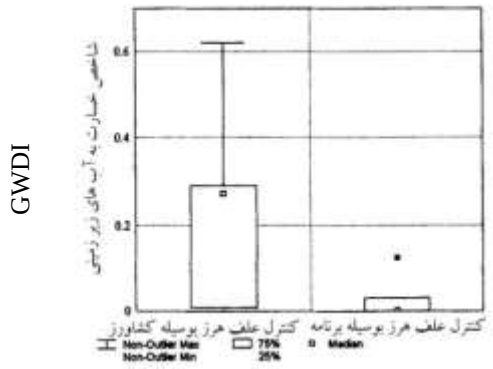


Farm weed control GESTINF weed control

شکل ۶- کارآیی پیشنهادات برنامه GESTINF و کنترل علف‌های‌هرز بوسیله کشاورز (برگرفته از Berti and Zanin, 1997).

Figure 6- Efficacy of GESTINF suggested and farm weed controls (Adapted from Berti and Zanin, 1997).

Expert system: این برنامه برای کمک به زیتون‌کاران طراحی شد. بر خلاف برنامه‌های قبلی از سری برنامه‌های اگر– آنگاه[1] می‌باشد. پایگاه اطلاعات داده برنامه شامل اطلاعات ۹ علف‌هرز، ۱۴ حشره و ۱۴ بیماری گیاهی است (شکل ۸). نتیجه اعتبار بخشی این برنامه نشان از رضایت بخشی بسیار خوب بود (شکل ۹) . این برنامه می‌تواند بعنوان ابزار تشخیص و محیطی می‌باشد. سیستم میزان کاهش عملکرد مشاهده شده در مزرعه را بخوبی پیش بینی کرده و قادر به انتخاب بهترین گزینه بر اساس فلور و مرحله رشدی علف‌هرز را انتخاب می‌کند. همانطور در شکل ۶ مشاهده می‌شود میزان کنترل علف‌های‌هرز با توصیه‌های این برنامه و برنامه‌های کنترلی کشاورزان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما استفاده از این برنامه کاهش معنی داری را در آلودگی آب-های زیرزمینی ایجاد کرده است (شکل ۷) (Berti and Zanin, 1997).



Farm weed control GESTINF weed control

شکل ۷- شاخص خسارت به آب‌های زیرزمینی بوسیله پیشنهادات برنامه GESTINFو کنترل علف‌های‌هرز بوسیله کشاورز (برگرفته از Berti and Zanin, 1997).

Figure 7- Groundwater damage index (GWDI) of GESTINF suggested and farm weed controls(Adapted from Berti and Zanin, 1997).

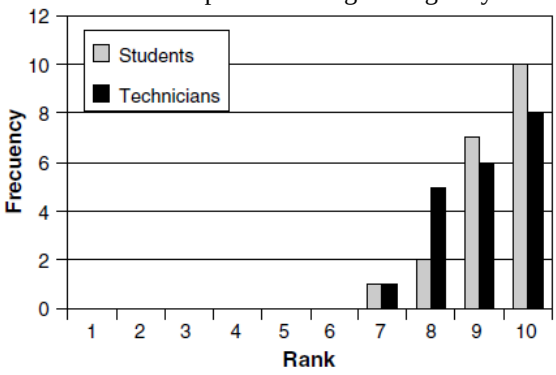
دهنده برای کشاورزان و متخصصین فنی همچنین آموزش آن‌ها بکار رود (شکل ۱۰). در حال حاضر این برنامه بصورت مستقل[2] استفاده می‌شود ولی در آینده تحت وب ارائه خواهدگردید (Gonzalez-Andujar,2009).

1- IF–THEN

2- Stand-alone

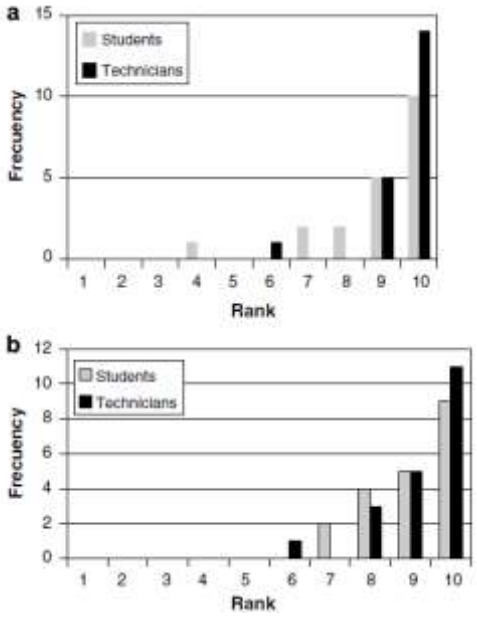
شکل ۸- صفحه انتخاب کاربر. (۱) علف‌هرز (۲) گونه علف‌های‌هرز پهن برگ (۳) شناسایی گونه علف‌هرز. بوسیله کلیک کردن روی عکس‌ها می‌توان اندازه عکس‌ها را بزرگ به حالت مورد انتظار مشاهده کرد. (برگرفته از Gonzalez-Andujar, 2009).

Figure 8- An example of an interface screen showing the specific conclusion of: (a) identification of a weeds species (b) broadleaf weed specie (c) identification of a weed specie. Both images present thumbnail-sized images which can be expanded to larger images by clicking on the image (Adapted from Gonzalez-Andujar, 2009)



شکل ۹- نتایج ارزیابی از لحاظ (الف) میزان مفید بودن (ب) میزان دوست داشتن (برگرفته از Gonzalez-Andujar, 2009).

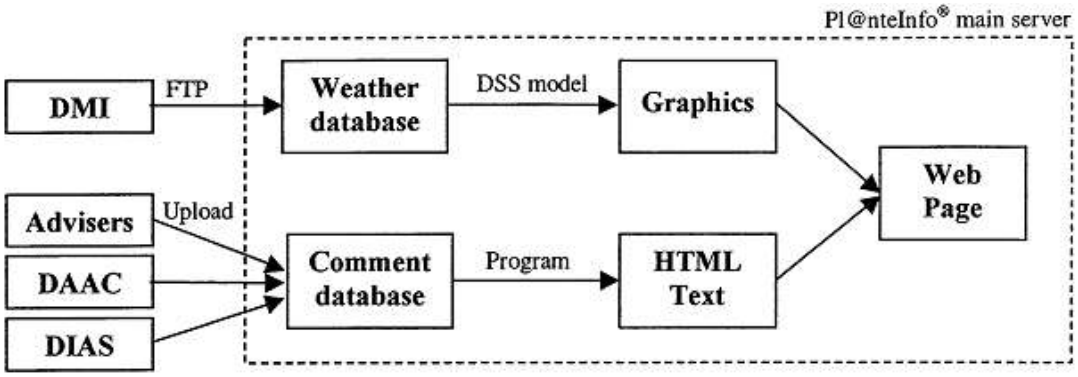
Figure 9- Results of evaluation for (a) usefulness and (b) user friendliness (Adapted from Gonzalez-Andujar, 2009).



شکل ۱۰- نتایج ارزیابی مرتبط با آموزش (برگرفته از Gonzalez-Andujar, 2009).

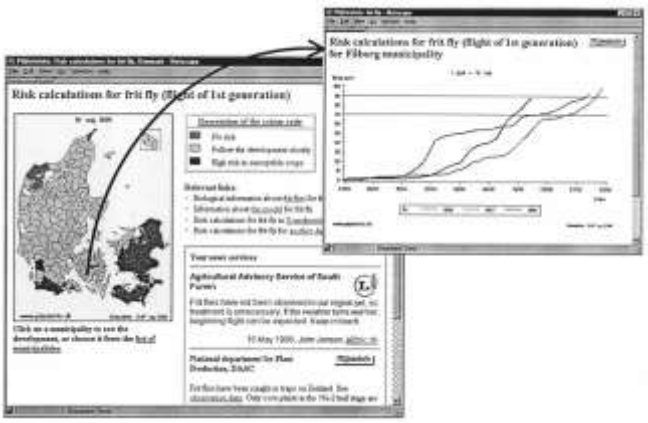
Figure 10- Results of evaluation for educational relevance (Adapted from Gonzalez-Andujar, 2009).

Pl@ntInfo: این برنامه تحت وب است (www.planteinfo.dk). در سال ۱۹۹۶ توسط موسسه علوم کشاورزی و مرکز مشاوره کشاورزی دانمارک راه‌اندازی شد. طراحی برنامه به‌گونه‌ای است که توسط دو سرور[1] بنام‌های DIAS و DAAC حمایت شده و اطلاعات ضروری هواشناسی توسط مرکز دانلود[2] هر روز صبح به روز می‌شود (شکل ۱۱). خروجی برنامه اطلاعات مختلفی همچون توضیحات متنی، شکل و لینک‌هایی برای دادن اطلاعات بیشتر می‌باشد (شکل ۱۲). طبق مطالعه‌ای مشخص گردید کاربران از سایت برنامه به طور میانگین به مدت ۷۶۹ ثانیه (۱۳ دقیقه) استفاده کرده و هر ۲/۹ روز از آن بازدید می‌کنند (جدول ۳) (Jensen *et al*., 2000).



شکل ۱۱-گردش اطلاعات در ساخت یک صفحه اینترنتی (برگرفته از Jensen *et al*., 2000).

Figure 11- Information flow to create a web page in real time (Adapted from Jensen *et al*., 2000).



شکل ۱۲- نمونه‌ای از خروجی اطلاعات برنامه Pl@ntInfo برای آفات و بیماری‌های گیاهی (برگرفته از Jensen *et al*., 2000).

Figure 12- An example of real-time decision support for diseases and pests in Pl@nteInfo (Adapted from Jensen *et al*., 2000).

1- Server
2- File Transfer Protocol (FTP)

جدول ۳- اطلاعات میانگین ورود بوسیله انواع کاربران (برگرفته از Jensen *et al*., 2000)

Table 3- Data for log-ins averaged by subscription type (Adapted from Jensen *et al*., 2000)

نوع کاربر Subscription type	کاربران فعال Active subscribers	ورود (کل) Logins (total)	تعداد ورود Number of log-ins		مدت ورود (ثانیه) Duration of log-ins (s)		زمان بین ورود (روز) Time between log-ins (days)	
			میانگین Average	استاندارد Standard	میانگین Average	استاندارد Standard	میانگین Average	استاندارد Average
کشاورز Farmer	315	56.3	17.8	20.3	694	1111	2.8	5.3
مشاور Adviser	58	2387	41.2	38.3	1106	1652	1.6	3.4
مهمان Guest	504	1992	4	5.7	711	1098	5.4	9.2
کل Total	877	9982	11.4	19.2	796	1271	2.9	5.9

Crop Protection Online (CPO): برنامه دیگری که از آن بیش از ۳۰ سال است در کشور دانمارک برای مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز غلات و چغندرقند استفاده می شود. این برنامه در سه گام اجرا می‌شود. گام اول کمی کردن سطح کنترل مورد نیاز علف‌های‌هرز در مزرعه. گام دوم انتخاب علف‌کش‌های مورد انتظار و محاسبه دز مصرفی آنها. گام سوم در صورت داشتن مزیت اختلاط علف‌کش محاسبه اختلاط آنها در تانک سمپاشی با دو تا چهار جز. این برنامه در ۱۶۷۹ مزرعه اعتبارسنجی شده است پتانسیل این برنامه در غلات بیشتر است و توانایی حفظ عملکرد گیاه زراعی را داشت. پیش‌بینی می‌شود که کارشناسان کشورهای دیگری همچون لهستان و حوزه دریای بالتیک از این برنامه استفاده کنند (Rydahl, 2003).

RIM (Ryegrass Integrated Management): همانگونه که از نام برنامه پیداست در مدیریت تلفیقی چچم مورد استفاده قرار می‌گیرد. این برنامه بر اساس مدل پویایی جمعیت‌های علف‌هرز و بانک بذر، تاثیر علف‌کش بر محیط زیست (سمیت زیستی[1] و مقاومت به علف‌کش) و جزئیات زراعی و اقتصادی بنا شده است (Pannell *et al*., 2004; Lacoste and Powles, 2015). محققان در پنج منطقه اسپانیا با استفاده از این برنامه به‌کاهش دز مصرفی علف‌کش نسبت به دز کامل بدون کاهش کنترل علف‌هرز و عملکرد گندم دست‌یافتند (Gonzalez-Andujar *et al*., 2011).

بحث

مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در آینده می‌بایست از حالت توصیفی به علم پیش‌بینی‌کننده تغییر یابد و سیستم-های پشتیبان آگاهی نقش مهمی در این راستا ایفا می‌کنند (Swanton *et al*., 2008; Hosseini *et al*., 2017). تاکنون کاربرهای زیادی جذب DSSها نشده‌اند، البته همیشه اینطور نیست. به طور مثال، برخی از DSSها در حال حاضر منبع قابل قبولی از اطلاعات کنترل علف‌های‌هرز می‌باشند و

1- Phytotoxicity

تولیدکنندگان با اشتیاق اطلاعات محصولات جدید خود را برای پایگاه داده‌های این سیستم‌ها ذخیره می‌کنند تا از به روز شدن هر ساله اطلاعات اطمینان حاصل کنند. همچنین بسیاری از کشورها در DSS های مدیریت علف‌های هرز پیشرفت‌هایی ایجاد کردند. برخی از این پیشرفت‌ها مورد قبول واقع نشدند در حالیکه بقیه در مراحل اولیه توسعه خود هستند. بعضی از این پیشرفت‌ها توسط زیست شناسان علف‌های هرز و متخصصان علف‌کش صورت گرفته در حالی‌که برخی از پیشرفت‌ها مرهون تکنولوژی مناسب کامپیوتری است. کاهش فهرست علف‌کش‌های ثبت شده نشان‌دهنده تقاضای کشاورزان نسبت به سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری است که تمام جنبه‌های مدیریت علف‌هرز را تلفیق کرده باشد (Zand *et al*., 2008). متاسفانه از سیستم-های پشتیبان آگاهی در ایران برای مدیریت علف‌هرز استفاده نمی‌شود. با توجه به اینکه ایران جزء کشورهای جوان دنیا محسوب شده و دارای افراد تحصیل‌کرده در رشته‌های مختلف می‌باشد می‌توان با اجرای یک طرح ملی و با استفاده از استادان و متخصصین بخش کشاورزی، کامپیوتر، زیست شناسی گیاهی بعنوان راهنمایان این طرح و کمک از کارشناسان این علوم برای جمع‌آوری و طراحی برنامه‌ای شبیه Weed manager، HADSS یا RIM که بومی منطقه مورد نظر باشد اقدام کرد. تاکنون در ایران ۱۶ بیوتیپ علف‌هرز مقاوم به علف‌کش به ثبت رسیده است (Anonymous, 2019). با ساخت چنین برنامه‌های می‌توان به کاهش و مصرف بهینه علف‌کش‌ها در بین کشاورزان دست یافت.

References فهرست منابع

Anonymous. 2019. International survey of herbicide resistance weeds. Available at http://www.weedscience.org/Summary/Country.aspx?CountryID=79.(Visited26 November 2019).

Benjamin, L. R., A. E. Milne., D. J. Parsons and P. J. W. Lutman.2010. A model to simulate yield losses in winter wheat caused by weeds, for use in a weed management decision support system. Crop Protection, 29: 1264-1273.

Bennett, A. C., A. J. Price., M. C. Sturgill., G. S. Buol and G. G. Wilkerson. 2003. HADSS™, Pocket HERB™, and WebHADSS™: decision aids for field crops. Weed Technology, 17: 412-420.

Berti, A. and G. Zanin. 1997. GESTINF: a decision model for post-emergence weed management in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Crop Protection,16: 109-116.

Bückmann, H., O. M. Bøjer., J. M. Montull., M. Röhrig., P. Rydahl., A. Taberner and A. Verschwele. 2018. DSS-IWM: An improved European Decision Support System for Integrated Weed Management. Julius-Kühn-Archiv, 458: 205-208.

Buhler, D. D., R. P. King., S. M. Swinton., J. L. Gunsolus and F. Forcella. 1997. Field evaluation of bioeconomic model for weed management in soybean (*Glycine max*). Weed Science, 45: 158-165.

Coble, H. D. and D. A. Mortensen. 1992. The thershold concept and its application to weed science. Weed Technology, 6: 191-195.

Ford, A. J., P. A. Dotray., J. W. Keeling., J. B. Wilkerson., J. W. Wilcut and L. V. Gilbert. 2011. Site-Specific weed management in cotton using WebHADSS™. Weed Technology, 25:107-112.

Gonzalez-Andujar, J. L. 2009. Expert system for pests, diseases and weeds identification in olive crops. Expert Systems with Applications, 36: 3278–3283.

Gonzalez-Andujar, J. L., C. Fernandez-Quintanilla., F. Bastida., R. Calvo., L. Gonzalez-Diaz., J. Izquierdo., J. A. Lezaun., F. Perea., M. J. Sanchez Del Arco and J. M. Urbano. 2010. Field evaluation of a decision support system for herbicidal control of *Avena sterilis ssp. Ludoviciana* in winter wheat. Weed Research, 50: 83–88.

Gonzalez-Andujar, J. L., C. Fernandez-Quintanilla., F. Bastida., R. Calvo., J. Izquierdo and J.A. Lezaun. 2011. Assessment of a decision support system for chemical control of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in winter cereals. Weed Research, 51: 304–309.

Greer, J. E., S. Falk., K. J. Gree and M. J. Bentham. 1994. Explaining and justifying recommendations in an agriculture decision support system. Computers and Electronics in Agriculture, 11:195-214.

Hock, S. M., S. Z. Knezevic., W. G. Johnson., C. Sprague and A. R. Martin. 2007. Weedsoft: Effects of corn-row spacing for predicting herbicide efficacy on selected weed species. Weed Technology, 21:219-224.

Hosseini, M., M. Mojab., G. R. Zamani. 2017. Cardinal temperatures for seed germination of wild barley, barley grass and hoary cress. Archives of Agronomy and Soil Science, 63: 352-361

Jensen, A. L., P. S. Boll, I. Thysen and B. K. Pathak. 2000. Pl@nteInfo a web-based system for personalised decision support in crop management. Computers and Electronics in Agriculture, 25: 271–293.

Lacoste M. and S. Powles. 2015. RIM: Anatomy of a Weed Management Decision Support System for Adaptation and Wider Application. Weed Science, 63:676-689.

Lyon, L. L., J. W. Keeling and P. A. Dotray. 2004. Evaluation and adaptation of the HADSS computer program in Texas southern high plains cotton. Weed Technology, 18: 315-324.

Mortensen, D. A. and H. D. Coble. 1991. Two approches to weed control decision-aid software. Weed Technology, 5: 445-452.

Neeser, C., J. A. Dille., G. Krishnan., D. A. Mortensen., J. T. Rawlinson., A. R. Martin and L. B. Bills. 2004. WeedSOFT®: a weed management decision support system. Weed Science, 52:115-122.

Pannell, D. J., V. Stewart., A. Bennett., M. Monjardino., C. Schmidt., S. B. Powles. 2004. RIM: a bioeconomic model for integrated weed management of *Lolium rigidum* in Western Australia. Agricultural Systems, 79: 305–325.

Parsons, D. J., L. R. Benjamin., J. Clarke., D. Ginsburg., A. Mayes., A. E. Milne and D. J. Wilkinson. 2009. WeedManager—A model-based decision support system for weed management in arable crops. Computers and Electronics in Agriculture, 65: 155–167.

Rankins, A., D. R. Shaw and J. D. Byrd. 1998. HERB and MUS-HERB field validation for soybean (*Glycine max*) weed control in Mississippi. Weed Technology, 12: 88-96.

Reener, K. A., S. M. Swinton and J. J. Kells. 1999. Adaptation and evalution of the WEEDSIM weed management model for Michigan. Weed Science, 47: 338- 348.

Rydahl, P. 2003. A web-based decision support system for integrated management of weeds in cereals and sugarbeet. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 33, 455–460.

Schmidt, A. A., W. G. Johnson., D. A. Mortensen., A. R. Martin., A. Dille., D. E. Peterson., C. Guza., J. J. Kells., R. D. Lins., C. M. Boerboom., C. L. Sprague., S. Z. Knezevic., F. W. Roeth., C. R. Medlin and T. T. Bauman. 2005. Evaluation of corn (*Zea mays* L.) yield-loss estimations by weedSOFT in the north central region. Weed Technology, 19: 1056-1064.

Stigliani, L. and C. Resina. 1993. SELOMA: expert system for weed management in herbicide- intensive crops. Weed Technology,7: 550-559.

Swanton C. J., K. J. Mahoney., K. Chandler and R. H. Gulden. 2008. Integrated weed management: knowledge-based weed management systems. Weed Science, 56:168–172.

Wilkerson, G. G., M. C. Sturgill., W. J. D'Mello., A. C. Bennett and G. S. Buol. 2011. Herbicide decision aids for corn and soybean (Poster). Available at http:// www.hadss.com/Downloads.htm (visited 18 June 2011).

Zand, E., M. A. Baghestani., S. K. Mousavi., M. Oveisi., M. Ebrahimi., M. Rastgou and M. R. LabbafiHosseinabadi. 2008. Weed Management Handbook. Jahad-e-Danshegahi Mashhad Press. (In Persian).

Decision support systems (DSS) in weeds management

M. Hosseini*[۱], M. Mojab[2], M. Nasiri Mahalati [3]

Received date: 9 December 2020 Accepted date: 16 August 2022

Abstract

Agricultural technology is constantly changing farm management strategies as farmers are facing with many new cultivars and pesticides and making proper efficient decision is difficult in the recent years. DSS models have been used in agriculture as decision-making tools since 1980s. Weed-related DSS have generally fallen in to one of two broad categories: Those that make recommendations based on herbicide efficacy or weed identification and those that consider the weed seedbank or weed seedling density and make recommendations based on economic benefit. More advanced systems that considers both weed copetition and weed population dynamics in regards to herbicide dose selection. The objectives of decision support systems are to produce adequate weed control recommendations resulting in a reduction in herbicide use, environmental risk, and lower weed management costs. Several program such as HERB, MUS-HERB, WEEDSIM, SELOMA, Herbicide Application Decision Support System (HADSS), Pocket HERB, WebHADSS, Weedsoft, Weed Manager, GESTINF, AVENA-PC, Expert system, Pl@ntInfo and RIM (Ryegrass Integrated Management) so were used in weed management. It is expected that DSS application increased in the near future.

Keyword: Decision Support System, Herbicide, Bioeconomic model.

---

۱ - PhD of Weed Science.

2- Lecturer, Department of Agricultural Science, Payame Noor University, Iran.
3- Professor of Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
* Corresponding Author; Email: M57M60@yahoo.com